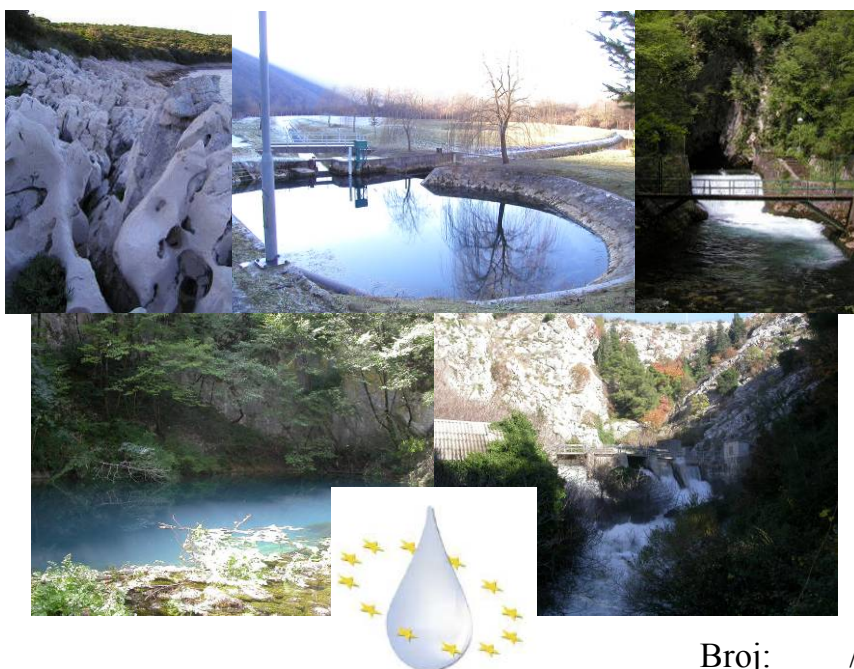


## OCJENA STANJA I RIZIKA CJELINA PODZEMNIH VODA NA KRŠKOM PODRUČJU U REPUBLICI HRVATSKOJ

Završno izvješće



Broj: \_\_\_\_/09

Dekan:

Prof.dr.sc.dr.h.c. Mladen Kranjčec

Lipanj 2009



NARUČITELJ: HRVATSKE VODE

NAZIV PROJEKTA: **OCJENA STANJA I RIZIKA CJELINA PODZEMNIH VODA NA  
KRŠKOM PODRUČJU U REPUBLICI HRVATSKOJ**

ŠIFRA PROJEKTA: EVV:23/08

POZICIJA PLANA: A.04.03.01

INSTITUCIJA VODITELJA PROJEKTA:

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU, GEOTEHNIČKI FAKULTET  
HALLEROVA ALEJA 7, 42 000 VARAŽDIN

SURADNIČKA INSTITUCIJA:

SVEUČILIŠTE U RIJECI, GRAĐEVINSKI FAKULTET  
V.C.EMINA 5, 51 000 RIJEKA

VODITELJ PROJEKTA: DOC.DR.SC. RANKO BIONDIĆ, DIPL.ING.GEOL. (GFV)

SURADNICI: PROF.DR.SC. BOŽIDAR BIONDIĆ, DIPL.ING.GEOL. (GFV)

MR.SC. JOSIP RUBINIĆ, DIPL.ING.GRAĐ. (GF)

HRVOJE MEAŠKI, DIPL.ING.GEOL. (GFV)

DOC.DR.SC. SANJA KAPELJ, DIPL.ING.GEOL. (GFV)

DR.SC. PREDRAG TEPEŠ, DIPL.ING.KEM. (GFV)

## SADRŽAJ

	STR.
<b>1. Uvod</b>	<b>1</b>
<b>2. Karakteristike krških područja hrvatskog dijela Crnomorskog (Dunavskog) i Jadranskog sliva</b>	<b>3</b>
2.1. Identifikacija i delineacija CPV	3
2.2. Osnovne karakteristike pokrovnih naslaga	45
<b>3. Analiza opterećenja i utjecaja na CPV ljudskom djelatnošću</b>	<b>47</b>
3.1. Analiza prirodne ranjivosti, hazarda i rizika	48
3.2. Utjecaj stočarske proizvodnje	62
3.3. Odlagališta otpada	66
3.4. Stanovništvo i sustavi javne odvodnje	96
<b>4. Definiranje kvantitativnog statusa podzemne vode po CPV</b>	<b>99</b>
4.1. Uvodno o značajkama analiziranog područja	99
4.2. Procjena količinskog stanja CPV u kontekstu ODV	100
4.3. Zasljanjenja priobalnih vodonosnika	104
4.4. Podloge, nedostatni podaci i metodologija provedenih hidroloških obrada	119
4.5. Analiza podataka o temperaturama zraka i oborinama	125
4.6. Analiza podataka s hidroloških postaja	127
4.7. Značajni zahvati voda i analiza podataka o eksploataciji voda na izvorištima vodoopskrbe	138
4.8. Hidrološka praćenja izdašnosti i korištenja izvorišta	168
4.9. Vodna bilanca	172
4.10. Utjecaj zahvata vode na količinsko stanje CPV	180
4.11. Završna procjena količinskog stanja CPV	184
<b>5. Definiranje kvalitativnog statusa podzemne vode po CPV</b>	<b>186</b>
<b>6. Identifikacija CPV ovisno o ekosustavima povezanim s podzemnim vodama</b>	<b>306</b>
<b>7. Procjena rizika neispunjavanja uvjeta ODV do 2015. godine</b>	<b>329</b>
7.1. Procjena kvalitativnog rizika neispunjavanja uvjeta članka 4. ODV	329
7.2. Procjena kvantitativnog rizika neispunjavanja uvjeta članka 4. ODV	341
<b>8. Daljnja karakterizacija CPV u riziku</b>	<b>344</b>
<b>9. Preporuke za monitoring</b>	<b>354</b>
9.1. Prijedlog mreže opažanja kakvoće podzemnih voda	355
9.2. Prijedlog mreže opažanja količina podzemnih voda	375
<b>10. Zaključne napomene</b>	<b>377</b>
<b>11. Literatura</b>	<b>380</b>



**Prilozi**

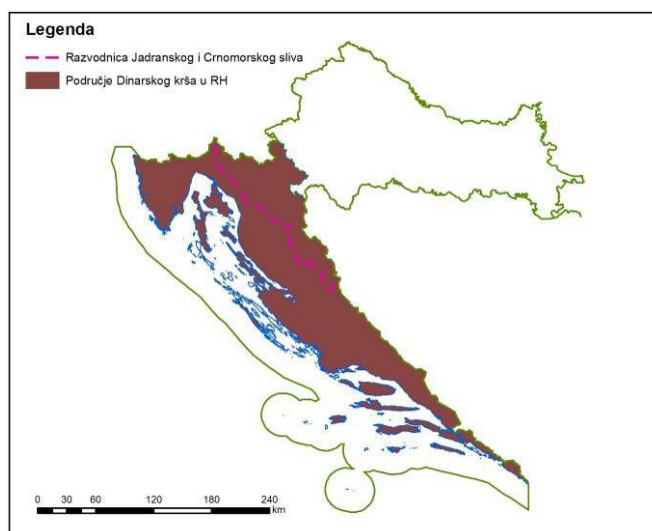
- Prilog 1. Identifikacijske kartice krških CPV
- Prilog 2. Karta CPV na području krša u Republici Hrvatskoj
- Prilog 3. Karta prirodne ranjivosti krških vodonosnika
- Prilog 4. Karta stanja i rizika neispunjavanja uvjeta ODV – količine i kakvoća

## 1. UVOD

Prema Ugovoru broj 10-081/08 (Hrvatske vode) od 18. rujna 2008. godine sklopljenog između Hrvatskih voda i Geotehničkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Geotehnički fakultet je preuzeo obvezu za izradu studije "Ocjena stanja i rizika cjelina podzemnih voda na krškom području u Republici Hrvatskoj". Za dio studije koji se odnosi na određivanje kvantitativnog stanja cjelina podzemnih voda Geotehnički fakultet je potpisao konzorcijski ugovor s Građevinskim fakultetom Sveučilišta u Rijeci (GFV ugovor br. 665/08.-02), što je iskazano u Natječajnoj dokumentaciji.

Okvirne direktive o vodama (ODV) Europske Unije strateški su dokument kojim se uspostavlja okvir za djelovanje svih zemalja članica Europske Unije na području upravljanja i zaštite voda. Cilj ODV je sprječavanje daljnje degradacije voda, zaštita i poboljšanje stanja ekosustava i uspostava sustava održivog korištenja voda temeljeno na dugoročnoj zaštiti vodnih resursa. Hrvatska kao zemlja kandidat za punopravno članstvo mora, kao i sve zemlje članice EU, uskladiti zakonsku regulativu i pripremiti dokumente prema zahtjevima ODV.

Tijekom implementacije Okvirnih direktiva o vodama Europske Unije u Hrvatskoj napravljena je inicijalna karakterizacija cjelina podzemnih voda (CPV) za područja Jadranskog (HGI, 2006) i Crnomorskog sliva (HGI, 2004). Izdvojeno je ukupno 461 cjelina podzemnih voda u Republici Hrvatskoj, od čega 363 u Crnomorskom slivu (49 na području krša) i 98 u Jadranskom slivu. Tako veliki broj cjelina podzemne vode predstavljao je problem za kvalitetnu uspostavu mreže opažanja kakvoće i količina vode, i kvalitetno upravljanje vodnim resursima. Stoga je bilo neophodno provesti grupiranje cjelina podzemne vode ovisno o geološkim, hidrogeološkim, hidrokemijskim i hidrološkim elementima na način da grupirane cjeline podzemne vode omogućuju dovoljno pouzdanu procjenu kvantitativnog (količinskog) i kvalitativnog (kemijskog) stanja podzemnih voda.



Slika 1-1. Područje Dinarskog krša u Hrvatskoj

Inicijalna karakterizacija cjelina podzemnih voda provedena je zasebno za Jadranski i Crnomorski sliv, a ovo se izvješće odnosi samo na krške cjeline podzemne vode. Jadranski sliv u Hrvatskoj pokriva najvećim dijelom područje Dinarskog krša, izgrađenog od okršenih karbonatnih stijena, dok samo dio Crnomorskog sliva od razvodnice sa Jadranskim do Karlovačke depresije pripada krškim područjima (Slika 1-1). Sjeverno od te granice prevladavaju međuzrnski vodonosnici Panonskog bazena. Specifičnosti krških vodonosnika su pukotinsko-kavernozna poroznost, velike brzine podzemnih tokova, okršenost, brzi pronosi onečišćenja sa površine terena u sam vodonosni sloj, duboki podzemni tokovi, istjecanja na izvorima velikih amplituda izdašnosti, dok je kod međuzrnskih vodonosnika karakterističan sasvim drugačiji mehanizam tečenja. Zbog različitih vrsta naslaga, različitih mehanizama tečenja u vodonosnicima primijenjena je i različita metodologija za određivanje stanja i rizika cjelina podzemnih voda.

U krškim područjima izuzetno je teško odvojiti podzemne od površinskih voda. Analizirajući određenu CPV, ovisno o geološkoj građi, interakcija površinskih i podzemnih voda je izuzetno velika. Pojedine rijeke započinju svoj tok na krškim izvorima, dijelom svoga toka teku površinski, poniru nailaskom na dobro vodopropusne karbonatne stijene i kao podzemna voda opet istječu na izvorima u nižim stepenicama sliva. Slična je situacija i u krškim poljima koja su u kišnom dijelu godine dijelom i poplavljena zbog podizanja razine podzemne vode, a u sušnom dijelu godine izvori na poljima presušuju ili se jako smanje. Dakle, radi se o istoj vodi koja dijelom teče površinski, dijelom podzemno prihvaćajući svojim tokom sva opterećenja sliva. Zbog toga je potrebno izvesti zajedničku analizu i procjenu kvalitativnog i kvantitativnog stanja i rizika površinskih i podzemnih voda. Ovom su studijom obrađene samo podzemne vode, odnosno njihov kvalitativni i kvantitativni status i procjena rizika neispunjavanja uvjeta ODV za razdoblje do 2015. godine i analiza opterećenja izazvanih ljudskom djelatnošću.

Analiza ekosustava zahtjev je ODV i provedena je po cjelinama podzemnih voda (CPV). U analizi su od ukupnog broja ekosustava izdvojeni samo oni za koje je procijenjeno da su ovisni o podzemnim vodama. Za te ekosustave je izrađena procjena stanja i rizika. Analiza je rađena uglavnom temeljem ekspertne procjene jer u ekosustavima nema definiranih kriterija graničnih vrijednosti kakvoće za pojedine svojte, ali niti organiziranog sustava opažanja kakvoće voda. Za procjenu utjecaja podzemnih voda na ekosustave ovisne o podzemnim vodama, uz količine voda samih površinskih vodotoka, potrebne su i piezometarske bušotine za praćenje razina i kakvoće podzemnih voda pomoću kojih je moguće izraditi krivulje trendova i definirati stanje i rizik. Na područjima ekosustava takovih bušotina nema ili su izvedene za druge namjene i potrebno ih je definirati temeljem detaljnih istraživanja.

Na području krša od inicijalno izdvojenih 147 cjelina podzemnih voda ovom Studijom je, grupiranjem reduciran taj broj na ukupno 17, od čega 12 u Jadranskom, a 5 u Crnomorskom slivu.

U sklopu ugovorenog programa istraživanja izvedeni su slijedeći radovi:

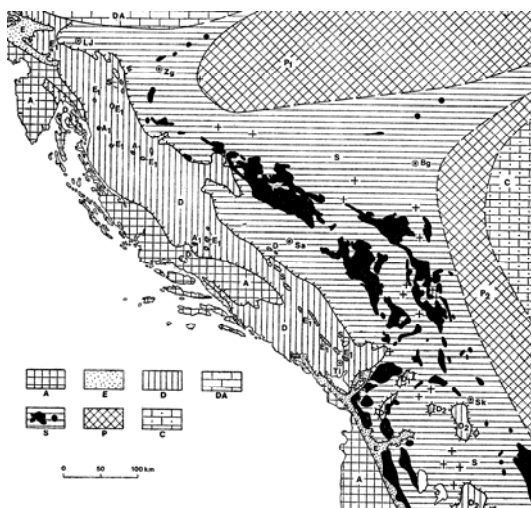
- prikupljanje i obrada postojeće dokumentacije
- početno grupiranje ranije određenih cjelina podzemnih voda
- analiza opterećenja i utjecaja grupiranih cjelina podzemne vode ljudskom djelatnošću
- definiranje kvantitativnog statusa podzemne vode po grupiranim cjelinama podzemne vode
- definiranje kvalitativnog statusa podzemne vode po grupiranim cjelinama podzemne vode
- završno grupiranje cjelina podzemne vode u skladu s ODV radi racionalnijeg pristupa ocjene mogućnosti korištenja i zaštite vodnih cjelina u vodnom gospodarstvu
- procjena rizika grupiranih cjelina podzemne vode
- daljnja karakterizacija cjelina podzemne vode koje su "pod rizikom"
- prijedlog monitoringa podzemnih voda

U ovom izvješću prikazani su rezultati svih analiza provedenih u skladu s zahtjevima projektnog zadatka.

## 2. KARAKTERISTIKE KRŠKIH PODRUČJA HRVATSKOG DIJELA CRNOMORSKOG (DUNAVSKOG) I JADRANSKOG SLIVA

### 2.1. Identifikacija i delineacija CPV

Krški tereni u Hrvatskoj pretežitno su dio regionalne geološko-strukturne forme Dinarida, čije se prostiranje može pratiti od Slovenije na sjeverozapadu preko Hrvatske i Bosne i Hercegovine do u područje Crne Gore. U geološkoj građi prevladavaju karbonatne stijene s punim razvitkom krških formi. Gotovo polovica teritorija Republike Hrvatske južno od Karlovačke depresije, uključivo i jadranske otoke, pripada krškom području specifičnih površinskih i podzemnih morfoloških karakteristika. Za Hrvatsku krške cjeline podzemne vode znače gotovo polovicu ukupno raspoloživih količina vode u državi.



Slika 2-1. Geotektonska skica Dinarida (Prema M. Heraku, 1986,1991)

- A Strukturni kompleks Jadranske karbonatne platforme (Adrijatik)
- E Tvorevine pelagičkog porijekla vezanog uz međuplatformski pojas (Epiadrijatik) s tektonskim oknima u Dinariku (E<sub>1</sub>)
- D Strukturni kompleks Dinarske karbonatne platforme (Dinarik)
- DA Granično područje Dinarida i Alpida
- S Strukturni kompleks unutarnjih Dinarida (Supradinarik)
- P Predalpski strukturni kompleksi (Panonske strukture)

Za Dinaride je značajan razvoj geosinklinalnog tipa strukturnih formi u rubnom području dvaju tektonskih ploča s izraženim elementima eugeosinklinale, praga i nedefiniranim odnosima miogeosinklinale reducirane kretanjem Apenina. Najveći dio karbonatnih stijena nastao je na tzv. karbonatnoj platformi tijekom mezozoika u plitkomorskim uvjetima. U sedimentacijskom slijedu s povremenim prekidima nastala je najveća masa karbonatnih stijena s prevladavajućim vapnencima, koji su tijekom dijagenetskih procesa mjestimice dolomitizirani (sekundarne pojave). Unutar prevladavajućeg karbonatnog kompleksa u pojedinim razdobljima mezozoika i tercijara prevladavala je klastična sedimentacija, posebice značajna tijekom tercijara. Za razvoj krških vodonosnika značajan je odnos različitih litostratigrafskih članova s izraženom dobrom vodopropusnošću vapnenaca, smanjenom vodopropusnošću dolomita i vodonepropusnim klastitima, koji u najvećem broju slučajeva predstavljaju barijere kretanju podzemne vode i razlog su istjecanju podzemne vode na površinu terena. Krška područja Dinarida se u strukturno tektonskom pogledu mogu podijeliti u tri paleogeografska i strukturna pojasa (M. Herak, 1986, 1991). To su **Epiadrijatik** ili međuplatformski pelagički pojas, **Dinarik** ili Dinarska karbonatna platforma i **Adrijatik** ili Jadranska karbonatna platforma generalnog prostiranja sjeverozapad – jugoistok (Slika 2-1). Sedimenti pelagičkog pojasa Epiadrijatika se javljaju samo u

sjeveroistočnom rubnom području krškog područja, gdje su u alohtonom položaju u odnosu na strukture Dinarika. Dinariku pripadaju sve najveće planine Hrvatske i velika krška polja u planinskom području Dinarida. Radi se o vrlo kompleksnom tektonskom modelu s promjenljivim uvjetima stvaranja strukturnih formi, od strukture blokova do navlaka regionalnih razmjera. Jugozapadni rub Dinarika je generalno tangencijalnog karaktera u odnosu na Adrijatik – Jadransku karbonatnu platformu. Adrijatiku pripada Jadransko obalno područje i otoci. U rubnim dijelovima Adrijatika taložene su klastične stijene, koje u tektonskom kontaktu s karbonatnom masom Dinarika imaju značajnu hidrogeološku funkciju barijere s pojavama jakih krških izvora.

Osnovna karakteristika krških područja Dinarida su prostrane cjeline podzemne vode bogate padalinama (do 4000 mm godišnje), niske retencijske sposobnosti krškog podzemlja, brzi podzemni tokovi, povremeno plavljena krška polja, pojave velikih krških izvora, višestruko izviranje i poniranje vode u istoj cjelini podzemne vode, visok stupanj prirodne ranjivosti vodonosnika zbog nedostatka pokrovnih naslaga i značajni utjecaji mora na slatkovodne sustave u Jadranskom obalnom području i otocima. Što to generalno znači? U prvom redu ogromne ukupne godišnje količine vode, koje vrlo brzo otječu prema recipijentu stvarajući u jakim kišnim razdobljima visoke poplavne valove, a tijekom ljetnih sušnih razdoblja bitno smanjenje otjecanja obzirom na relativno niske retencijske sposobnosti krškog podzemlja. Odnosi istjecanja na krškim izvorima tijekom sušnih i kišnih razdoblja su jedan prema nekoliko stotina, a neki od velikih krških izvora ostaju potpuno bez istjecanja, jer su izvan domašaja temeljnih tokova. Međutim, temeljni tok tijekom sušnih razdoblja postoji i odraz je određenog stupnja zadržavanja vode u krškom podzemlju. Hidrogeokemijske analize pokazuju prosječnu starost vode i preko 10 godina tijekom sušnih razdoblja. Podzemna voda promatrana kao kemijski i dinamički višekomponentni sustav ima značajan odraz na stanje kvalitete vode u krškim cjelinama podzemne vode. Dugo zadržavajuća komponenta temeljnih tokova vezana je za duboke retencijske prostore cjelina podzemne vode i prevladavajuća je tijekom sušnih razdoblja kada nema aktivnih padalina. To su vode izuzetne kvalitete uglavnom bez kemijskog i bakteriološkog onečišćenja. Opterećenja vodonosnika amortiziraju epikrške i nesaturirane zone vodonosnika. Vode kratkog zadržavanja u krškom podzemlju stvaraju velike probleme s količinom i kvalitetom, jer nastaju kao posljedica poplavnih valova koji ispiru onečišćenja akumulirana na površini terena, epikrškoj i nesaturiranoj zoni vodonosnika tijekom sušnih razdoblja.

Značajni problemi vezani su za priobalne dijelove cjelina podzemne vode i otoke, gdje se tijekom ljetnih sušnih razdoblja zbog smanjenog pritiska slatke vode iz unutrašnjosti cjelina i direktnog prihranjivanja padalinama na otocima povećava utjecaj mora. Veliki broj krških priobalnih izvora tijekom sušnih razdoblja zaslanjuje i u prirodnim uvjetima. Ipak, najveći problem su izvorišta u obalnom području i na otocima uključena u vodoopskrbu, gdje zbog eksploatacije vode dolazi do jačih prodora morske vode u vodonosnike.

Zaštita izvorišta pitke vode u krškim područjima Dinarida je vrlo osjetljiv posao, jer je najveći dio cjelina podzemne vode bez pokrovnih naslaga, koje mogu smanjiti unos onečišćenja u podzemlje. Pokrovne naslage većih debljina su prisutne samo u krškim poljima, međutim, naslage polja samo koncentriraju površinske tokove prema ponornim zonama, gdje vode poniru u krško podzemlje. Preventivna zaštita izvorišta pitke vode u krškim područjima je vezana uz dinamičke elemente podzemnih tokova, a prostori zaštite zbog velikih brzina podzemnih tokova zauzimaju velike prostore.

Važno je istaći da dio krškog područja Dinarida pripada Jadranskom, a dio Crnomorskom slivu, odnosno dio krškog područja Dinarida se drenira prema rijeci Dunavu, a dio velikim brojem kraćih vodotoka i direktno podzemljem u Jadransko more. Razvodnica je vezana za geološke antiklinalne forme u području Gorskog Kotara i Like, odakle prelazi na teritorij susjedne države Bosne i Hercegovina. Prema tome, prilikom izdvajanja cjelina podzemne vode u krškom području Dinarida kao prva stepenica postupka je načinjena razdioba na dva makrosлива – Jadranski i Crnomorski, a zatim izdvajanje cjelina podzemne vode za svaki od postojećih makroslivova. Osnovni kriterij za izdvajanje cjelina podzemne vode je bio prirodna povezanost nepromjenljivih i promjenljivih elemenata bilance voda u određenom prostoru. Pri tome je trebalo voditi računa o povezanosti podzemnih i površinskih voda u krškim terenima, gdje vode u više navrata unutar iste cjeline izvire i ponovno poniru u krško podzemlje.

Pojave termo-mineralne vode u krškom području Dinarida su daleko rjeđe od pojava u Panonskom prostoru. U terapijske svrhe se koristi izvorište Sv. Stjepan u Istarskim Toplicama na području Istre, djelomično se koristi izvorište termo-mineralne vode Lešće uz rijeku Dobru, a sumporno – slani izvori u Splitu poznati su već od vremena Dioklecijana, ali se danas ne koriste. Ima još pojava termalne i mineralne vode u krškom području Dinarida, ali su one vrlo male i praktički neiskoristive u turističkoj ponudi. Pojave termo-



mineralne vode su uobičajeno vezane uz duboke zone rasjedanja i uz njih je uglavnom vezan problem miješanja s relativno plićim hladnim vodama.

Izdvajanje cjelina podzemne vode rađena su uz korištenje geografskog informatičkog sustava temeljem ranije navedenih elemenata prirodnih sustava. Korištene su slijedeće podloge:

- Osnovna geološka karta Republike Hrvatska M 1:100.000 (Hrvatski geološki institut)
- Hidrogeološka karta Republike Hrvatske M 1:200.000 (Hrvatski geološki institut)
- Osnovna hidrogeološka karta Republike Hrvatske M 1:200.000 (Hrvatski geološki institut)
- Hidrogeološka karta Republike Hrvatske M 1:300.000 (BIONDIĆ, B. et al., 1996)
- Vodnogospodarska osnova Republike Hrvatske – dio Podzemne vode (BIONDIĆ, B. et al., 2001)
- Hidropedološka karta Republike Hrvatske M 1:300.000 (Agronomski fakultet, Sveučilište u Zagrebu)
- podaci o trasiranjima podzemnih tokova (razna izvješća)
- Hidrološka analiza – procjena utjecajnih slivnih površina za određene vodomjerne profile
- Hidrogeokemijska analiza – podaci o kakvoći i genezi podzemne vode

Tablica 2-1. CPV u krškom području Republike Hrvatske i njihova površina

KOD	IME	SLIV	POVRŠINA (km <sup>2</sup> )
HR KCPV 01	SJEVERNA ISTRA	JADRANSKI	899,0
HR KCPV 02	SREDIŠNJA ISTRA	JADRANSKI	1469,5
HR KCPV 03	JUŽNA ISTRA	JADRANSKI	391,5
HR KCPV 04	RIJEČKI ZALJEV	JADRANSKI	442,4
HR KCPV 05	RIJEKA – BAKAR	JADRANSKI	633,0
HR KCPV 06	LIKA - GACKA	JADRANSKI	3754,8
HR KCPV 07	ZRMANJA	JADRANSKI	1558,8
HR KCPV 08	RAVNI KOTARI	JADRANSKI	1281,7
HR KCPV 09	KRKA	JADRANSKI	2715,8
HR KCPV 10	CETINA	JADRANSKI	3089,1
HR KCPV 11	NERETVA	JADRANSKI	2040,5
HR KCPV 12	JADRANSKI OTOCI	JADRANSKI	2572,4
HR KCPV 13	KUPA	CRNOMORSKI	1016,2
HR KCPV 14	DOBRA	CRNOMORSKI	754,7
HR KCPV 15	MREŽNICA	CRNOMORSKI	1370,1
HR KCPV 16	KORANA	CRNOMORSKI	1248,6
HR KCPV 17	UNA	CRNOMORSKI	1513,7

U području Jadranskog sliva izdvojeno je 12, a u području Crnomorskog sliva 5 cjelina podzemnih voda (Tablica 2-1; Slika 2-2). U cjelinu podzemnih voda Jadranski otoci grupirani su samo veći otoci na kojima ima izvora koji se potencijalno mogu zahvatiti za javnu vodoopskrbu ili se podzemna voda već koristi za javnu vodoopskrbu (Tablica 2-2).

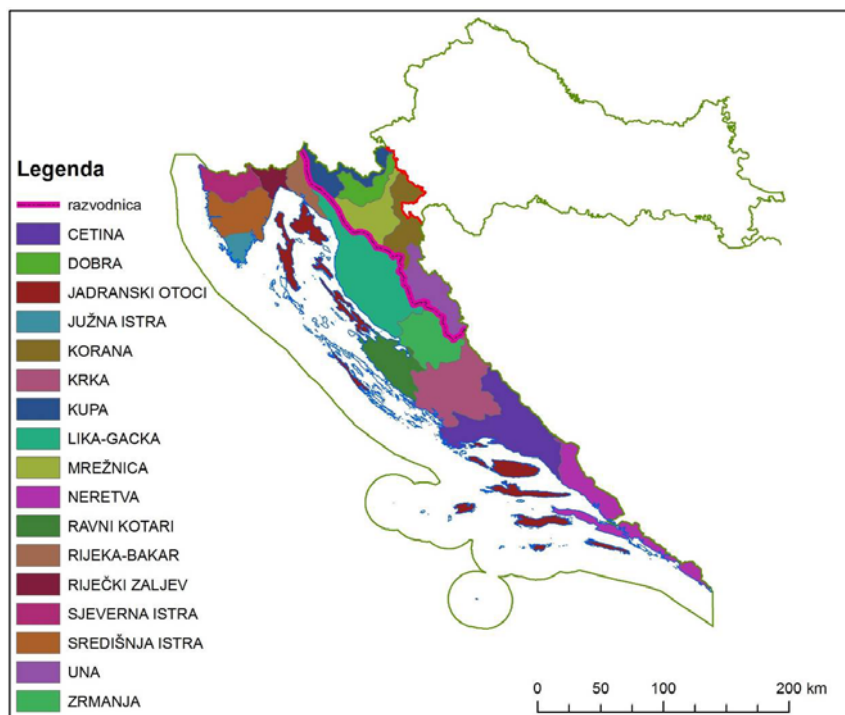
Značajno je istaći da se veliki dio cjelina podzemne vode krškog područja Dinarida izdvojenih u Hrvatskoj prostire u susjedne države Sloveniju i Bosnu i Hercegovinu, što otvara potrebu zajedničkih istraživanja i upravljanja prekograničnim vodnim cjelinama. U Jadranskom slivu su to cjeline podzemne vode na istarskom i riječkom području prema Sloveniji i cjeline podzemne vode Una, Korana, Krka, Cetina i Neretva prema Bosni i Hercegovini (Tablica 2-3). Prema jugu se udio prekograničnog dijela cjelina podzemne vode povećava, pa su na Dubrovačkom području praktički samo izvorišne zone u Hrvatskoj, a najveći dio cjelina u Bosni i Hercegovini.

Tablica 2-2. Površina otoka u CPV Jadranski otoci

OTOK	POVRŠINA (km <sup>2</sup> )
CRES	405,6
KRK	404,7
BRAČ	395,7
HVAR	298,1
PAG	280,7
KORČULA	272,3
DUGI OTOK	113,5
MLJET	97,8
VIS	90,1
RAB	86,4
ŠOLTA	58,1
LASTOVO	40,9
ČIOVO	28,5

Tablica 2-3. Prekogranične cjeline podzemne vode

KOD	IME	SLIV	GRANICA
HR KCPV 01	SJEVERNA ISTRA	JADRANSKI	SLO
HR KCPV 02	SREDIŠNJA ISTRA	JADRANSKI	
HR KCPV 03	JUŽNA ISTRA	JADRANSKI	
HR KCPV 04	RIJEČKI ZALJEV	JADRANSKI	SLO
HR KCPV 05	RIJEKA – BAKAR	JADRANSKI	SLO
HR KCPV 06	LIKA - GACKA	JADRANSKI	
HR KCPV 07	ZRMANJA	JADRANSKI	
HR KCPV 08	RAVNI KOTARI	JADRANSKI	
HR KCPV 09	KRKA	JADRANSKI	BiH
HR KCPV 10	CETINA	JADRANSKI	BiH
HR KCPV 11	NERETVA	JADRANSKI	BiH
HR KCPV 12	JADRANSKI OTOCI	JADRANSKI	
HR KCPV 13	KUPA	CRNOMORSKI	SLO
HR KCPV 14	DOBRA	CRNOMORSKI	
HR KCPV 15	MREŽNICA	CRNOMORSKI	
HR KCPV 16	KORANA	CRNOMORSKI	BiH
HR KCPV 17	UNA	CRNOMORSKI	BiH



Slika 2-2. Cjeline podzemne vode u krškom dijelu Republike Hrvatske

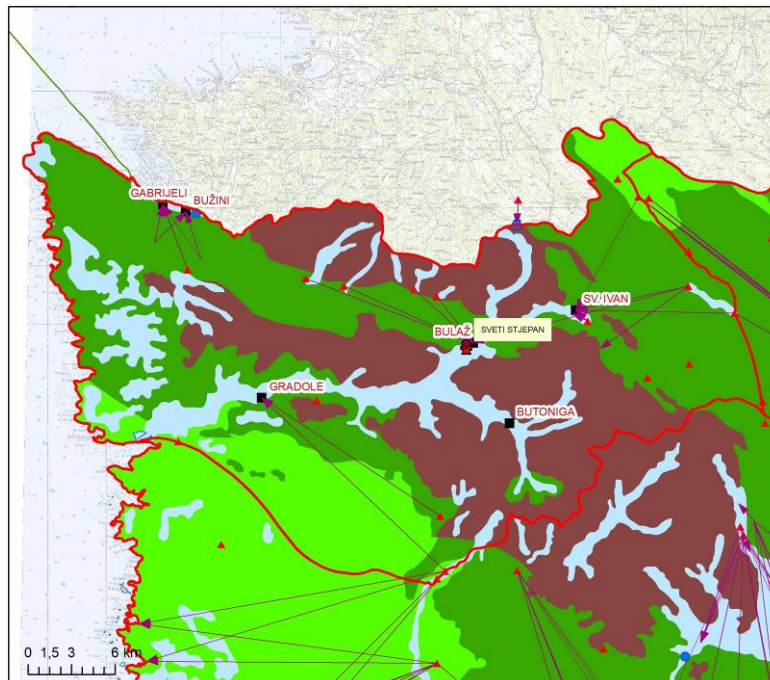
## 2.1.1. Hidrogeološki opisi po cjelinama podzemnih voda

### JADRANSKI SLIV

#### CPV Sjeverna Istra (HR KCPV 01)

Cjelina podzemnih voda Sjeverna Istra prostire se na krajnjem sjevernom dijelu Istarskog poluotoka i nastala je grupiranjem susjednih slivova Dragonje i Mirne i manjeg područja koje se nalazi u slivu Rižane. U nastavku su dani odvojeni opisi slivova Dragonje i Mirne.

**Rijeka Dragonja** je granična rijeka Republike Hrvatske prema Republici Sloveniji na sjeverozapadnom dijelu poluotoka Istra. Podzemna voda je vezana za dobro vodopropusne karbonatne stijene tzv. Bujske antiklinalne geološke strukture prostiranja od Savudrije na zapadnoj strani strukture do Buzeta, gdje struktura tone pod klastične stijene centralnoistarskog fliškog bazena. Radi se o tipično ljuskavoj strukturi u graničnom području sedimentacijskih platformi, gdje su karbonatne stijene gornje kredne starosti s jugozapadne strane ograničeni dubokim reversnim rasjedom prema vodonepropusnoj masi fliških stijena eocenske starosti, a na sjeveroistočnoj strani su vodonepropusni klastiti u normalnom sedimentacijskom slijedu taloženi na stariju karbonatnu podlogu. Koliko je reversni rasjed s jugozapadne strane dubok najbolje ilustrira pojava geotermalne vode na području Istarskih Toplica (Sveti Stjepan). Pokrovne naslage u obliku crvenice prisutne su na velikom dijelu područja izgrađenog od okršenih karbonatnih stijena, a debljina se povećava prema obalnom području zapadne Istre od Savudrije prema Novigradu. Crvenica je tipični rezidualni ostatak nastao okršavanjem karbonatnih stijena i sastavom su to uglavnom pjeskovite gline niske plastičnosti sa sitnim kršjem vapnenaca. Pokrovne naslage zasigurno smanjuju intenzitet difuzne infiltracije padalina u krško podzemlje, međutim infiltracija je vezana za infiltraciju vode nakon kratkih površinskih tokova u dijelove terena bez pokrovnih naslaga. Dio vodne cjeline izgrađen od okršenih karbonatnih stijena drenira se podzemno, a dio izgrađeno od vodonepropusnih klastičnih stijena površinski, ali nakon toka površinom ponire uz rasjedni kontakt s karbonatnim stijenama i pridružuje se podzemnim tokovima.



Slika 2-3. Shematska hidrogeološka karta područja CPV Sjeverna Istra  
tamno zeleno – dogro vodopropusne karbonatne stijene; zeleno – osrednje vodopropusne karbonatne stijene;  
svijetlo zeleno – slabo vodopropusne karbonatne stijene, smeđe – u cjelini nepropusne naslage, plavo –  
međuzrnski vodonosnici promijenjive vodopropusnosti; svijetlo plavo – međuzrnski vodonosnici slabe  
vodopropusnosti kvartarne starosti; ljubičasto – međuzrnski vodonosnici slabe vodopropusnosti pretkvartarne  
starosti; crveni trokut – špilja, jama ili ponor; crni kvadrat – crpilište; plavi krug – nekaptirani izvor.

Podzemne vode u krškom mediju se najvećim dijelom koncentriraju prema krškim izvorima uz rijeku Dragonju, od koji su najveći Gabrijeleli (Slika 2-4 – lijevo), Bužin (Slika 2-4 – sredina) i Škudelin (Slika 2-4 – desno) bili kaptirani za vodoopskrbu Slovenskog Primorja u ukupnoj količini oko 120 l/s, a dio vode otječe duž strukture prema zapadnoj obali Istre od Savudrije do Novigrada i difuzno se miješa s morem u krškom podzemlju. U tom području su izvedeni brojni kopani i bušeni zdenci za napajanje poljoprivrednih površina u širem Savudrijskom području. U sklopu dosadašnjih hidrogeoloških istraživanja ove cjeline podzemne vode izvedena su tri trasiranja podzemnih tokova za potrebe određivanja zona sanitarne zaštite kaptiranih izvora, koja su pokazala da su najveće brzine podzemnih tokova vezane za lokacije aktivnih ponornih zona uz rub Bujske antiklinalne (2,07 cm/s), a da su brzine podzemne vode unutar karbonatnog vodonosnika zanatno manje (0,6 cm/s) i zasigurno se brzine povećavaju u neposrednom zaleđu krških izvora, a smanjuju prema zoni difuznog miješanja slatke i slane vode u obalnom području.



Slika 2-4. Izvori Gabrijeleli, Bužin i Škudelin

**Rijeka Mirna** je jedan od najznačajnijih drenažnih sustava Istarskog poluotoka, koji se prostire duboko u planinski masiv Ćićarije, pokriva veliki dio centralnoistarskog flišnog bazena, dio Bujske antiklinalne strukture i dio karbonatnog područja južne Istre. U geološkoj građi vodne cjelina dominira ljuskava struktura Ćićarije s izmjenom dobro vodopropusnih karbonatnih stijena kredne starosti i vodonepropusnih klastičnih stijena

paleogenske starosti, kojoj treba priključiti i područje Bujske antiklinale, gdje su formirani jaki krški izvori, zatim slijedi centralnoistarski fliški bazen izgrađen od vodonepropusnih fliških stijena paleogenske starosti i konačno karbonatno područje južnog dijela Istarskog poluotoka.

Planinsko područje Čičarije karakterizira luskava struktura dinarskog smjera prostiranja. Radi se o iskonski boranoj strukturi, s prevmutim borama i uzdužnim reversnim rasjedima nagnutih paraklaza prema sjeveroistoku. Jezgre bora izgrađuju vodopropusni vapnenci starosti od donje krede do paleogena, a u sinklinalnom dijelu su karakteristične pojave vodonepropusnih fliških klastičnih stijena. Vodonepropusne fliške stijene su u planinskom području u izdignutom položaju i podzemne vode antiklinalnih dijelova strukture teku ispod naslaga fliša tvoreći jedinstveni krški vodonosnik. Međutim, jedinstveni krški vodonosnik se drenira s jedne strane prema jugu i pripada slivu rijeke Mirne, a s druge strane prema Kvarnerskom zaljevu, što je potvrđeno s nekoliko trasiranja podzemnih tokova. Razvodnica između dva drenažna sustava je zasigurno zonarnog tipa ovisno o hidrološkim uvjetima, a linijski prikaz na hidrogeološkoj podlozi predstavlja u stvari široku zonu prelijevanja podzemnih voda u jednu i drugi cjelinu podzemne vode. Vodonepropusne fliške stijene svojim hipsometrijskim položajem postaju hidrogeološka barijera podzemnim tokovima iz planinskog područja Čičarija u zoni Hum – Buzet – Mlini, što je prirodna geološka granica luskave strukture Čičarije i centralnoistarskog fliškog bazena. U zoni kontakta javljaju se jaki krški izvori Sv. Ivan u Buzetu (min. 150 l/s; **Slika 2-5 - lijevo**) i Mlini (min. 20 l/s; **Slika 2-5 - desno**), od kojih je izvor Sv. Ivan uključen u vodoopskrbu Istarskog poluotoka.



Slika 2-5. Izvori Sveti Ivan i Mlini



Slika 2-6. Akumulacija Butonega

Centralno istarski fliški bazen izgrađen od vodonepropusnih klastičnih stijena izgrađuje veliki dio sliva rijeke Mirne. Širina fliškog bazena je oko 16 km i na cijelom tom području prevladava površinsko otjecanje. Oko polovice flišnog bazena drenira s površinski prema rijeci Mirni. Najveći vodotok je Butoniga, gdje je izgrađena akumulacija zapremnine 22,500.000 m<sup>3</sup> (**Slika 2-6**). Akumulirane količine vode koriste se nakon kondicioniranja za vodoopskrbu Istarskog poluotoka u vršnim uvjetima potrošnje tijekom ljetnih sušnih razdoblja. Centralnoistarski fliški bazen se postepeno zatvara prema području Buja i obrubljen je okršenim

karbonatnim stijenama paleogenske starosti (foraminiferski vapnenci). Dio padina od Oprtlja do Grožnjana se površinski nizom malih vodotoka drenira prema rijeci Mirni, a Bujski potok ponire i vode podzemno otječu prema krškim izvorima na lijevoj obali rijeke Dragonje. Treba naglasiti da na području izgrađenom od generalno vodonepropusnih fliških stijena postoje brojni mali izvori vezani za "plitke" podzemne vode u rastrošenom pokrivači na klastičnim stijenama ili s vodonosnikom u nekom proslojku pješčenjaka unutar pretežito glinovitog sedimenta. Brojni od tih izvora su kaptirani za lokalnu upotrebu, prvenstveno za poljoprivredu i napajanje stoke.

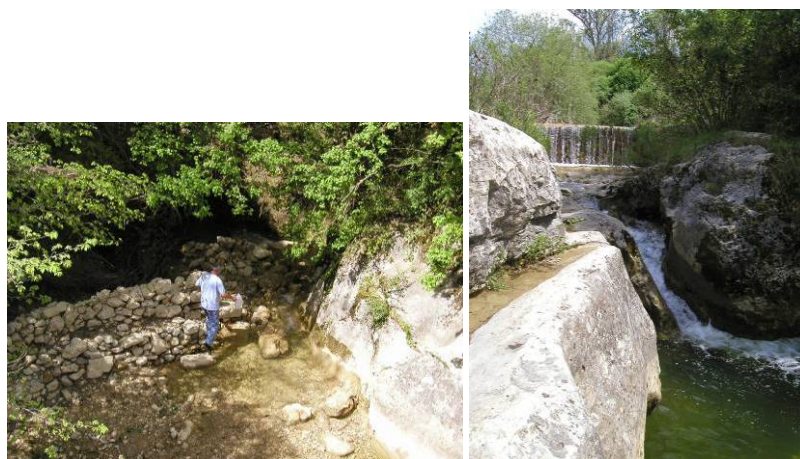
Poseban značaj za vodnu cjelinu Mirna ima tzv. Bujska antiklinala, koja jugoistočno od područja Momjana pripada slivu rijeke Mirne i napaja jaki krški izvor Bulaž (min. 100 l/s; **Slika 2-7 - lijevo**), koji je uključen u vodoopskrbu Istarskog poluotoka. Bujska antiklinala sa sjeverne strane zatvara centralnoistarski fliški bazen, koji se ponovno širi sa sjeveroistočne strane antiklinala na području susjedne Slovenije. Poveznice centralnoistarskog i slovenskog fliškog bazena je uska zona izgrađena od fliških stijena između izvora Bulaž i Buzeta. Na oko 1 km udaljenosti od izvora Bulaž prema zapadu je izvor termomineralne vode Istarske Toplice. Izdašnost termomineralnog izvora je nekoliko l/s s jakim utjecajem svježih voda, međutim važno je istaći ljekovitost termomineralne vode i porijeklo s velike dubine iz karbonatnog vodonosnika.



Slika 2-7. Izvori Bulaž i Gradole

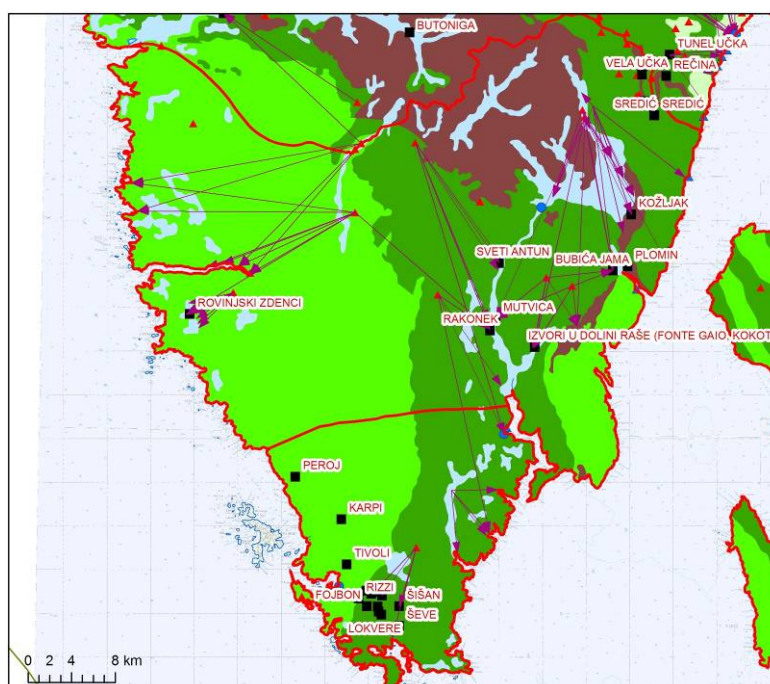
S jugozapadne strane fliškog bazena se prostire široko područje Istarskog poluotoka izgrađeno od karbonatnih stijena. Radi se o antiklinalnoj strukturi s jezgrom izgrađenom od karbonatnih stijena jurske starosti u obalnom području između Poreča i Rovinja. Mlađe karbonatne stijene do stratigrafske razine gornje krede periklinalno okružuju jezgru antiklinala s postepenim položajem naslaga smjera sjever – jug. Dio te velike antiklinalne geološke strukture podzemno se drenira prema rijeci Mirni i formiraju najveći krški izvor Istarskog poluotoka Gradole minimalne izdašnosti 400 l/s (**Slika 2-7 – desno**). Izvor je kaptirana za vodoopskrbu Istarskog poluotoka, a dio vode s izvora Gradole se transferira prema području Kopra u Sloveniji. Velika prirodna izdašnost izvora Gradole ostavlja mogućnosti za određene špekulacije s dimenzijama podzemne vodne cjeline, pa neki istraživači obzirom na indikacije praćenja onečišćenja upućuju na dotoke vode ispod dijela centralnoistarskog fliškog bazena, međutim rezultati ispitivanja prirodnih izotopa vode izvora Gradole upućuje na prihranjivanje iz centralnog dijela Istarskog poluotoka jugozapadno od fliškog bazena. U tom slučaju je upitna linijska granica vodne cjeline prema centralnom dijelu Istarskog poluotoka i najvjerojatnije se radi o povezanosti prihranjivanja i izvora Gradole i izvora uz desnu obalu rijeke Raše. Upućuju na to i trasiranja podzemnih tokova rađeni iz centralnog dijela poluotoka. Prije dvadesetak godina rađeno je u nekoliko navrata umjetno prihranjivanje izvora Gradole iz ponorne zone Čiže u Tinjanskoj Dragi (**Slika 2-8**). Mjereno je znatno povećanje izdašnosti izvora Gradole nakon dvadesetak dana od početka upoja vode u ponor. To je bio prvi pokušaj umjetnog napajanja krških vodonosnika u Hrvatskoj radi povećanja izdašnosti krških vodonosnika u funkciji vodoopskrbe.

Nizvodno od izvora Gradole rijeka Mirna tvori široku deltu malih nadvišenja nad morem i približavajući se ušću rijeke u more prisutan je utjecaj mora na slatkovodni sustav vodne cjeline Mirna.



Slika 2-8. Ponor Čiže u Tinjanskoj Dragi

### CPV Središnja Istra (HR KCPV 02) i CPV Južna Istra (HR KCPV 03)



Slika 2-9. Shematska hidrogeološka karta područja CPV Središnja Istra i CPV Južna Istra  
tamno zeleno – dogro vodopropusne karbonatne stijene; zeleno – srednje vodopropusne karbonatne stijene;  
svijetlo zeleno – slabo vodopropusne karbonatne stijene, smeđe – u cjelini nepropusne naslage, plavo –  
međuzrnski vodonosnici promijenjive vodopropusnosti; svijetlo plavo – međuzrnski vodonosnici slabe  
vodopropusnosti kvartarne starosti; ljubičasto – međuzrnski vodonosnici slabe vodopropusnosti pretkvartarne  
starosti; crveni trokut – špilja, jama ili ponor; crni kvadrat – crpilište; plavi krug – nekaptirani izvor.

Cjeline podzemne vode Središnja i Južna Istra obuhvaćaju najveći dio Istarskog poluotoka, od planinskog područja Učke i Čićarije na sjeveroistoku preko Pazina i ušća rijeke Mirne u more do samog vrha poluotoka rta Kamenjak na južnom dijelu poluotoka. Geološki je to vrlo kompleksno područje, koje obuhvaća dio ljuskave strukture istočnog dijela planinskog područja Čićarija, zatim dio strukture planine Učka na istočnoj strani poluotoka, istočni dio centralnoistarskog fliškog bazena i konačno okršeno karbonatno područje s južne strane fliškog bazena. Iz podnožja Čićarije i Učke dotječe vodotok Raša, koji drenira najveći dio istočnog dijela poluotoka, uglavnom površinski. Formu pravog stalnog vodotoka rijeka Raša poprima tek ulaskom rijeke u

kanjon kroz karbonatno područje, gdje su formirani brojni jaki krški izvori. Drugi značajan vodotok sjeveroistočnog dijela ove vodne cjeline je Pazinčica, koja pretežito površinski drenira veliki dio centralnoistarskog fliškog bazena i u cijelosti ponire nakon ulaska u karbonatno područje južne Istre.

Pazinčica je najveća rijeka ponornica na poluotoku Istra sa slivom izgrađenim pretežito od vodonepropusnih fliških stijena. Izrazito je bujičnog karaktera tijekom jakih kišnih razdoblja. Ograničene mogućnosti poniranja vode u krško podzemlje u zoni ponora izaziva poplave, koje dižu vodostaje usporene i preko 50 m.



Slika 2-10. Brana Letaj

Rijeka Raša drenira istočni i centralni dio Istarskog poluotoka i utječe u Kvarnerski zaljev tvoreći na ušću u more zaljev duboko uvučen u kopneni dio poluotoka. Korito rijeke je prostorno smješteno gotovo paralelno istočnoj obali poluotoka bez direktnih otjecanja u more zbog bočne barijere, koje tvori geološka struktura planinskog područja Učke i strukture Koromačno. Ušće rijeke je na mjestu gdje se navedene strukture prostiru pod morem. Geološka struktura Učka – Koromačno je tektonski presječena na mjestu Plominskog zaljeva, pa dio vode iz sliva rijeke Raše otječe krškim podzemljem prema krškom izvoru u Plominskom zaljevu. Uzvodni dio vodne cjeline rijeke Raše pripada istočnom rubu centralnoistarskog fliškog bazena s pretežitim površinskim otjecanjem, ali obzirom na istanjene fliške stijene na površini terena voda se iz rijeke gubi na brojnim ponorima uz rub fliškog bazena. To je i razlog gubitka vode iz akumulacije Boljunčica (6,500.000 m<sup>3</sup>; Slika 2-10), koja je tijekom sušnih razdoblja praktički mjesecima bez vode. Trasiranja su pokazala podzemnu vezu s nizvodnim jakim krškim izvorima uz korito rijeke Raše visokim prividnim brzinama podzemnih tokova između 4,16 i 6,4 cm/s. Pokazatelj je to postojanja dubokih podzemnih tokova ispod istanjenih vodonepropusnih fliških stijena. Dio vode, koja ponire u akumulaciji Boljunčica, otječe prema dubokim jamama napuštenog rudnika ugljena Potpićan, gdje stvara respektabilne količine podzemne vode, ali podzemne vodi upitne kvalitete zbog dugogodišnje eksploatacije ugljena. U graničnom području fliškog bazena i karbonatnog područja južne Istre formirano je Čepić polje, gdje se povremeno javljaju dotoci bujičnih voda sliva Boljunčice nizvodno od spomenute akumulacije. Ranije su te vode izazivale poplave polja, a izgradnjom tunela tridesetih godina prošlog stoljeća poplavne su vode kanalizirane prema Plominskom zaljevu.

Južno od Čepić polja započinje dio karbonatnog kompleksa južne Istre s pretežito podzemnom dinamikom vode u prostoru. Kanjon rijeke Raše je toliko duboko usječen u karbonatni masiv Istre tako da fizički odvaja podzemne vodonosne sustave s desne i lijeve strane rijeke. Na lijevoj obali Raše smješteni su krški izvori Šumber, Mutvica, te Fonte Gaia i Kokoti (ukupna minimalna izdašnost oko 250 l/s). Trasiranja podzemnih tokova su utvrdili povezanost tih izvora s ponornim zonama u uzvodnom dijelu rijeke Raše na području akumulacije Letaj i ponora iz neposrednog uplavnog područja izvora. Izvori Mutvica, Fonte Gaia (Slika 2-11 – lijevo) i Kokoti (Slika 2-11 – desno) su kaptirani za vodoopskrbu Labina (ukupna minimalna izdašnost 180 l/s). Kako su ti izvori kaptirani na vrlo malim nadmorskim visinama, tijekom i na kraju dugotrajnih ljetnih sušnih razdoblja, česte su pojave zaslanjenja izvorske vode.

Važno mjesto u hidrogeologiji vodne cjeline južna Istra ima centralnoistarski vodonosnik. Geološki je to dio zapadno istarske antiklinale s karbonatnim stijenama generalnog prostiranja sjever – jug kredne starosti. Analiza satelitskih snimaka je pokazala da je Istarski poluotok svojom sredinom uzdužno "pukao", što je prouzročilo spuštanje zapadnog dijela poluotoka i blago izdizanje istočnog dijela uz prirodno otvaranje pukotinskih sustava, koji su omogućili stvaranje centralnoistarskog vodonosnika. Vodonosnik se zasigurno drenira prema istočnoj strani poluotoka, prema izvorima na desnoj obali rijeke Raše, dijelom prema južnom



dijelu poluotoka, gdje su izgrađeni brojni kaptažni zahvati vode, a manjim dijelom prema zapadnoj obali poluotoka. Svi ti podzemni tokovi utvrđeni su brojnim trasiranjima. Može se pretpostaviti da je centralnoistarski vodonosnik otvoren i prema izvoru Gradole u vodnoj cjelini Mirna.



Slika 2-11. Crpilišta Fonte Gaia i Kokoti u dolini Raše

Krški izvori na desnoj obali rijeke Raše (Balobani, Sv. Anton, Rakonek, Grdak – ukupna minimalna izdašnost oko 500 l/s) su podzemnim tokovima vezani za centralnoistarski vodonosnik, koji se vodom napaja uglavnom iz ponorne zone vodotoka Pazinčica, formiranog u centralnom dijelu fliškog bazena (Slika 2-12). Potvrđeno je to s nekoliko trasiranja podzemnih tokova iz ponorne zone Pazinčice i ponornih zona u području centralnoistarskog vodonosnika. Od navedenih velikih krških izvora Rakonek je kaptiran za vodoopskrbu grada Pule, a svi ostali izvori su potencijal budućeg razvoja vodoopskrbe na području Istre. Posebno je hidrogeološki interesantan priobalni izvor Blaž u Raškom zaljevu (Slika 2-13), koji je u svom ranijem razvoju tijekom kvartara imao slične karakteristike kao i ostali krški izvori na desnoj obali rijeke Raše, ali je nakon dizanja razine mora djelomično potopljen i pod jakim je utjecajem mora. Svi dosadašnji pokušaji kaptiranja vode izvora Blaž nisu dali odgovarajuće rezultate.



Slika 2-12. Pazinski ponor

Istočna obala Istarskog poluotoka od Mošćeničke Drage na sjeveru do ulaska u Raški zaljev nije dio velikih cjelina registriranih na području Istarskog poluotoka, jer predstavlja barijeru, koja cjeline odvaja od mora. Jedino je na području Plominskog zaljeva ta barijera probijena s pojavom jakog krškog izvora (Bubić jama) s mogućim prodorom mora čak i u zonu izvora, pa se tijekom ljetnih sušnih razdoblja vrlo često osjeća utjecaj mora. Na ostalom obalnom području ima pojava manjih priobalnih izvora pod jakim utjecajem mora, koji

najvećim dijelom tijekom ljetnih sušnih razdoblja presušuju. Vezani su za lokalna dreniranja s područja barijere prema moru.



Slika 2-13. Izvorište Blaž (desno: Google Earth)

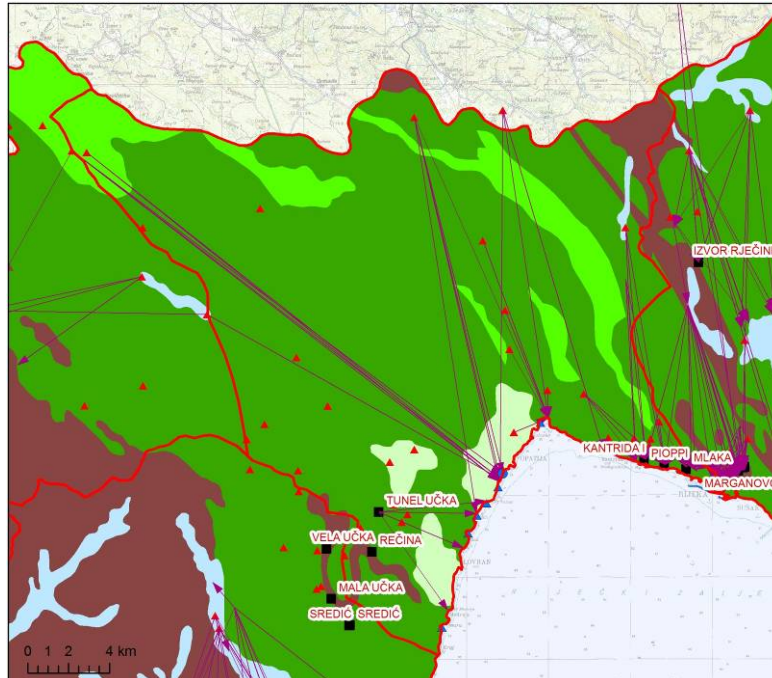
Dio podzemne vode akumulirane u centralnoistarskom vodonosniku drenira se prema zapadnoj obali Istarskog poluotoka s koncentracijom izviranja u Limskom kanalu i brojnim priobalnim izvorima od Poreča do Rovinja, kao i vrlo brojnim lokalnim zahvatima podzemnih voda u vidu kopanih i bušenih zdenaca. Dva takova zdenca, u Dugom polju kod Rovinja, nekada su se koristila i kao vodozahvat grada Rovinja, a sada su kaptirani za tvornicu ribljih konzervi Mirna i ne koriste se za vodoopskrbu. Manji dotoci prema zapadnoj obali Istre od onih prema dolini rijeke Raše na istočnoj strani poluotoka mogu se objasniti različitošću u geološkoj građi. Dok je istočna strana poluotoka izgrađena pretežito od dobro vodopropusnih vapnenaca, na zapadnoj se vapnenci izmjenjuju s dolomitima, što smanjuje prirodnu vodopropusnost stijenske mase i ograničava dotoke iz centralnoistarskog vodonosnika. Međutim, valja naglasiti da su u tom području izrađeni brojni bušeni i kopani zdenaci manjih izdašnosti, koji se koriste u poljoprivrednoj proizvodnji i da je sve veći pritisak za izradu novih zdenaca. Problem je otvoreno obalno područje i mjestimice duboki utjecaji mora na kopnene slatkovodne sustave, što upozorava na potrebu budućeg odgovarajućeg upravljanja sustavom radi opasnosti mogućih dubljih prodora mora u kopno.

Značajne količine podzemne vode iz centralnoistarskog vodonosnika otječu prema najjužnijem dijelu poluotoka, gdje je podzemna voda kaptirana brojnim kopanim i bušenim objektima. Zahvati su vezani za zonu dobro vodopropusnih vapnenaca gornjokredne starosti. Dio tih zahvata vode je ili je bio u sustavu javne vodoopskrbe grada Pule, a gotovo 1000 zdenaca je izvan kontrole i koristi se u poljoprivredi. Za javnu vodoopskrbu je na 12 lokaliteta kaptirano ukupno oko 200 l/s vode, a računa se da se gotovo identična količina eksploatira na ostalih oko 1000 lokaliteta izvan kontrole. Od 12 kaptažnih zahvata u vodoopskrbi su još 2 objekta s eksploatacijom od ukupno 50-tak l/s, a 10 objekata je napušteno zbog povremenih onečišćenja nitratima. Visok stupanj eksploatacije tijekom ljetnih sušnih razdoblja na rubnim dijelovima vodonosnika izaziva povišenje sadržaja klorida.

### **CPV Riječki zaljev (HR KCPV 04)**

Cjelina podzemnih voda Riječki zaljev predstavlja jedinstvenu kršku cjelinu podzemne vode s istjecanjem u obalnom području od Mošćeničke Drage do zapadnog dijela grada Rijeke, gdje u kišnim razdobljima istječu ogromne količine vode, a tijekom sušnih razdoblja se istjecanje koncentrira na dio obalnog pojasa oko Slatine u Opatiji i izvore u gradu Rijeci jugoistočno od brodogradilišta 3 Maj. Jugozapadna granica vodne cjeline je prvo vezana za položaje vodonepropusnih fliških stijena na području Učke, zatim je zonarna u planinskom području Čičarije unutar ljuskave strukture, koja se dijelom drenira prema izvorima u vodnoj cjelini Mirna (Sv. Ivan), a dijelom prema izvorima u Kvarnerskom zaljevu na području Opatije, što je potvrđeno trasiranjima podzemnih tokova. Razvodnica prema izvorima u Tršćanskom zaljevu u Italiji je također zonarna, promjenljivog položaja ovisno o hidrološkim uvjetima. U pretežito krškoj vodnoj cjelini površinski tokovi su rijetki, povremeni i vrlo kratki, osim uz sjeverni rub vodne cjeline izgrađen od vodonepropusnih fliških stijena, gdje površinski tokovi u kontaktnom području s flišom i krškim podzemljem otječu prema priobalnim izvorima u Kvarnerskom zaljevu, što je također potvrđeno s više trasiranja iz ponornih zona u rubnom dijelu krškog

vodonosnika. Najveći dio vodne cjeline je izgrađen od karbonatnih stijena gornje i donje kredne starosti, svojim pružanjem otvorenih prema obalnom području Kvarnerskog zaljeva. Cjelina ima status prekograničnog vodonosnika, jer dijelovi prelaze na područje susjedne Republike Slovenije.



Slika 2-14. Shematska hidrogeološka karta područja CPV Riječki zaljev  
tamno zeleno – dogro vodopropusne karbonatne stijene; zeleno – osrednje vodopropusne karbonatne stijene; svijetlo zeleno – slabo vodopropusne karbonatne stijene; smeđe – u cjelini nepropusne naslage; plavo – međuzrnski vodonosnici promijenjive vodopropusnosti; svijetlo plavo – međuzrnski vodonosnici slabe vodopropusnosti kvartarne starosti; ljubičasto – međuzrnski vodonosnici slabe vodopropusnosti pretkvartarne starosti; crveni trokut – špilja, jama ili ponor; crni kvadrat – crpilište; plavi krug – nekaptirani izvor.

Zona izviranja na dijelu istarskog poluotoka od Mošćeničke Drage do Preluke ima uglavnom karakteristike povremenih pojava vode, a stalna izviranja su vezana za koncentraciju Admiral – Kristal (Slika 2-15), gdje tijekom ljetnih sušnih razdoblja izvire gotovo  $1 \text{ m}^3/\text{s}$ , ali podzemne vode, koja je pod utjecajem mora i saliniteti vode prelaze  $1000 \text{ mg/l NaCl}$ . Ostali izvori presuše i more ima mogućnosti dubokih prodora u krško podzemlje.



Slika 2-15. Priobalni izvori u Opatiji (Kristal i Admiral)

Dio ove vodne cjeline vezan je za visoke zone planinskog područja Učke. Učka ima vrlo kompleksnu geološku građu. Najviši dijelovi planine izgrađeni od vodopropusnih karbonatnih stijena navučeni su preko vodonepropusnih naslaga fliša i hidrogeološki predstavljaju izolirani vodonosnik ograničenih dimenzija, ali dovoljan za formiranje interesantnog vodonosnika, koji prihranjuje brojne manje vodne pojave u vršnom dijelu

planine, koji su kaptirani za vodoopskrbu obalnog područja. Tijekom proboja cestovnog tunela kroz Učku otvoren je špiljski sustav velikih dimenzija u zoni navlačnog rasjednog kontakta karbonatnih stijena na flišu sa stalnom vodom (minimalno 16 l/s), koja je kaptirana za vodovod grada Opatije.



Slika 2-16. Izvor u brodogradilištu 3. Maj u Rijeci

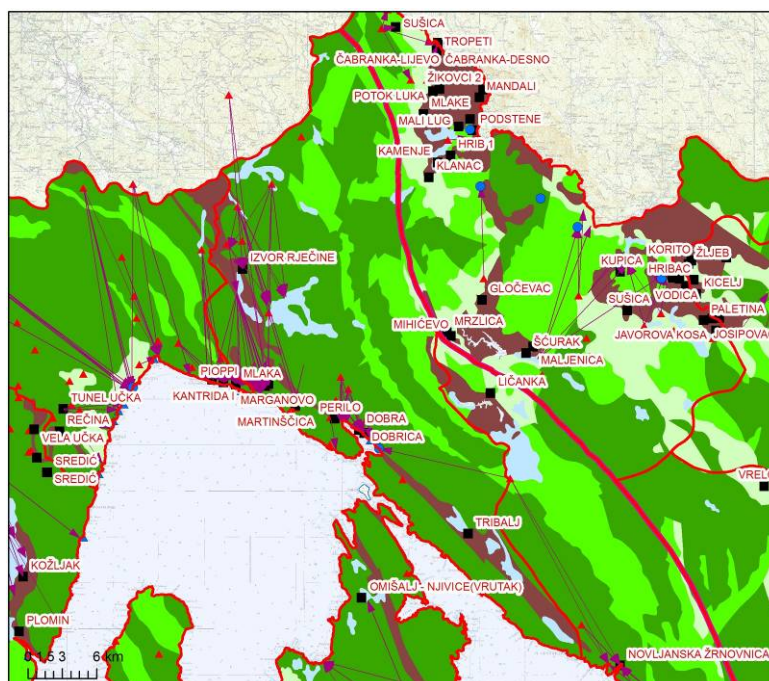
Drugi dio iste cjeline podzemne vode se drenira prema priobalnim izvorima između Preluke i grada Rijeke. Priobalni izvori od Preluke do brodogradilišta 3. Maj su povremeni, odnosno presuše tijekom sušnih razdoblja, a izvori od brodogradilišta prema centru grada Rijeke su stalni i dijelom kaptirani za današnju i raniju industrijsku proizvodnju (3. Maj, Pod Jelšun, Mlaka). Ukupna izdašnost tih izvora tijekom sušnih razdoblja dosiže i do 400 l/s. Najveći dio vode se koristi za brodogradilište (Slika 2-16) i Rafineriju nafte Rijeka. Podzemni dotoci prema tim izvorima su također vezani dijelom za poniruće vode uz rub fliškog bazena, a najvećim dijelom za prihranjivanje prostranog krškog sliva do mora. Ovaj dio cjeline podzemne vode najvećim je dijelom izgrađen od okršenih karbonatnih stijena donje kredne starosti, koje su također bočno otvorene prema utjecaju mora.

### **CPV Rijeka – Bakar (HR KCPV 05)**

Cjelina podzemne vode Rijeka – Bakar obuhvaća drenažne sustave izvora u gradu Rijeci i Bakarskom zaljevu, koji tvore hidrogeološku cjelinu u području najvećeg napajanja planinskom području Gorskog Kotara – Slovenski Snežnik, Snježnik, Tuhobić, a razdvajaju su u zonama distribucije podzemne vode prema gradu Rijeci i Bakarskom zaljevu. Geološka građa cjeline podzemne vode Rijeka – Bakar je vrlo kompleksna zbog položaja u graničnom području različitih makro tektonskih jedinica Dinarika i Adrijatika (Herak, 1986, 1994) s izraženim navlakama Dinarika preko Adrijatika. Morfološki dominira uzdužna tzv. Vinodolska fliška sinklinala, koja prema istom autoru ima formu tektonskog okna s vrlo značajnom hidrogeološkom funkcijom za ovu vodnu cjelinu. Vodonosnik izgrađuju stijene pretežito mezozojske starosti, a barijere su s jedne strane vodonepropusni klastiti paleozojske starosti na području Gorskog Kotara i klastiti paleogenske starosti u području Vinodolske doline s druge strane. Klastiti paleozoika su u području razvodnice Jadranskog i Crnomorskog sliva, a klastiti paleogena barijera istjecanju vode iz prostranog karbonatnog vodonosnika. Dubinsko prostiranje klastita paleogenske starosti u zoni istjecanja varira, pa i hidrogeološka funkcija barijere, koja na nekoliko mjesta duž Vinodolske doline gubi tu funkciju i moguća su protjecanja podzemne vode ispod vodonepropusnih stijena na jake krške izvore s jugozapadne strane doline izgrađene od vodonepropusnih klastita.

Vodoopskrbno je zasigurno najvrednije područje izviranja u gradu Rijeci, jer ti izvori pokrivaju vodoopskrbu velikog dijela Hrvatskog primorja. Radi se o ukupnim minimalnim izdašnostima od oko 2 m<sup>3</sup>/s, koji se prihranjuju podzemnom vodom iz planinskog područja Snježnika i dijelom planinskog područja iz susjedne države, što je potvrđeno trasiranjima podzemnih tokova izvedenih u sklopu brojnih istraživanja u Hrvatskom dijelu sliva i tijekom zajedničkih istraživanja graničnih područja sa stručnjacima iz Slovenije. Granica na sjeverozapadnoj strani sliva je razvodnica između Jadranskog i Crnomorskog sliva, koja je vezana za pojave slabo vodopropusnih dolomita gornje trijaskе starosti prostiranja između Snježnika i Risnjaka. To je područje velikih količina padalina, a godišnje ukupne količine u planinskom dijelu sliva sežu i do 4000 mm. Zbog relativno niskih retencijskih sposobnosti krških vodonosnika velika je amplituda količina istjecanja iz sustava, pa tijekom jakih kišnih razdoblja istječe i nekoliko stotina m<sup>3</sup>/s. Reljef i razvoj podzemnih tokova su direktna

posljedica litoloških karakteristika stijena, strukturne građe, hidrogeoloških svojstava stijena i promjena hidroloških i klimatskih prilika prvenstveno tijekom najmlađeg geološkog razdoblja kvartara. Ostaci naslaga kvartarne starosti su egzaktan pokazatelj zbivanja i dobra su osnovica za rekonstrukciju hidrogeoloških odnosa i dinamike vode u prostoru.



Slika 2-17. Shematska hidrogeološka karta područja CPV Rijeka – Bakar  
tamno zeleno – dogro vodopropusne karbonatne stijene; zeleno – osrednje vodopropusne karbonatne stijene; svijetlo zeleno – slabo vodopropusne karbonatne stijene, smeđe – u cjelini nepropusne naslage, plavo – međuzrnski vodonosnici promijenjive vodopropusnosti; svijetlo plavo – međuzrnski vodonosnici slabe vodopropusnosti kvartarne starosti; ljubičasto – međuzrnski vodonosnici slabe vodopropusnosti pretkvartarne starosti; crveni trokut – špilja, jama ili ponor; crni kvadrat – crpilište; plavi krug – nekapirani izvor.

Podzemni tokovi u cjelini podzemne vode Rijeka - Bakar su iz planinskog djela sliva koncentrirani prema Grobničkom polju, koje ima centralnu hidrogeološku funkciju u genetskom razvoju i današnjem funkcioniranju prirodnog sustava. Sedimenti pokazuju da je depresija Grobničkog polja formirana već tijekom pliocena, kada su za područje Dinarida bile karakteristične pojave izoliranih jezera s pretežito površinskim dotocima iz neposrednog uplavnog područja. Postepenim širenjem uplavnog područja Grobničkog polja napredovanjem procesa okršavanja povećavani su dotoci vode, koji su značajno aktivirali krške procese u nizvodnom dijelu sliva prema depresiji sjevernog Jadrana. Najveći dio otjecanja vode iz Grobničkog polja odvijao se podzemno, a visoki vodni valovi su probili površinske tokove, koji su i danas u vrijeme visokih vodnih valova aktivni. Sliv izvora u području grada Rijeke može se u skladu s genezom sustava podijeliti na visoku i nisku zonu. Visoka je glavno područje napajanja sustava u planinskom području Gorskog kotara s povremenom zonom istjecanja uz rub flišne doline. To je izvor Rječine (Slika 2-18), čija izdašnost varira između 0 i 100 m<sup>3</sup>/s i povremeni izvori na sjeverozapadnom rubu Grobničkog polja (oko 30 m<sup>3</sup>/s). Izvor Rječine je bez istjecanja oko 3 mjeseca godišnje, a povremeni izvori na SZ rubu Grobničkog polja su aktivni do 15 dana tijekom jakih kišnih razdoblja. Naročito je interesantno Grobničko polje, gdje na površinu istječu samo dijelovi visokih vodnih valova, međutim aktivna podzemna voda prisutna je i tijekom sušnih razdoblja, što je potvrđeno istražnim bušotinama. Dok vode izvora Rječine otječu površinski duž Vinodolske doline i kanjonom do mora uz manje gubitke na području Kukuljana i Pašca, vode Grobničkog polja dijelom poniru u ponornim zonama na Grobničkom polju, a dijelom otječu površinskim tokom u korito Rječine. Za formiranje jakih krških izvora u obalnom području naročito je značajno poniranje vode i podzemni tokovi na Grobničkom polju. Trasiranje podzemnih tokova kroz ponor Rupa na Grobničkom polju potvrdilo je brzu vezu tog područja s najvećim krškim izvorima u obalnom području sliva. Podzemne vode od Grobničkog polja protječu ispod vodonepropusnih fliških stijena Vinodolske doline i prihranjuju izvore Zvir (minimalna izdašnost 600 l/s; Slika 2-19 - lijevo), kaptažni

zahvat Zvir II (500 l/s; **Slika 2-19 - desno**), Marganovo (200 l/s; **Slika 2-20 - lijevo**), Martinšćica (400 l/s; **Slika 2-20 - desno**) i brojne druge izvore na području grada Rijeke, koji su sprovedeni u gradsku kanalizaciju. U slivu su za vodoopskrbu kaptirani izvor Rječine s gravitacijskim dotokom u gradsko područje i izvori Zvir, Zvir II i Martinšćica za sušna razdoblja, kada izvor Rječine nema prelijev.



Slika 2-18. Izvor Rječine (suh i u kišnom razdoblju)



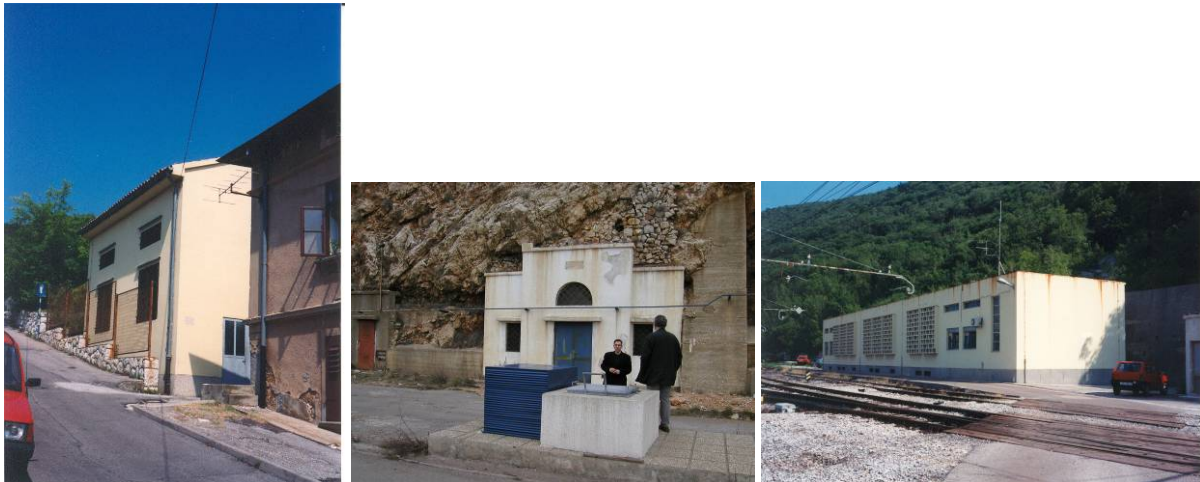
Slika 2-19. Izvor Zvir i kaptaza Zvir II



Slika 2-20. Probno crpljenje Marganova i zdenac B-3 na Martinšćici

Dio ukupnih količina podzemne vode na Grobničkom polju podzemno se distribuira prema izvorima u Bakarskom zaljevu, pa se prema tome može govoriti o jedinstvenoj cjelini podzemne vode s Riječkim izvorima i razdvajanju u niskoj zoni sustava prema Bakarskom zaljevu. U prvom redu treba istaći da je Bakarski zaljev dio Vinodolske doline potopljen morem, a izvori su vezani za rasjedni kontakt generalno vodopropusnog karbonatnog masiva i vodonepropusnih fliških stijena Vinodolske doline. Zona je izviranja ovog dijela cjeline podzemne vode je dno zaljeva kod grada Bakra i sjeveroistočna strana Bakarskog zaljeva. To su prirodni izvori Jaz – Perilo (minimalne izdašnosti 240 l/s), Dobra (30 l/s), Dobrica (110 l/s), priobalni izvori i Vrulje u uvali Črna, izvorište Žminjca kod Bakarca i cijeli niz priobalnih stalnih i povremenih izvora duž cijelog obalnog područja. Sliv ovih izvora se poput lepeze prostire padinama planinskog područja Gorskog Kotara izgrađenog od

karbonatnih stijena mezozojske starosti od trijasa do uključivo gornje krede i paleogena. Karbonatno područje cjeline podzemne vode je dio antiklinalne forme Gorskog Kotara, koja je u tjemenu presječena prodorom paleozojskih klastita. Krilo antiklinale je ispresijecano brojnim poprečnim i dijagonalnim rasjedima, koji su omogućili stvaranje glavnih drenažnih usmjerenja podzemne vode prema izvorima u obalnom području. Za javnu vodoopskrbu su kaptirana 3 izvora u Bakarskom zaljevu. To su kaptažni zahvat Perilo (240 l/s; **Slika 2-21 - lijevo**), Dobra (30 l/s; **Slika 2-21 - sredina**) i Dobrica (110 l/s; **Slika 2-21 - desno**). Problem kaptažnih zahvata u Bakarskom zaljevu su zaslanjivanja tijekom ljetnih sušnih razdoblja i isključivanje kaptažnih zahvata iz vodoopskrbe u vrijeme najveće potrošnje vode. Zašto Bakarski izvori zaslanjuju?. Razloge treba tražiti u hipsometrijskom odnosu vodopropusnih i vodonepropusnih stijena u zoni istjecanja, pa je dio karbonatnih vodonosnika potopljen morem s direktnim kontaktom slatkovodnih sustava s morem.



Slika 2-21. Crpilišta Perilo u Bakru, Dobra i Dobrica u Bakarskom zaljevu

Cjelina podzemne vode Rijeka – Bakar obuhvaća i dio obalnog područja Kostrena i Kraljevica – Novi Vinodolski, koje se generalno smatra hidrogeološki slabije aktivnim područjem, jer zbog položaja Vinodolske doline s vodonepropusnim fliškim stijenama u zaleđu nisu povezani s prostranim krškim područjima prema planinskom području Gorskog Kotara. To ne znači da u tom području nema manjih priobalnih izvora i formiranih lokalnih slivova s jugozapadne strane fliške barijere. Manje koncentracije izviranja registrirane su u Jadranovu, Dramlju i Selcima. Priobalni izvori su otvoreni utjecaju mora i zaslanjeni su veći dio godine.

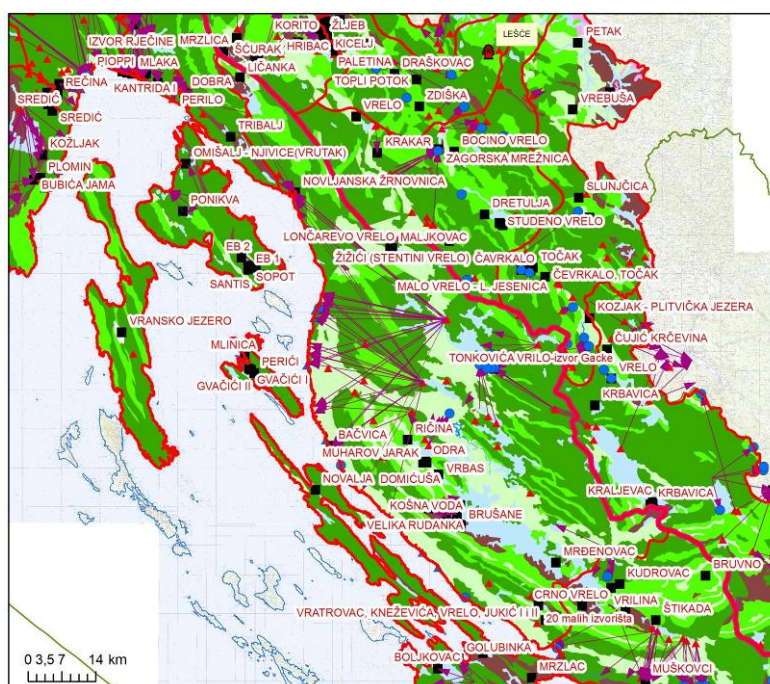
### **CPV Lika – Gacka (HR KCPV 06)**

Cjelina podzemne vode Lika - Gacka drenira široki prostor jugozapadnih padina planinskog područja od Rogoznog u Gorskom Kotaru preko Bitoraja do Velike Kapele u Lici. Od Senjske Drage vodna cjelina se širi na centralni dio Ličke regije obuhvaćajući planinsko područje Senjskog Bila i Velebita s priobaljem od Novog Vinodolskog do Selina, a u kontinentalnom području Like do planinskog područja Male Kapele i Ličkog Sredogorja. Prema susjednoj cjelini podzemne vode u Jadranskom slivu Zrmanja razvodnica je zonarna s evidentiranim tokovima podzemne vode prema obje cjeline.

U geološkoj građi ove vodne cjeline prisutni su svi elementi karakteristični za geološku građu Dinarida, od pretežito klastičnih stijena paleozojske starosti u antiklinalnim formama do potpunog litostratigrafskog slijeda mezozojske starosti, što znači debljinu karbonatnih stijena od nekoliko tisuća metara. Veliko površinsko rasprostiranje imaju tzv. Jelar naslage tercijarne starosti nastale u fazi ili iz orogenetskih pokreta, kada su se stvarale današnje strukturne forme. To su vrlo heterogene klastične stijene molasnog tipa, u kojima prevladavaju vapnenačke breče, ali sa značajnim udjelom finoklastične komponente.

Tektonski sklop cjeline podzemne vode Lika je vrlo kompleksan. Radi se o tipičnom području Dinarida geosinklinalnog razvoja strukturnih formi s pojavama tangencijalnih formi. Strukture sjeverozapadnog dijela vodne cjeline nastavne su na strukturne forme Gorskog Kotara do Senjske Drage, gdje je prodorom eruptivnih

stijena poremećena relativno jednostavna antiklinalna forma planinskog područja Velike kapele i otvoren široki prostor sa strukturama karakterističnim za Ličku regiju. U obalnom području je to planinski niz Senjsko Bilo – Velebit, a idući prema unutrašnjosti Like Ličko Sredogorje i Mala Kapela. Sve su to strukture antiklinalnog tipa, ali međusobno različitog hipsometrijskog položaja i različite tektonske razlomljenosti značajne za razvoj hidrogeoloških uvjeta. Senjsko Bilo je razbijena antiklinala s rotiranim dijelovima duž jakih rasjeda, koji omogućuju podzemna protjecanja vode prema priobalnim izvorima. Struktura Velebita se prostire od doline Bakovac potoka prema jugoistoku. To je antiklinalna forma s klastitima paleozoika i trijasa u jezgri. Lučno povijanje planinskog lanca ukazuje na moguću navlaku rubnog dijela strukture duž Velebitskog kanala. Struktura Ličko Sredogorje se nalazi sa sjeveroistočne strane strukture Velebit od koje je odvojena jakim uzdužnim rasjedom. Struktura Ličko Sredogorje je u relativno spuštenom položaju u odnosu na Velebit i karakterizirana je boranim formama i uzdužnim rasjedima Dinarskog smjera prostiranja. Boranu strukturu izgrađuju karbonatne stijene kredne starosti. Sa sjeveroistočne strane Ličkog Sredogorja je struktura Mala Kapela, a razdvaja ih jaki uzdužni rasjed. Struktura Mala Kapela je također antiklinala s karbonatnim stijenama jurske starosti u jezgri, što znači u relativno izdignutom položaju u odnosu na Ličko Sredogorje.



Slika 2-22. Shematska hidrogeološka karta područja CPV Lika – Gacka

*tamno zeleno – dogro vodopropusne karbonatne stijene; zeleno – osrednje vodopropusne karbonatne stijene; svijetlo zeleno – slabo vodopropusne karbonatne stijene, smeđe – u cjelini nepropusne naslage, plavo – međuzrnski vodonosnici promijenjive vodopropusnosti; svijetlo plavo – međuzrnski vodonosnici slabe vodopropusnosti kvartarne starosti; ljubičasto – međuzrnski vodonosnici slabe vodopropusnosti pretkvartarne starosti; crveni trokut – špilja, jama ili ponor; crni kvadrat – crpilište; plavi krug – nekapirani izvor.*

Granični uvjeti cjeline podzemne vode, smjerovi tečenja i pojave izvora i ponora u direktnoj su vezi s geološkom i strukturnom građom vodne cjeline. Strukturna jedinica Mala Kapela u formi JZ krila antiklinala ima hidrogeološku funkciju uzdužnog transfera vode iz područja Gorskog Kotara prema moru zbog položaja barijere izgrađene od fliških stijena (Vinodolska dolina), koje se tektonski zatvara na širem području grada Novog Vinodolskog. Podzemne vode iz područja Lič polja na taj način dijelom otječu prema cjelini podzemne vode Rijeka – Bakar, a dijelom prema cjelini podzemne vode Lika tvoreći jaki priobalni krški izvor Novljansku Žrnovnicu. Drugi dio vode Izvorišta Žrnovnica dotječe duž strukture Velika Kapela iz smjera Like zaobilazeći prodor eruptivnih stijena u Senjskoj Dragi sa istočne strane. Struktura Senjska Draga ima hidrogeološku funkciju lokalne barijere za regionalna kretanja podzemne vode. Struktura Senjsko Bilo, iako antiklinalne forme sa slabo vodopropusnim dolomitima trijase starosti u jezgri nema funkciju regionalne barijere kretanja podzemne vode prema priobalnim izvorima zbog uzdužne i poprečne razlomljenosti i rotacije pojedinih dijelova strukture, čime je otvoren prostor za protjecanje podzemne vode prema moru. Druga je situacija sa tektonskom jedinicom Velebit, koja u cjelini podzemne vode Lika ima hidrogeološku funkciju barijere i podzemne vode tog planinskog



područja otječu ili prema unutrašnjosti Ličke regije ili prema obalnom području formirajući povremene i stalne priobalne izvore u gotovo svakoj uvali. Ličko Sredogorje je važan vodonosnik cjeline podzemne vode Lika, jer svojim tektonski spuštenim položajem i prevladavajućim dobro vodopropusnim vapnencima u geološkoj građi stvaraju prirodne uvjete pogodne za razvoj tipičnih krških vodonosnika s pojavama jakih krških izvora. Strukturna jedinica Mala Kapela, iako također antiklinalne građe, svojim prostranstvom i prevladavajućim dobro vodopropusnim vapnencima u geološkoj građi, predstavlja važan vodonosnik u cjelini podzemne vode Lika. Na taj način strukturna i geološka građa diktiraju generlanu hidrogeološku sliku ove vodne cjeline.

Najvažniji vodonosni sustavi cjeline podzemne vode Lika su rijeke Gacka i Lika, gdje se koncentrira najveći dio vode sustava. U prirodnim uvjetima vode tih rijeka su u cijelosti ponirale u Gackom i Ličkom polju i krškim podzemljem otjecale prema priobalnim izvorima na potezu od Novog Vinodolskog do Karlobaga, što je potvrđeno trasiranjima podzemnih tokova iz ponornih zona navedenih rijeka, međutim izgradnjom Hidroelektrane Senj bitno su izmijenjeni prirodni uvjeti, naročito tijekom sušnih razdoblja, jer preljevne vode tijekom kišnih razdoblja još i danas otječu prema prirodnim ponorima.



Slika 2-23. Tonkovića vrelo i Majerovo vrelo

Sliv rijeke Gacke ima oblik široke "lepeze" oko stalnog izvorišta na području Ličkog Lešća i Sinca na jugoistočnom rubu Gackog polja. Glavni izvori izvorišnog područja rijeke Gacke su Tonkovića vrelo (Slika 2-23 – lijevo), Klanac vrelo i Majerovo vrelo (Slika 2-23 – desno), dok je vrelo Pečina izdvojeno i vode utječu u rijeku Gacku nizvodno od mosta u Čovićim. Na navedenim lokacijama izvire više od 80% ukupnih količina vode rijeke Gacke. Međutim, izvori su brojni, posebice tijekom kišnih razdoblja, kada cijela izvorišna zona daje velike količine vode. Na vodomjeru kod Čovića mosta mjere se vode izvorišnog područja rijeke Gacke. Srednja godišnja protoka je 11,2 m<sup>3</sup>/s, od čega Tonkovića i Klanac vrelo daju 65%, Majerovo vrelo 29% vode, dok je 6% vezano uz ostale male izvore. Sliv izvorišne zone rijeke Gacke je najveći dio Ličkog Sredogorja i jugozapadne padine planinskog područja Mala Kapela. Hidrogeološki gledano izvorišna zona rijeke Gacke formirana je na mjestu, gdje je prostiranje struktura Ličkog Sredogorja i Male Kapele presječeno masom tzv. Jelar naslaga, koje ovdje imaju funkciju hidrogeološke barijere. U izvorišnoj zoni rijeke Gacke za vodoopskrbu se koristi samo dio vode Tonkovića vrela u količini od oko 100 l/s. Zona izviranja se prostire do mjesta Čovići, odakle započinje zona estavela. Zonom estavela se može smatrati tok rijeke Gacke do mjesta Luke kod Otočca. Rijeka Gacka u zoni estavela u kišnim razdobljima ima hidrogeološku funkciju drena podzemne vode, a u sušnim funkciju poniranja vode u krško podzemlje. Nizvodno od mjesta Luke započinje ponorna zona rijeke Gacke. Kod mjesta Vivoze prirodni tok rijeke Gacke se račva u dva kraka, sjeverni krak prema Drenovom Klanacu, Brlogu i Hrvatskom polju i zapadni krak prema ponornoj zoni Švica. Prirodni uvjeti su izmijenjeni najprije početkom dvadesetog stoljeća prokopom kanala koji je glavninu voda Gacke preusmjerio prema spomenutoj ponornoj zoni Gacke, pedesetih godina prošlog stoljeća i izgradnjom HE Senj, pa danas u ponorne zone samo iznimno otječu preljevne vode tijekom kišnih razdoblja.

Sliv rijeke Like je smješten sa sjeveroistočne strane planinskog područja Velebit, koje u području rijeke like ima hidrogeološku funkciju barijere u odnosu na otjecanje vode prema moru. S hidrogeološkog aspekta rijeka Lika se bitno razlikuje od rijeke Gacke iako su obje dio istog vodnog sustava i nakon poniranja ulaze u zajednički vodonosnik, koji se podzemno drenira prema izvorima u obalnom području od Novog Vinodolskog do Karlobaga. Dok rijeka Gacka započinje jakim krškim izvorima, rijeka Lika započinje brojnim malim izvorima s relativno malim sabirnim površinama u zaleđu. Sliv rijeke se može prema geološkim karakteristikama podijeliti u dva dijela. Prvo je dio sliva koji pripada Velebitskom masivu od Medaka do Bakovac potoka u Kosinju, a drugo dio sliva u Ličkom Sredogorju s rijekom Jadovom, desnom pritokom rijeke Like. Iz Velebitskog masivu prema rijeci Lici dotječu brojni vodotoci (Počiteljica, Novčica, Otešica i dr) koji stalno

prihranjuju vodom rijeku Liku. Druga je situacija s rijekom Jadovom. Ta rječica ostaje bez vode tijekom sušnih razdoblja, a podzemne vode iz Ličkog Sredogorja teku podzemno ispod vodotoka Jadova prema koritu rijeke Like nizvodno od Medaka. Od Ribnika nizvodno do u Lipovo polje rijeka Lika teče područjem izgrađenim od Jelar naslaga, koje i ovdje imaju hidrogeološku funkciju izolatora, pa je na području Kruščice izgrađena brana i akumulacija sustava HE Senj. Za vodoopskrbu je kaptirano više izvora na Velebitskoj strani sliva. Centralno mjesto ima kaptažni zahvat Mrđenovac s oko 100 l/s. Slični hidrogeološki uvjeti nastavljaju se i nizvodno do mjesta Kosinj, gdje je planirana izgradnja još jedne akumulacije. Ulaskom korita rijeke Like u Lipovo polje započinje prvo zona estavela, a zatim poniranja. Rijeka Lika je u prirodnim uvjetima u cijelosti ponirala na brojnim ponorima u Lipovom polju, a izgradnjom HE Senj, vode rijeke Like su tunelom prebačene u sliv rijeke Gacke, gdje se kod Vivoza spajaju s vodama rijeke Gacke i kanalom prebacuju do retencije u Gusić polju i dalje prema instalacijama HE Senj u priobalju.



Slika 2-24. Crpilište Novljanska Žrnovnica



Slika 2-25. Jurjevska Žrnovnica

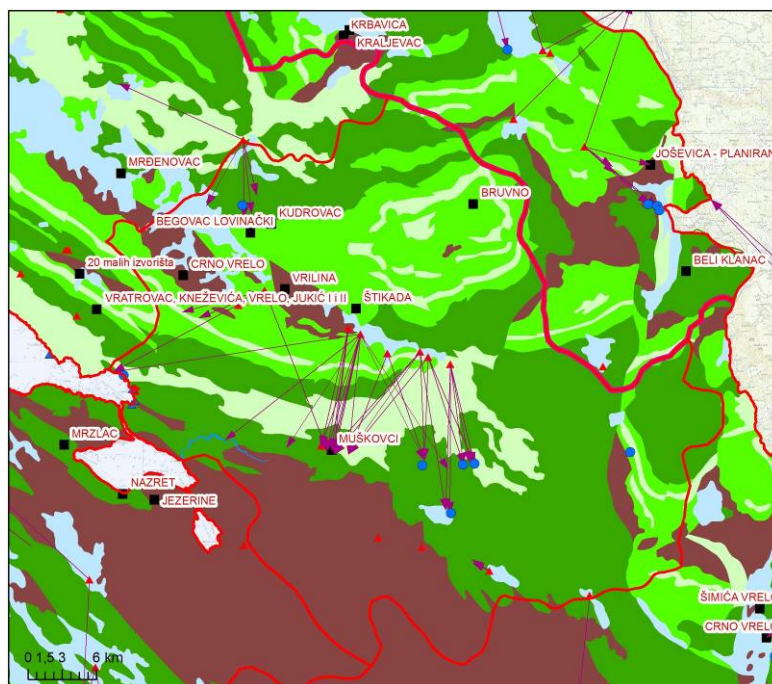
Prema tome, i vode rijeke Gacke i rijeke Like u prirodnim uvjetima poniru u Gackom odnosno Ličkom polju. Trasiranja podzemnih tokova iz ponornih zona obih rijeka pokazuju povezanost s izvorima u obalnom području od Novog Vinodolskog do Karlobaga. U obalnom području je registriran veliki broj izvora s najvećim koncentracijama izviranja na lokaciji Novljanska i Jurjevska Žrnovnica. Izvorište Novljanska Žrnovnica je zasigurno najvrednije i najveće izvorište u obalnom području ove vodne cjeline (Slika 2-24). Kaptiran je za vodoopskrbu gradova Crikvenica i Novi Vinodolski i okolnih općina u količini od oko 240 l/s. Izvorište se prihranjuje krškim podzemljem iz smjera Lič polja kod Fužina na sjeverozapadu vodne cjeline i iz ponornih zona rijeke Gacke i Like, što je potvrđeno trasiranjima podzemnih tokova. Dio izvorišta je tijekom ekstremnih sušnih razdoblja pod utjecajem i već se više desetaka godina rade sanacijski zahvati na izvorištu. Važnu hidrogeološku funkciju za dotoke podzemne vode u obalno područje ima prodor eruptivnih stijena, koji kao lokalna barijera odvaja sustave dotoka prema izvorištu Novljanska Žrnovnica od podzemnih dotoka prema Jurjevskoj Žrnovnici i ostalim priobalnim izvorima između Senja i Karlobaga. Najveći dio voda rijeka Gacke i Like nakon poniranja otječe prema priobalnim izvorima južno od Senja, a najveće prividne brzine podzemnog toka su zabilježene prema izvorištu Jurjevska Žrnovnica. U zoni izviranja Jurjevska Žrnovnica (Slika 2-25) voda izvire dijelom na izvorima oko 100 m udaljenim od obale i na vrlo jakim vruljama. Tijekom sušnih razdoblja "konusi" vrulja se smanjuju, a kopneni izvor zaslanjuje zbog utjecaja mora, najvjerojatnije kroz dio povremenih vrulja. Razlozi su ponovno daleko niže razine mora početkom kvartara, duboko okršavanje i konačno dizanje mora do recentnih razina i potapanje ranijih kopnenih izvorišta. Gotovo svaka uvala ima barem povremeni priobalni izvor, ponegdje su ti izvori i vrulje većih dimenzija. Trasiranjima podzemnih tokova iz ponorne zone rijeke Like

dobivene su pojave sve do područja Karlobaga, što ukazuje na mogućnost kretanja podzemne vode i ispod dijela navučenog dijela Velebita, ali to nije značajno za ovaj projekt.

Obalno područje od Karlobaga do Selina također pripada cjelini podzemne vode Lika, ali izvori u priobalju su vezani samo za jugoistočne padine Velebita i formirane lokalne vodonosnike u tom području bez utjecaja prostranih slivova u centralnom dijelu Like. Karakteristična lokacija ovog područja je pojava dva duboka kanjona Velika i Mala Paklenica s pojavama izvora visoko u planinskom području Velebita, koji su ranije korišteni za vodoopskrbu Starigrada, ali su zbog malog kapaciteta napušteni, a vodoopskrba vezana za rijeku Zrmanju.

### CPV Zrmanja (HR KCPV 07)

Cjelina podzemne vode Zrmanja najvećim dijelom drenira područje južne Like, zatim područje planine Poštak i manji dio Ravnih Kotara. Razvodnica prema vodnoj cjelini Lika je zonarna s položajem u prostoru ovisno o hidrološkim uvjetima. Sjeverna granica je praktički površinska zbog velike količine klastičnih sedimenata paleozojske i trijaskke starosti i seže do vrhova planinskog područja Kremen odakle se spušta na zaravnjeno područje Bruvna i preko područja Popine se prebacuje u planinsko područje Poštaka. Razvodnica na lijevoj obali rijeke Zrmanje na području Ravnih Kotara također je uglavnom površinska. Posebno je interesantno pratiti Velebit kao barijeru kretanja podzemne vode prema moru, jer na području vodne cjeline Zrmanja gubi tu važnu funkciju, čime se otvaraju putovi vode iz područja Like prema rijeci Zrmanji i moru.



Slika 2-26. Shematska hidrogeološka karta područja CPV Zrmanja

*tamno zeleno – dogro vodopropusne karbonatne stijene; zeleno – srednje vodopropusne karbonatne stijene; svijetlo zeleno – slabo vodopropusne karbonatne stijene, smeđe – u cjelini nepropusne naslage, plavo – međuzrnski vodonosnici promijenjive vodopropusnosti; svijetlo plavo – međuzrnski vodonosnici slabe vodopropusnosti kvartarne starosti; ljubičasto – međuzrnski vodonosnici slabe vodopropusnosti pretkvartarne starosti; crveni trokut – špilja, jama ili ponor; crni kvadrat – crpilište; plavi krug – nekapirani izvor.*

U geološkoj građi ove vodne cjeline dominantnu ulogu imaju strukturne jedinice Bruvno, Velebit i Ravi Kotari. Najstarije stijene su klastiti plaeozojske starosti registrirani na području Bruvna. Struktura Bruvno na sjeveroistočnom dijelu vodne cjeline ima formu brahiantiklinale s jezgrom izgrađenom od klastičnih stijena paleozojske starosti, na kojima u slijedu stijena karakterističnim za Dinaride periklinalno su taložene sve mlađe

naslage, a to znači klastiti i dolomiti trijaski i vapnenci jurske starosti sve do tzv. Ličkog rasjeda, koji odvaja strukturu Bruvno od strukture Velebit. Struktura Velebit je također antiklinalne forme s klastitima paleozojske starosti u jezgri, ali vodonepropusna jezgra antiklinalne je položena sjevernije od planinskog područja i izgrađuje zaravnjeni dio vodne cjeline uz Lički rasjed. Planinsko područje Velebita je izgrađeno od vodopropusnih karbonatnih stijena starosti od jure do krede. U dijelu vodne cjeline, koji pripada strukturi Ravnih Kotara prevladavaju Prominske naslage tercijarne starosti. To su klastične naslage, čiji je puni razvoj vidljiv na planini Promina. S Litološki su to lapori, konglomerati, pješčenjaci i druge vrste klastite, koji ovaj litostratigrafski član čini generalno vodonepropusnim. U visokim dijelovima sliva dominantna je struktura Bruvno, poznata po velikom dubinskom prostiranju vodonepropusnih klastičnih i slabo vodopropusnih dolomita. Zatim prema jugu slijedi Lički rasjed i klastične stijene paleozojske starosti, koje izgrađuje prostrano zaravnjeno područje Gračaca i karbonatne stijene strukture Velebita, koje su u podnožju planine prema rijeci Zrmanji jako razlomljene, jer to je granično područje prema relativno mirnim strukturama Ravnih Kotara izgrađenih pretežito od vodonepropusnih Promina naslaga.

U hidrogeološkom pogledu cjelina podzemne vode Zrmanja može se podijeliti u nekoliko dijelova, koji zajedno stvaraju vodni resurs rijeke Zrmanje. To su područje sjeveroistočno od Ličkog rasjeda, područje jugoistočno od Ličkog rasjeda do rijeke Zrmanje, planinsko područje Poštak i konačno područje, koje pripada strukturi Ravnih Kotara.

Područje sjeveroistočno od Ličkog rasjeda, odnosno područje strukture Bruvno, podzemno prihranjuje izvore dviju rijeka, Otuča na području Bruvna i Ričice, koja bočno drenira strukturu Bruvno između Raduča i Štikade. Rijeka Otuča sa svojim pritocima je formirana na području Bruvna izgrađenom od vodonepropusni klastičnih stijena. Otjecanje je površinsko i pripovršinsko s pojavama brojnih malih izvora, što je razlog bujičnog karaktera rijeke tijekom kišnih razdoblja. Rijeka od područja Bruvno teče prema jugu i kod Gračaca prelaskom u strukturnu jedinicu Velebit započinje poniranje s glavnim ponornim zonama uz južni rub Gračačkog polja. Vodotok Ričica teče paralelno prostiranju Ličkog rasjeda. Prirodni je drena za podzemne vode iz karbonatnog područja graničnog dijela strukturnih jedinica Bruvno i Ličko Sredogorje. Vode rijeke Ričice poniru na južnom rubu Štikadskog polja u dobro vodopropusnim vapnencima srednje trijaski starosti. Prema tome, gornja zona cjeline podzemne vode na području Bruvna je područje akumulacije vode, koja se prelaskom u strukturnu jedinicu Velebit gubi u krškom podzemlju.

Planinsko područje Velebit, odnosno južni završetak planinskog lanca na području cjeline podzemne vode Zrmanja više nema hidrogeološku funkciju barijere kretanju podzemne vode s područja Like. Vode Otuča, Ričice i nekoliko manjih vodotoka u gornjoj zoni poniru u krško podzemlje stvarajući tijekom kišnih razdoblja poplave dijelova polja zbog ograničenih prihvatnih kapaciteta ponornih zona. Nakon poniranja vode otječu prema nižoj drenažnoj razini vodne cjeline, a to rijeka Zrmanja i more, što je potvrđeno brojnim trasiranjima podzemnih tokova, kada je traser registriran na svim izvorima uz desnu obalu rijeke Zrmanje od Krupe i Ervenika do Obrovca i na priobalnim izvorima u uvali kod Rovanijske. Brojna trasiranja podzemnih tokova su rađeni za potrebe projektiranja HE Velebit. Vode rijeke Otuča i Ričice su akumulirane u Gračačkom polju prije gubitka vode u ponorima i zatim tunelom i tlačnim cjevovodom dovedena do instalacija hidroelektrane na razini rijeke Zrmanje na području Muškovca.

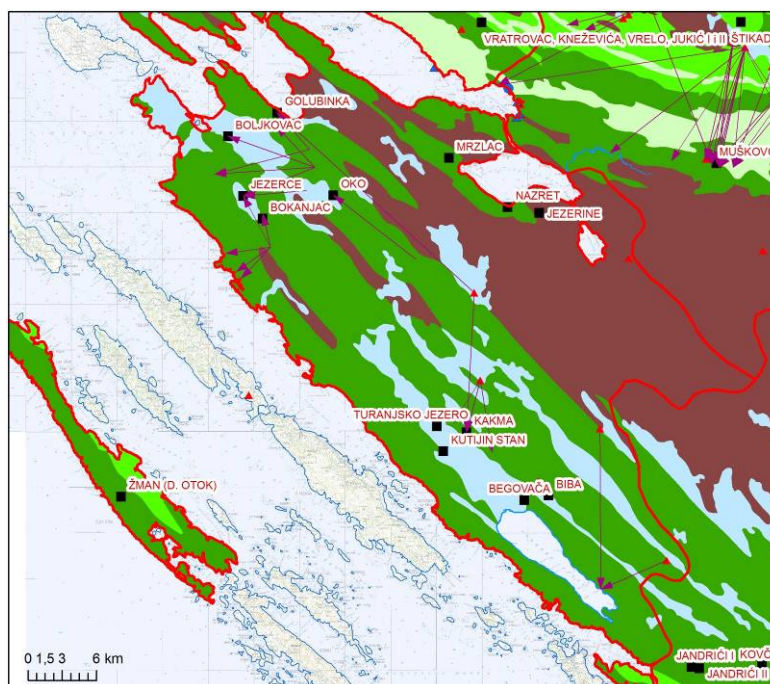
Rijeka Zrmanja je baza istjecanja za podzemne vode s područja južne Like. Rijeka započinje jakim krškim izvorom u podnožju planine Poštak, a duže desne obale rijeke do Prevjesa vodama glavnog izvora pridružuje se nekoliko krških izvora, koji drenira južne padine Velebita. S hidrogeološkog aspekta vodotok Zrmanja se može podijeliti u tri segmenta različitih hidrogeoloških obilježja. Prvo je to izvorišno područje rijeke do Kravljeg mosta izgrađeno od pretežito vodonepropusnih klastičnih stijena trijaski starosti iz podloge stijena koje izgrađuju strukturu Poštak. To je široka dolina, gdje je ranijih godina planirana izgradnja akumulacije na rijeci Zrmanji. Najvjerojatnije je dolina u ranom kvartaru bila izolirano jezero jednako kao i u proširenoj dolini rijeke kod Muškovca. Povećanjem dotoka vode u jezero proširenjem sliva na krško podzemlje aktivirao je formiranje ponornih zona na kraju doline i otvaranja s jedne strane kanjona za površinska otjecanja prema nizvodnom dijelu rijeke i s druge strane aktiviranja podzemnih tokova kroz okršene karbonatne stijene kredne starosti prema susjednom slivu rijeke Krke, gdje je formirano jako krško izvorište Miljacka. Trasiranje podzemnih tokova je potvrdilo tu podzemnu vezu i potvrdilo povezanost dvaju cjelina podzemne vode i kompleksnost hidrogeoloških odnosa u Dinaridima. Prema tome, u kanjonu dužine petnaestak kilometara vode dijelom poniru i kanjon je većim dijelom bez vode tijekom sušnih razdoblja. Što je kanjon rijeke Zrmanje od izvorišnog područja nizvodno povezao? Sličan razvoj hidrogeoloških odnosa kao i u uzvodnom izvorišnom

dijelu rijeke. Od Ervenika nizvodno započinje druga zona izviranja, koja drenira vode gornjeg horizonta vodne cjeline na području Gračaca. I ovdje ima indikacija razvoja sličnog razvoju u izvorišnoj zoni. Prilikom iskopa za instalacije hidroelektrane utvrđeno je postojanje više od 80 m debelih jezerskih sedimenata iz faze ranog kvartara i postojanja izoliranog jezera na području Muškovaca. Razvoj krških odnosa bitno je proširio naplavne površine i povećanom količinom vode omogućio otvaranje nizvodnog kanjona sve do Novigradskog mora, koje zasigurno početkom kvartara također bilo zatvoreno jezero obzirom na razine mora, koje su bile 150 m niže od današnjih. Nizvodno od Žegara rijeka Zrmanja je stalan vodotok, bogat vodom naročito nakon ušća rijeke Krupe u Zrmanju. Nizvodno od Janković buka rijeka Zrmanja je pod utjecajem mora.

Granica cjeline podzemne vode Zrmanja vrlo se malo širi na lijevu obalu rijeke nizvodno od Ervenika. To je granično područje Prominskih klastičnih naslaga i granice sliva su uglavnom površinske. Pojave manjih izvora vezane su uz lokalne vodonosnike unutar Prominskih naslaga.

Rijeka Zrmanja i izvori na području Muškovaca od strateškog su značaja za vodoopskrbu šireg područja grada Zadra.

### CPV Ravni kotari (HR KCPV 08)



Slika 2-27. Shematska hidrogeološka karta područja CPV Ravni kotari

*tamno zeleno – dogro vodopropusne karbonatne stijene; zeleno – osrednje vodopropusne karbonatne stijene; svijetlo zeleno – slabo vodopropusne karbonatne stijene, smeđe – u cjelini nepropusne naslage, plavo – međuzrnski vodonosnici promijenjive vodopropusnosti; svijetlo plavo – međuzrnski vodonosnici slabe vodopropusnosti kvartarne starosti; ljubičasto – međuzrnski vodonosnici slabe vodopropusnosti pretkvartarne starosti; crveni trokut – špilja, jama ili ponor; crni kvadrat – crpilšte; plavi krug – neaptirani izvor.*

Cjelina podzemne vode Ravni Kotari obuhvaća područje jugozapadno od Velebitskog kanala i Novigradskog mora do obalnog područja od Nina preko Zadra i Vranskog jezera do Pirovca. U geološkom pogledu vodna cjelina je formirana u karbonatnim stijenama Jadranske karbonatne platforme s karakterističnom ljuskavom strukturom, u kojoj se izmjenjuju vodopropusne karbonatne stijene i vodonepropusni klastiti. Jezgre antiklinalnih dijelova jezgri izgrađuju vapnenci gornje kredne starosti, a sinklinalne fliš paleogenske starosti. Prostiranje ljuskavih formi je sjeverozapad – jugoistok i to je ujedno i smjer prostiranja stijena različitih hidrogeoloških karakteristika. Dio vodne cjeline prema Karinskom i Novigradskom moru izgrađen je od

Prominskih naslaga, u kojima prevladava finoklastična komponenta i također ulaze u grupu vodonepropusnih stijena.

Podzemni tokovi su vezani za vodopropusne karbonatne stijene, okršene puno dublje od recentne razine mora zbog nižih razina mora tijekom kvartara. Do razine Škabrnje i Zemunika Donjeg podzemni tokovi su usmjereni prema sjeverozapadu, Ninskom i Ljubačkom zaljevu, gdje su smješteni jaki krški izvori (Golubinka, Boljkovac), koji su kaptirani za vodoopskrbu. Posebni značaj imaju izvori i zdenci u Bokanjačkom Blatu, koji su dugo godina bili jedini vodoopskrbni izvori grada Zadra, međutim povećanjem potreba za vodom i povećanim crpljenjem vodoopskrbni objekti su došli pod utjecaj mora, iako su desetak kilometara udaljeni od mora. Slična je sudbina i ostalih kaptiranih izvora u tom području, što ukazuje na postojanje morske vode ispod slatkovodnog sustava u dubokom krškom podzemlju i dizanje zone miješanja u uvjetima slabljenja pritiska slatke vode.



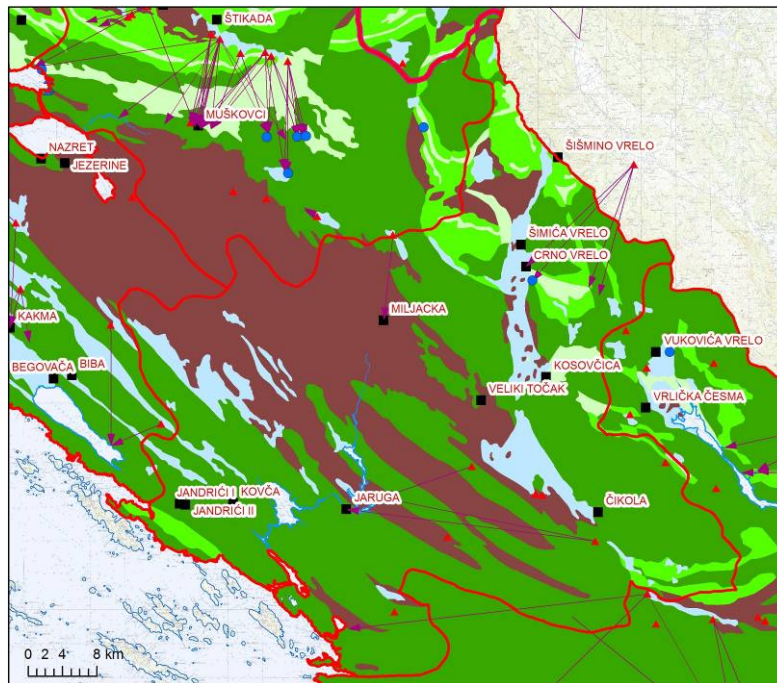
Slika 2-28. Vransko jezero kod Biograda n/m

Jugoistočno od područja Škabrnje i Zemunika Donjeg podzemne vode teku prema jugoistoku, prema najvećoj jezerskoj površini u Hrvatskoj Vranskom jezeru (Slika 2-28). Geološke strukture se produžuju iz područja Bokanjačkog blata i podzemni tokovi su paralelni prostiranju struktura i vezani su za antiklinalne forme izgrađene od vodopropusnih karbonatnih stijena. Drugi dio dotoka prema depresiji Vranskog jezera vezana je uz karbonatno područje šireg Benkovačkog kraja. To su izvori Kakma (80 l/s) i Biba (15 l/s) kaptirani za vodoopskrbu grada Biograda. Tijekom Domovinskog rata kaptiran je još izvor Begovača (35 l/s) neposredno uz Vransko jezero i izvor Turjansko jezero (50 l/s). Međutim u tom području je izvedeno više zahvata podzemne vode za navodnjavanje poljoprivrednih površina. Dio zahvata vode u blizini jezera je pod utjecajem mora. Površina Vranskog jezera je oko 30 km<sup>2</sup>, a dubina oko 4 m, što samo po sebi pokazuje da jezero nema izraženih limnoloških karakteristika, međutim razinom održava potencijal vode u krškom podzemlju Vranske depresije. U kišnim razdobljima jezerska masa se oslađuje (do 250 mg/l Cl), a u ljetnim sušnim razdobljima zaslanjuje, što znači da se jezero visinski nalazi u zoni miješanja slatke i slane vode.

### **CPV Krka (HR KCPV 09)**

Krka je prva cjelina podzemne vode idući od sjeverozapada prema jugoistoku Jadranskog sliva, čiji drenažni prostori sežu u susjednu državu Bosnu i Hercegovinu. Obuhvaća planinsko područje Dinare, najviše planine u Hrvatskoj, područje Knina i Drniša, gdje izviri najveće količine vode i formiraju rijeke Krku i Čikolu, zatim područje Nacionalnog parka Krka, dio Ravnih Kotara i obalno područje od Pirovca na sjeverozapadu preko Šibenskog zaljeva do Grebašnice na jugoistočnom dijelu obalnog područja. Geološki je to vrlo kompleksno područje, jer planinski dio vodne cjeline do tektonske zone Strmica – Knin – Petrovo polje pripada makrostrukturnoj jedinici Dinarika ili Visokih Dinarida, a najveći dio vodne cjeline sa zapadne i jugozapadne strane tektonske zone makrostrukturnoj jedinici Adrijatik. Koliko je ta tektonska zona snažna i regionalnog prostiranja s malim prekidima prema izvorišnoj zoni rijeke Une u Crnomorskom slivu najbolje potvrđuju pojave gipsa, eruptivnih stijena i klastičnih stijena paleozojske starosti. Geolozi promišljaju da se radi o zoni pucanja cijelog makrostrukturne jedinice Dinarika i prodora gipsa iz podloge Dinarida. Planinsko područje sa sjeveroistočne strane regionalnog rasjeda izgrađeno je pretežito od vodopropusnih karbonatnih stijena višestruko boranih formi prostiranja zapad – istok, generalno okomito na prostiranje regionalnog rasjeda. Posebno je izražena bora istočno od Knina sa slabo vodopropusnim dolomitima gornje trijasko starosti u jezgri, koja ima izuzetan hidrogeološki značaj za formiranje izvora rijeke Krke. Područje zapadno i jugozapadno od regionalnog

rasjeda ima karakteristične geološke strukture Ravnih Kotara. To je veliki broj bora Dinarskog smjera prostiranja s pojavama klastičnih fliških stijena u sinklinalnim dijelovima bora. Od Ervenika preko Puljana do Drniša je planinsko područje Promine s karakterističnim razvojem Promina naslaga.



Slika 2-29. Shematska hidrogeološka karta područja CPV Krka

*tamno zeleno – dogro vodopropusne karbonatne stijene; zeleno – osrednje vodopropusne karbonatne stijene; svijetlo zeleno – slabo vodopropusne karbonatne stijene, smeđe – u cjelini nepropusne naslage, plavo – međuzrnski vodonosnici promijenjive vodopropusnosti; svijetlo plavo – međuzrnski vodonosnici slabe vodopropusnosti kvartarne starosti; ljubičasto – međuzrnski vodonosnici slabe vodopropusnosti pretkvartarne starosti; crveni trokut – špilja, jama ili ponor; crni kvadrat – crpilište; plavi krug – nekaptirani izvor.*



Slika 2-30. Krčić

Kompleksni geološki uvjeti razlog su vrlo kompliciranih hidrogeoloških odnosa. Jaki krški izvori vezani su uz planinsko područje Dinare i njenog zaleđa na području susjedne države, jer planina Dinara ne predstavlja barijeru kretanju podzemne vode iz udaljenog zaleđa, što je potvrđeno trasiranjem podzemnih tokova s područja Bosanskog Grohova, kada je traser registriran krškim izvorima Krke i Crnom vrelu kod Knina i u izvorišnoj zoni povremenog vodotoka Krčić (Slika 2-30), koji na mjestu stalnog izvora utječe u rijeku Krku. Barijera istjecanju vode iz planinskog masiva Dinare i njenog zaleđa je antiklinala sa slabo vodopropusnim dolomitima trijasko starosti u jezgri. Duboki prodor vodonepropusnih stijena duž regionalnog rasjeda ima na cijelom području od Strmice preko Knina do Petrovog polja hidrogeološku funkciju barijere s pojavama brojnih stalnih i povremenih izvora duž istočnog kontakta s karbonatnim stijenama. Idući nizvodno količine vode na izvorima se smanjuju, jer se smanjuje i površina napajanja približavajući se susjednoj cjelini podzemne vode Cetina. Najjužniji krški izvor u toj zoni je Čikola u Petrovom polju, koji tijekom sušnih razdoblja nema

prelijevanja, a tijekom kišnih formira cijelu rijeku, koja utječe u rijeku Krku u Visovačkom jezeru. Za vodoopskrbu je kaptirano nekoliko krških izvora. To su Šišmino vrelo kod Strmice (150 l/s), Šimića vrelo (115 l/s), Crno vrelo (70 l/s), Kosovčica (70 l/s) i Čikola (120 l/s; [Slika 2-31](#)).



Slika 2-31. Izvor Čikole (s vodom i suh)

Nizvodno od Knina rijeka Krka ima kanjonski tip korita usječen u okršeni karbonatni Miljevački plato i borane strukture do ušća u Prošćansko jezero kod Skradina, koje okomito presijeca borane forme tipične za područje Ravnih Kotara. Hidrogeološki je vrlo interesantan Miljevački plato izgrađen od vodopropusnih vapnenaca kredne starosti hidrogeološki otvoren prema kanjonu rijeke Zrmanje. Trasiranjem podzemnih tokova je utvrđeno da poniruće vode rijeke Zrmanje istječu na izvorištu Miljacka na desnoj obali rijeke Krke (minimalno 400 l/s). Izvor je nastao u zoni kontakta dobro vodopropusnih vapnenaca Miljevačkog platoa i vodonepropusnih Prominskih naslaga, koje predstavljaju barijeru podzemnim tokovima. Rijeka Krka, jezera na rijeci, brojni slapovi preko sedrenih barijera i kanjon predstavljaju temeljni prirodni fenomen Nacionalnog parka Krka. Duž kanjona rijeke Krke nizvodno od izvora Miljevac do Visovačkog jezera nema značajnijih pojava krških izvora. U dijelu potopljenog dijela rijeke Čikole u Visovačkom jezeru poznata je pojava jakog krškog izvora Torak (850 l/s; [Slika 2-32 - lijevo](#)) i nizvodno od Skradinskog buka izvor Jaruga (550 l/s; [Slika 2-32 - desno](#)). Izvori su vezani uz podzemne dotoke iz karbonatnog područja prema Petrovom polju, što je potvrđeno trasiranjima podzemnih tokova. Nizvodno od Skradinskog buka rijeka Krka je pod utjecajem mora, pa djelomično iz izvor Jaruga, koji je kaptiran za vodoopskrbu grada Šibenika. Prošćansko jezero kod Skradina i Šibenski zaljev dio su potopljenog sustava rijeke Krke nakon dizanja razine mora poslije zadnje oledbe. U Prošćansko jezero s desne obale utječe vrlo dugačak bujični tok Guduča, koji drenira veliki prostor izgrađen od slabo vodopropusnih karbonatnih i vodonepropusnih fliških stijena i Promina naslaga prema području Benkovca.



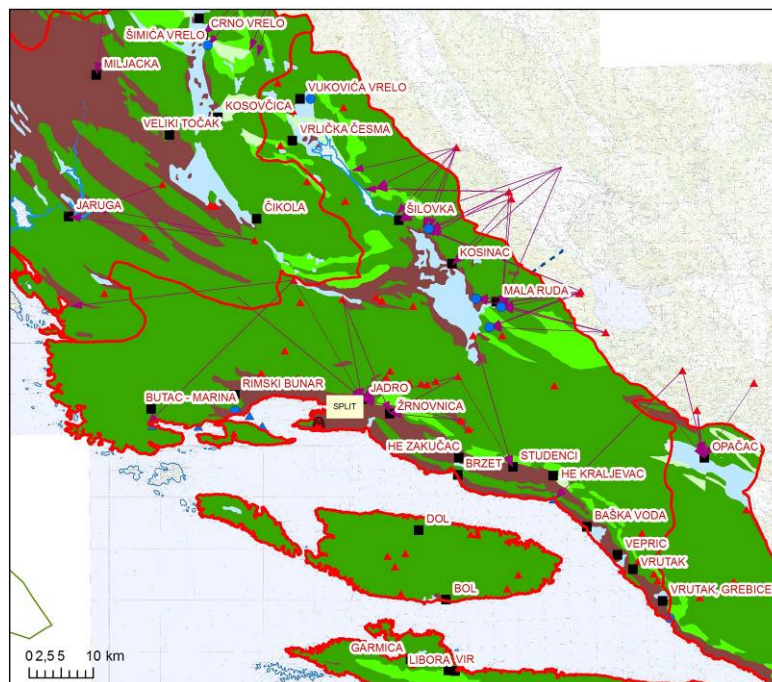
Slika 2-32. Izvor Torak i vodocrpilište Jaruga

U dnu Šibenskog zaljeva na području Zatona nalazi se jaki priobalni krški izvor Kovča, koji je pod utjecajem mora, pa su vode kaptirane galerijskim zahvatom u zaleđu izvorišta (22 l/s), a području od Vranskog jezera prema Vodicama izgrađena su također dva kaptažna zahvata Jandrići (45 l/s), koji pokazuju da je i obalno područje bogato slatkim podzemnim vodama.



### CPV Cetina (HR KCPV 10)

Cjelina podzemne vode Cetina obuhvaća u prvom redu rijeku Cetinu od njenog izvora na području Vrljike do ušća kod Omiša, međutim toj vodnoj cjelini pripada i obalno područje od Grebaštice na sjeverozapadu do priobalnih izvora i vrulja na području Drašnice jugoistočno od grada Makarske, kao i veliki dio krškog područja u susjednoj državi Bosni i Hercegovini. Geološka građa ove cjeline vrlo je slična geološkoj građi susjedne cjeline podzemne vode Krka. Najstarije registrirane stijene su eruptivi, gips i anhidrit (evaporitna serija) kod grada Sinja permotrijaske starosti. Nalaze se u zoni vulkansko – dijapirskih prodora, čije se prostiranje može pratiti od područja Petrovog polja prema Muću i Sinju, a oslabljeni i dalje od Jabuke prema Aržanu na području Buškog Blata. To je prema mnogim autorima ujedno i granično područje makrostrukturnih jedinica Dinarika i Adrijatika, barem na jednom dijelu svog prostiranja. Sjeverno od navedenog rasjeda područje je izgrađeno od karbonatnih naslaga mezozoika starosti od trijasa do gonje krede, a južno od zone rasjeda započinje borano područje ljuskavih tektonskih formi s karbonatnim stijenama kredne starosti u jezgri antiklinalnih formi i pojavama fliša i prominskih naslaga u sinklinalnim dijelovima struktura. Važno je istaći duboki prodor prominskih i paleocenskih klastičnih naslaga duboko u dolinu rijeke Cetine do izvorišne zone rijeke Cetine na području Civiljana.



Slika 2-33. Shematska hidrogeološka karta područja CPV Cetina

*tamno zeleno – dogro vodopropusne karbonatne stijene; zeleno – osrednje vodopropusne karbonatne stijene; svijetlo zeleno – slabo vodopropusne karbonatne stijene, smeđe – u cjelini nepropusne naslage, plavo – međuzrnski vodonosnici promijenjive vodopropusnosti; svijetlo plavo – međuzrnski vodonosnici slabe vodopropusnosti kvartarne starosti; ljubičasto – međuzrnski vodonosnici slabe vodopropusnosti pretkvartarne starosti; crveni trokut – špilja, jama ili ponor; crni kvadrat – cрпиlište; plavi krug – nekapirani izvor.*

Hidrogeološki odnosi su ovisni o litostratigrafskim vrstama stijena i strukturno – tektonskoj građi. Karbonatne stijene mezozojske starosti su generalno vodopropustan medij s različitim razinama propusnosti ovisno o litološkoj građi. Vapnenci su dobro vodopropusni, a dolomiti slabije vodopropusnosti i vrlo često unutar kompleksa karbonatnih stijena imaju funkciju lokalnih barijera. Klastični kompleks stijena je u cjelini vodonepopustan i ovisno o položaju u strukturnim formama imaju funkciju barijera. Klastične stijene paleozojske i trijaske starosti imaju generalno funkciju regionalnih barijera u visokim dijelovima vodne cjeline, a klastiti paleogenske starosti funkciju lokalnih barijera unutar vodne cjeline i barijere za konačno istjecanje vode iz vodne cjeline u morskom obalnom području. Cjelina podzemne vode Cetina može se podijeliti u nekoliko hidrogeoloških segmenata. To je izvorišni dio rijeke Cetine do uključivo Sinjskog polja s visokim dijelovima

sliva, koji sežu duboko na teritorij Bosne i Hercegovine, zatim rijeka Cetina nizvodno od Sinjskog polja do ušća u more i veliki krški izvori Jadro i Žrnovnica i obalno područje od Grebašnice do priobalnog izvora Pantan kod Trogira.



Slika 2-34. Vukovića vrelo

Centralno mjesto u cjelini podzemne vode Cetina ima rijeka Cetina, čiji se vodotok probija od područja Vrljke preko Sinjskog polja dubokim kanjonom do svog ušća u more kod Omiša. Početni izvor rijeke Vukovića vrelo (Slika 2-34) i cijeli niz krških izvora u zoni izviranja na području Paškog polja daju najveću količinu vode rijeke Cetine, koja je vezana za dotoke iz planinskog područja Dinare. Planina Dinara ima generalno sinklinalnu formu i ne predstavlja barijeru kretanju podzemne vode, što omogućuje podzemne dotoke iz udaljenih područja Livnjskog polja i dalje prema Duvanjskom polju. U kišnim razdobljima u izvorišnoj zoni rijeke Cetine izvire i nekoliko stotina  $m^3/s$  vode, a tijekom ljetnih sušnih razdoblja te količine padaju na nekoliko  $m^3/s$ . Rijeka Cetina zadržava funkciju drena za podzemne vode iz visokog dijela sliva prema Livanjskom polju, Duvanjskom polju i Buškom Blatu do mjesta Trilj, gdje prelazi preko barijere izgrađene od vodonepropusnih klastičnih stijena paleozojske i trijasko starosti. Duž lijeve obale rijeke od izvorišne zone do Trilja registrirano je nekoliko jakih krških izvora (Šilovka, Rumin, Kosinac, Mala Ruda, Jabuka), koji su povezani s područjem Buškog Blata, što je potvrđeno brojnim trasiranjima podzemnih tokova u pripremi izgradnje hidroenergetskog sustava na rijeci Cetini. Desna obala rijeke Cetine od izvorišne zone do Trilja također ima drenažnu funkciju, ali sliv je daleko manjeg prostranstva, pa su i pojave izvora manje i rjeđe (izvor Vrljka). Na području Sinja su to površinski dotoci vezani za područja izgrađena od vodonepropusnih klastičnih stijena.

Jugozapadno od rasjedne zone Muć – Sinj – Jabuka – Aržano započinju ljuskave strukture makrostrukturne jedinice Adrijatika s karakterističnim ljuskavim formama Dinarskog smjera prostiranja izgrađenim od vodopropusnih karbonatnih stijena kredne starosti i pojavama vodonepropusnog fliša u jezgrama sinklinalnih dijelova ljustaka. Rijeka Cetina do područja Biska ima usječen kanjon okomito na prostiranje strukturnih formi, a zatim nizvodno do Babajića korito rijeke skreće prema istoku i teče paralelno prostiranju struktura, gdje ponovno skreće prema jugozapadu i presijeca karbonatni plato do Zadvarja, gdje definitivno prelazi u područje izgrađeno od vodonepropusnih fliških stijena i korito skreće prema zapadu. Na rasjednom kontaktu vodopropusnog karbonatnog platoa i vodonepropusnih fliških stijena javljaju se brojni krški izvori, od kojih je najveći Studenci na području Kostanja. Rijeka Cetina u dijelu toka od Trilja do Zadvarja ima funkciju drena kod visokih voda i poniranja u sušnim razdobljima. Trasiranjem ponorne zone na području Biska utvrđena je povezanost s nizvodnim izvorištem Studenci, ali i povezanost s jakim krškim izvorima Jadro i Žrnovnica na području Splita, pa se zasigurno može tvrditi da navedeni izvori dobivaju dio vode iz Rijeke Cetine. Posebno je interesantno spomenuti da su izgradnjom akumulacije Đale uzvodno od Biska povećane količine vode na izvoru Žrnovnica.

Izvor Jadro (Slika 2-35 – lijevo) s više od  $3 m^3/s$  vode tijekom ljetnih sušnih razdoblja kaptiran je za vodoopskrbu grada Splita još od Rimskog doba, kada je izgrađena Dioklecijanov palača. To je jaki krški izvor, koji izvire iz jedne ljustke vapnenaca unutar vodonepropusnog fliša u rubnom tektonskom području planine Mosor. Barijera istjecanju je zone vodonepropusnih fliških stijena, a sliv je u karbonatnom zaleđu. Trasiranja podzemnih tokova su pokazala da se sliv poput lepeze širi od mjesta izviranja do tektonske zone Petrovo polje - Muć – Sinj, koja svojom funkcijom barijere ograničava drenažno područje izvora Jadro. Nova hidrogeološka istraživanja su pokazala da je zaleđe planine Kozjak također drenažno usmjereno prema izvoru Jadro. Izvor Žrnovnica (Slika 2-35 – desno) je nastao u vrlo sličnim geološkim uvjetima, ali je lociran bočno u odnosu na Jadro i uglavnom ovisi o podzemnim dotocima iz zone poniranja rijeke Cetine.



Slika 2-35. Izvori Jadro i Žrnovnica



Slika 2-36. Izvor Pantan

Obalno područje od uvale Grebašnice do priobalnog izvora Pantan kod Trogira (Slika 2-36) ima brojne manje priobalne izvore i jednu veliku koncentraciju istjecanja priobalni izvor Pantan povezan s vruljama u Kaštelanskom zaljevu. Smatra se da izvor Pantan predstavlja završno dreniranje područja Ravnih Kotara. Izviranje je vezano uz rasjedni kontakt dobro vodopropusnih karbonatnih i vodonepropusnih klastičnih stijena, ali obzirom na položaj na morskoj obali funkcija barijere nije uspostavljena, pa tijekom kišnih razdoblja podzemne vode prodiru duboko u Kaštelanski zaljev (pojava vrulja usred zaljeva), a tijekom sušnih razdoblja vrulje presuše, nadvlada more i izvor Pantan zaslanjuje. U nedavnoj prošlosti je bilo nekoliko pokušaja zahvata vode izvora Pantan, ali bez uspjeha zbog dubokih prodora mora u krško zaleđe. Jedini uspješni zahvat vode načinje je u krškom zaleđu uvale Marina, gdje je iskopom galerije dobiveno oko 10 l/s slatke vode za vodoopskrbu naselja Marina.

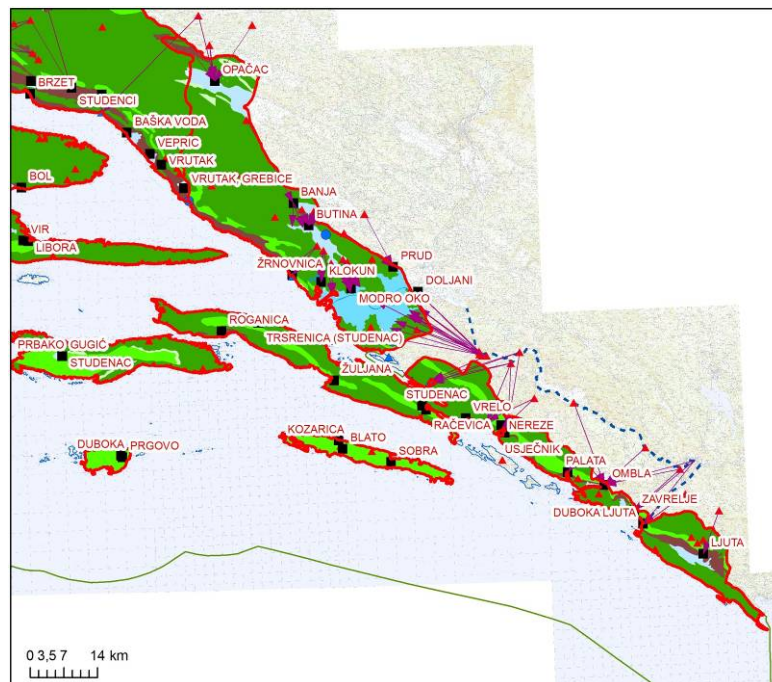


Slika 2-37. Uvala Vrulja kod Brela (Uvala Dubci)

Izvori i vrulje u obalnom području od ušća rijeke Cetine u more do uvale Drašnica također su dio cjeline podzemne vode Cetina. Karakteristika ovog područja je vodonepropusna fliška zone uz more s karakterističnim ljuskama vapnenaca unutar fliša s pojavama izvora, visokim planinskim područjem Biokova u neposrednom zaleđu i dijelom Dalmatinske Zagore sa sjeveroistočne strane Biokova. U obalnom području se ističu pojave velike vrulje u uvali Dubci kod Brela (Slika 2-37), izvori u Baškoj Vodi i vrulje u uvali Drašnice, gdje je fliška barijera potopljena morem. Podzemni dotoci u to priobalno područje su zasigurno vezani uz protoke podzemne vode kroz planinski masiv Biokova.

### CPV Neretva (HR KCPV 11)

Cjelina podzemne vode Neretva je zasigurno drenažno područje najvećeg rasprostiranja i vodnih rezervi u Jadranskom slivu, koji je vezan s teritorijem Republike Hrvatske. Međutim, u Hrvatskoj je samo delta rijeke nizvodno od grada Metkovića i dio krškog sliva na desnoj i lijevoj obali rijeke Neretve. U hidrogeološkom pogledu cjelina podzemne vode Neretva može se podijeliti na prostrana krška područja na desnoj i lijevoj obali rijeke. Rijeka Neretva pri tome ima drenažnu funkciju u cijelom svom toku kroz Hrvatsku na obje svoje obale. U hidrogeološkom pogledu zasebno treba promatrati krške cjeline podzemne vode na desnoj i lijevoj obali rijeke Neretve i samu deltu izgrađenu od naslaga međuzrnske poroznosti.



Slika 2-38. Shematska hidrogeološka karta područja CPV Neretva

*tamno zeleno – dogro vodopropusne karbonatne stijene; zeleno – osrednje vodopropusne karbonatne stijene; svijetlo zeleno – slabo vodopropusne karbonatne stijene, smeđe – u cjelini nepropusne naslage, plavo – međuzrnski vodonosnici promijenjive vodopropusnosti; svijetlo plavo – međuzrnski vodonosnici slabe vodopropusnosti kvartarne starosti; ljubičasto – međuzrnski vodonosnici slabe vodopropusnosti pretkvartarne starosti; crveni trokut – špilja, jama ili ponor; crni kvadrat – crpilište; plavi krug – nekaptirani izvor.*

**Vodno krško područje na desnoj obali rijeke Neretve** seže duboko u područje Dalmatinske Zagore i Hercegovine u susjednoj državi BiH, a obuhvaća i obalno područje od uvale Drašnica u Podbiokovlju do ušće rijeke u more. U Dalmatinskoj Zagori obuhvaća udaljena područja Imotskog, Rastočkog i Vrgoračkog polja i cijeli niz manjih krških polja i zaravni u tom tipičnom krškom području. U obalnom području od uvale Drašnica do Gradca postoje samo manji priobalni izvori vezani uz lokalne vodonosnike u obalnom području zbog izolacijske hidrogeološke funkcije fliša eocenske starosti u odnosu na prostrano krško špodručje u zaleđu planinskog područja Biokova. Kod Gradca hidrogeološka funkcija fliša prestaje i krški vodonosnik regionalnih razmjera je otvoren za podzemne tokove do mora. Potvrda je trasiranje podzemnih tokova iz ponorne zone u Vrgoračkom polju, kada je traser registriran na priobalnom izvorištu Gradačka Žrnovnica (Slika 2-39), koji je ranije služio za vodoopskrbu Gradca, ali je zbog ljetnih zaslanjenja nađeno drugo rješenje regionalnim povezivanjem na vodoopskrbni sustav grada Ploča s izvora Klokun na Bačinskim jezerima. U geološkom sastavu ove vodne cjeline prevladavaju okršene karbonatne stijene mezozojske starosti pretežito kredne starosti. Tektonski je to cijeli niz "ljusaka" dinarskog smjera prostiranja, koje se izmjenjuju s vodonepropusnim fliškim stijenama, a protjecanja okomito na prostiranje takovih strukturnih formi su mjesta istanjenja ili potpune redukcije vodonepropusnih fliških naslaga. Vode višestruko izviru i poniru na različitim stepenicama označenim pojavama krških polja.



Slika 2-39. Gradačka Žrnovnica



Slika 2-40. Modro oko i Prud

Imotsko polje je najviša krška pojava na nadmorskoj visini oko 280 m s jakim krškim izvorištem Opačac minimalne izdašnosti oko  $1 \text{ m}^3/\text{s}$ . Posebno su interesantne i atraktivne pojave Crvenog i Modrog jezera dubine preko 100 m, koje je nemoguće povezati s navedenim izvorištem zbog velikih razlika nadmorskih visina. Vode Imotskog polja poniru na nizu ponora na jugoistočnom dijelu polja, a tijekom visokih vodnih valova česta su poplavljanja najnižih dijelova polja. Trasiranja podzemnih tokova su pokazala da vode Imotskog polja nakon toka krškim podzemljem ponovno izviru na Rastočkom polju na nadmorskoj visini oko 60 m. Na području Hrvatske je samo dio Rastočkog polja i povremeni izvor Vela Banja kaptiran za vodoopskrbu Vrgorca (min. 60 l/s). Voda je stalno prisutna u izvorskoj jami, ali tijekom sušnih razdoblja nema izlivanje vode na površini terena. Glavni stalni izvori Rastočkog polja su na teritoriju BiH. Vode Rastočkog polja poniru na jugozapadnom rubu polja i ponovno se javljaju na izvorima u Vrgoračkom polju na nadmorskoj visini od oko 25 m na izvoru Butina (min. 20 l/s). Baza istjecanja ove vodne cjeline je rijeka Neretva, odnosno delta rijeke Neretve. Od ušća prema unutrašnjosti delte su to Baćinska jezera i izvori Klokun (min. 140 l/s), Modro Oko (min. 500 l/s; **Slika 2-40 – lijevo**) i Prud (min. 300 l/s; **Slika 2-40 - desno**). Izvorište Prud je kaptirano za vodoopskrbu poluotoka Pelješca i otoka Korčule, izvorište Klokun za vodoopskrbu grada Ploče. Sva navedena krška polja na različitim stepenicama vodne cjeline su djelomično ili u cijelosti plavljena tijekom jakih kišnih razdoblja zbog ograničenih mogućnosti poniranja, pa su zbog obrane od poplave prokopana dva hidrotehnička tunela između Rastočkog i Vrgoračkog polja i između Vrgoračkog polja i Baćinskih jezera (**Slika 2-41**).



Slika 2-41. Baćinska jezera



Slika 2-42. Izvor Omble

**Vodno krško područje na lijevoj obali rijeke Neretve** obuhvaća najjužniji dio R. Hrvatske od Metkovića u rijeku Neretvu i šire područje Dubrovnika do Prevlake. Osnovna karakteristika ovog vodnog područja je da se izvorišta nalaze na teritoriju Republike Hrvatske, a najveći dio slivova u susjednoj Republici Bosni i Hercegovini. Glavni vodotok vodnog područja na desnoj obali rijeke Neretve je rijeka ponornica Trebišnjica, koja izvire kod Bileće, teče Popovim poljem u Istočnoj Hercegovini i ponire na zapadnom rubu polja. Trasiranjima podzemnih tokova je utvrđena povezanost s krškim izvorima uz lijevu obalu rijeke Neretve. Duž Popovog polja su registrirani brojni ponori, koji su povezani s izvorima u Dubrovačkom primorju od uvale Bistrac na zapadnom dijelu do izvorišta Ljuta u Konavljima. To su pojave vrlo jakih krških izvora kao što su Ombla (min. 3,4 m<sup>3</sup>/s; **Slika 2-42**), Palata (min. 30 l/s), Duboka Ljuta (min. 165 l/s; **Slika 2-43 – lijevo**), Konavovska Ljuta (min. 80 l/s) i dr. Najveći dio tih izvora je kaptiran za vodoopskrbu gradova i naselja Dubrovačkog primorja i otoka. Geološka situacija je na lijevoj obali rijeke Neretve bitno izmijenjena u odnosu na desnu. U Dubrovačkom primorju su vodopropusne karbonatne stijene Dinarske platforme (Dinarik) navučene preko Jadranske platforme (Adrijatik). U obalnom području se kontinuirano prostiru vodonepropusne naslage fliša kao rubne naslage Jadranske karbonatne platforme i čine hidrogeološku barijeru dotocima podzemne vode iz smjera ponornih zona rijeke Trebišnjice. Barijere su na mjestima izvora duboko erodirane i tijekom sušnih razdoblja su mogući utjecaji mora i blago zaslanjivanje nekih od izvora.



Slika 2-43. Izvor Duboka Ljuta (Robinzon) i HE Plat

U vodnom području na lijevoj obali rijeke Neretve na rijeci Trebišnjici izgrađen je jedan od najvećih hidroenergetskih sustava, koji obuhvaća veliku akumulaciju Bileća zapremnine 1.100 milijuna m<sup>3</sup>, kompenzacijski bazen Gorica zapremnine 9 milijuna m<sup>3</sup>, strojarnicu HE Plat kod Cavtata (**Slika 2-43 – desno**), gdje nakon proizvodnje električne energije u more praktički kontinuirano otječe 90 m<sup>3</sup>/s vrlo kvalitetne voda i

kanalizirane rijeke do najzapadnijeg dijela Popovog polja, odakle se voda hidrotehničkim tunelom odvodi na strojarnicu HE Čapljina.

**Delta rijeke Neretve** se može promatrati kao zasebna vodna cjelina s prevladavajućom međuzrnskom poroznošću. Širina delte u Hrvatskoj je oko 8 km s time da se na nekim mjestima suzuje na svega 1-2 kilometra. Debljina aluvijalnog nanosa rijeke Neretve u delti varira od više od 120 m do svega nekoliko metara. Tako velika debljina aluvijalnog nanosa rijeke Neretve može se rastumačiti nižim razinama mora u Sredozemnom području, početkom kvartara nižim za oko 150 m od današnje (Šegota, T, 1983). Izvedena istražna bušenja za različite potrebe u delti pokazuju vrlo česte promjene litološkog sastava kvartarnog nanosa, ovisno o uvjetima tečenja u delti. U vrijeme jakih donosa slatke vode u međuglacialnim razdobljima prevladavaju krupnoklastične komponente šljunak i pijesak, a tijekom smanjenih dotoka u vrijeme glacijala sitnozrne komponente (glina). Posebno je interesantan odnos u zadnjoj fazi taloženja s jakim utjecajem mora, kada su nastale velike mase glinovitog sedimenta s puno organske komponente. Takav heterogeni litološki sastav delte razlog je i brze izmjene vodonosnih i vodonepropusnih slojeva. Uz rub delte s obje strane karakteristične su pojave velikog broja krških izvora, koji uz rijeku Neretvu donose u deltu najveću količinu vode. Delta je isprepletana s brojnim kanalima za odvodnjavanje i prirodnim tokovima duž kojih se duboko u deltu do Metkovića osjeća utjecaj plime i oseke, pa i utjecaji morske vode, koja smanjenim dotocima slatke vode sve više utječe na kvalitetu vode u delti. Podzemlje također pruža mogućnost dubokih prodora morske vode u deltu duž fosilnih korita rijeke. Istražne bušotine uz samo obalu mora pokazuju visoku saturiranost podzemlja slanom morskom vodom.

### **CPV Jadranski otoci (HR KCPV 12)**

Jadranski otoci su dio Jadranskog sliva odvojen morem od velikih kopnenih cjelina podzemne vode, međutim stvaranje tih vodnih cjelina tijekom kvartara je povezano s kopnenim cjelinama. Naime, morska razina je početkom kvartara bila do 150 m niža od današnje, a prostori između kopna i otoka bili su tokovi rijeka, koje su dotjecale s velikih kopnenih krških slivova i izolirana jezera. Koliko su erozijski prostori u vrijeme niskih razina mora bili duboki najbolje pokazuje debljina riječnih tzv. flow sedimenata od preko 100 m u delti rijeke Neretve i okolnim zaljevima, koji nisu mogli nastati u morskom arealu. Na otocima su stvorene lokalne cjeline podzemne vode s dubinom okršavanja do nekadašnje razine mora. U ranoj fazi razvoja cijelog prostora to su bile pojave manjih izvora duž korita vodotoka, a nakon dizanja mora do današnjih razina vodonosnici na otocima su ostali kao izolirane cjeline, velikim dijelom pod utjecajem mora. Slatkovodni sustavi na otocima su uglavnom ograničenih dimenzija, iz kojih slatke vode praktički bez zadržavanja otječu ili se difuzno miješaju s morem.

Samo su tri otoka u Jadranu, gdje se vodoopskrba u velikoj mjeri pokriva iz vlastitih cjelina podzemne vode. To su otoci Krk i Cres na sjevernom Jadranu i otok Vis na južnom Jadranu. Međutim, jedino otok Cres povezan s Lošinjem nema barem za sada problema s pitkom vodom (110 l/s), jer vodoopskrba vezana za najveću jezersku slatkovodnu pojavu na našim otocima – Vransko jezero zapremnine oko 220 milijuna m<sup>3</sup> vode, koja se u godišnjim ciklusima obnavlja, ali s povremenim sniženjem razine jezera tijekom višegodišnjih ciklusa sušnih godina. Otok Krk ima više izvora i zahvata pitke vode na otoku (oko 250 l/s), ali zbog velike potrošnje tijekom ljetnih turističkih sezona ima problema s vodom i u tijeku je povezivanje s kopnenim vodnim resursima Hrvatskog Primorja. Otok Vis je najudaljeniji nastanjeni otok u južnom dijelu Jadrana, koji ima svoje izvore podzemne vode (20 l/s), međutim razvoj turizma donio je probleme s količinom pitke vode i postoji potreba za dodatnim količinama tijekom ljeta.

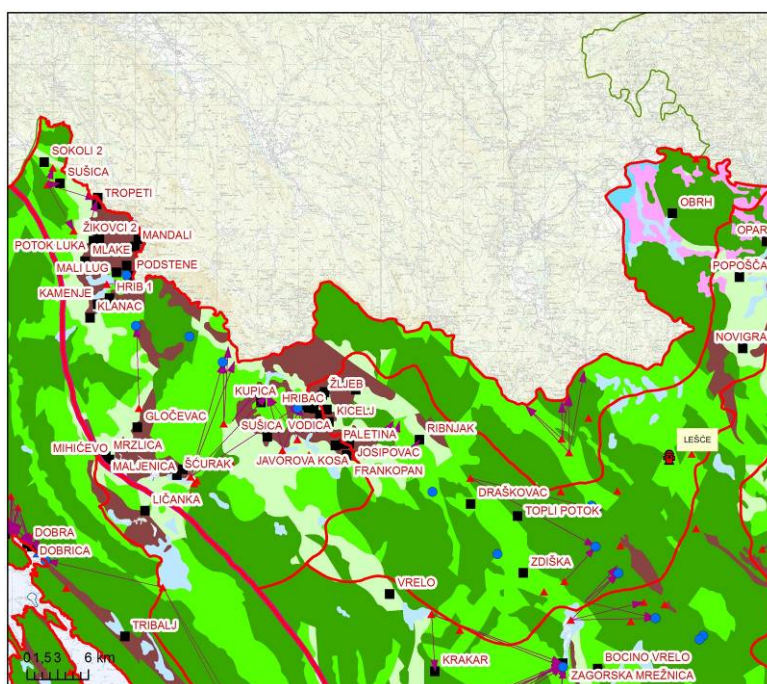
Ostali veliki otoci, a dijelom i otoka Krk, vezani su uz vodne resurse kopnenih cjelina podzemne vode. Tako su otok Rab (43 l/s) i otok Pag (20 l/s) na sjevernom dijelu Jadrana vezani uz dovod vode iz cjeline podzemne vode Lika preko hidroenergetskog sustava Senj. Srednje jadranski otoci (Vir, Ugljan, Pašman i Murter) vezani su vodoopskrbom na kopnene vodne resurse grada Zadra i Šibenika. Problem su vanjski niz otoka i najveći Dugi otok, koji ima svoje vlastite vodne resurse (2 l/s), ali tijekom ljetnih sušnih razdoblja zaslanjuju. Na otoku je izgrađen desalinizator relativno malog kapaciteta, koji ne zadovoljava potrebe turizma i poljoprivrede. Otok Brač kod Splita zbog geološke građe ima vrlo male lokalne vodonosnike (2 l/s) i glavnina vode dolazi iz rijeke Cetine podmorskim cjevovodom. Otok Hvar je nešto bogatiji vodom od otoka Brača (48 l/s), ali to je sve premalo za razvijeni turizam otoka i spojen je na kopnene vodne resurse (Cetina) preko otoka Brača. Otok Korčula ima značajne vodne resurse na zapadnom dijelu otoka kod Blata (64 l/s), ali sve je to premalo za vodoopskrbu tijekom ljetnih razdoblja, pa je spojen podmorskim cjevovodom preko poluotoka

Pelješca na izvor Prud na desnoj obali rijeke Neretve. Otoci Lastovo i Mljet imaju značajne probleme s izvorima pitke vode na otocima zbog zaslanjenja tijekom sušnih razdoblja, pa su na otocima izgrađeni uređaji za desalinizaciju zaslanjene vode iz krškog podzemlja. Najjužnija grupa otoka Elafiti (Šipan, Lopud, Koločep) u Dubrovačkom području također nemaju zadovoljavajuće resurse na otocima i spojeni su na kopnene vodne resurse – izvorište Palata u Zatonu.

## CRNOMORSKI SLIV

### CPV Kupa (HR KCPV 13)

Rijeka Kupa je granična rijeka Slovenije i Hrvatske, pa se prema tome i cjelina podzemne vode Kupa prostire u obje zemlje, što podrazumijeva zajednička istraživanja, zaštitu i upravljanje sustavom. Treba naglasiti da se početni izvor rijeke Kupe i svi veći krški izvori nalaze na desnoj obali rijeke na teritoriju Hrvatske. U Hrvatskoj je veći dio cjeline podzemne vode Kupa. Zajedno sa svojom lijevom pritokom Čabrankom obuhvaća veliki dio planinskog područja Gorskog Kotara. Rijeka Kupa je desna pritoka rijeke Save kod Siska, ali krški dio ove cjeline podzemne vode završava na ulazu rijeke u prostranu ravnicu Karlovačke depresije kod Ozlja. Rijeke Čabranka i Kupa dreniraju planinsko područje Gorskog Kotara do razvodnice s Jadranskim slivom i dio Gorskog Kotara prema Mrkoplju i Ravnoj Gori. Čabranka utječe u rijeku Kupu kod Osilnice.



Slika 2-44. Shematska hidrogeološka karta područja CPV Kupa

*tamno zeleno – dogro vodopropusne karbonatne stijene; zeleno – osrednje vodopropusne karbonatne stijene; svijetlo zeleno – slabo vodopropusne karbonatne stijene, smeđe – u cjelini nepropusne naslage, plavo – međuzrnski vodonosnici promijenjive vodopropusnosti; svijetlo plavo – međuzrnski vodonosnici slabe vodopropusnosti kvartarne starosti; ljubičasto – međuzrnski vodonosnici slabe vodopropusnosti pretkvartarne starosti; crveni trokut – špilja, jama ili ponor; crni kvadrat – crpilište; plavi krug – neaptirani izvor.*

Geološka građa cjeline podzemne vode Kupa je vrlo kompleksna. Najstarije stijene su paleozojske starosti (karbon) na području Crnog Luga na kojima slijede s ponekim sedimentacijskim prekidom karbonatne stijene mezozojske starosti. Najstarije stijene paleozojske starosti izgrađuju jezgru antiklinalne forme Gorskog Kotara, a mezozojske krila antiklinala s obje strane jezgre. Na istočnoj strani antiklinala su evidentne pojave navlačnih struktura, gdje su starije stijene paleozojske starosti navučene preko mlađih karbonatnih stijena mezozoika. Hidrogeološki gledano naslage paleozoika su uglavnom klastične i u cjelini vodonepropusne, a



karbonatne stijene mezozojske starosti okršene i vodopropusne. Razvodnica između Jadranskog i crnomorskog sliva nalazi se u zoni visokih planina, a vezana je za pojave slabo vodopropusnih dolomita gornje trijasko starosti između planinskih vrhova Snježnika i Risnjaka. Erodirano čelo antiklinale na taj način predstavlja prvu razinu istjecanja cjeline podzemne vode Kupa s brojnim krškim izvorima manjeg kapaciteta, koji su kaptirani za lokalnu vodoopskrbu. Vode na rubovima vodonepropusnog kompleksa stijena poniru u krško podzemlje i ponovno se javljaju na razini istjecanja uz rijeke Čabranku i Kupu.



Slika 2-45. Akumulacija Lokvarka

U prvoj razini istjecanja najznačajniji vodni sustav je akumulacija Lokvarka (Slika 2-45) kapaciteta 43,5 milijuna m<sup>3</sup>, čije vode se hidrotehničkim tunelom prebacuju u Jadranski sliv, gdje se u Triblju, gotovo na razini mora, nalaze instalacije za proizvodnju električne energije. Dio vode HE sustava Vinodol se koristi za vodoopskrbu otoka Krka. Srednja godišnja protoka na akumulaciji Lokvarka je oko 1,3 m<sup>3</sup>/s. Ostali vodotoci na prvoj razini istjecanja su puno manji i vode otječu prema prirodnim ponorima i ponovno se javljaju na krškim izvorima duž desne obale rijeka Čabranke i Kupe. Potvrđeno je to nizom trasiranja podzemnih tokova. Karakteristika prve razine istjecanja su brojne pojave malih izvora ograničenih drenažnih mogućnosti, koji su kaptirani za lokalnu vodoopskrbu.

Baza istjecanja cjeline podzemne vode Kupa su rijeke Čabranka i Kupa. Rijeka Čabranka započinje jakim krškim izvorom na samoj granici između Slovenije i Hrvatske (Slika 2-46 – desno). Dio izvora u Hrvatskoj je kaptiran za vodoopskrbu grada Čabra (30 l/s), međutim mogućnosti izvorišta su daleko veće. Minimalni prosječni protok izvorišne zone rijeke Čabranke je 330 l/s, a maksimalne do 74 m<sup>3</sup>/s. Rijeka Čabranka je desna pritoka rijeke Kupe, s kojom se spaja na području Osilnice, praktički u zoni glavnih izvora rijeke Kupe.

Najveći stalni krški izvor u ovoj cjelini podzemne vode je zasigurno izvor Kupe (Slika 2-46 – lijevo) minimalne izdašnosti oko 0,3-0,4 m<sup>3</sup>/s, a maksimalne sežu blizu 200 m<sup>3</sup>/s. Voda izvire iz jame dubine oko 80 m. Zajedno s izvorištem u Kugarima oko 2 km nizvodno čini izvorišnu zonu rijeke Kupe. Drenažno područje izvorišta Kupe je najviše planinsko područje Gorskog Kotara Risnjak i Snježnik, vrlo bogato padalinama (do 4000 mm godišnje), koje se u cijelosti nalazi na teritoriju R. Hrvatske. Izvorište nije kaptirano za vodoopskrbu i nalazi se unutar Nacionalnog parka Risnjak kao jedna od atraktivnih točaka posjete parku.



Slika 2-46. Izvor Kupe i izvor Čabranke

Nizvodno od Osilnice rijeka Kupa je granična rijeka između Slovenije i Hrvatske prema jugoistoku do Broda na Kupi, odakle se drenažno područje suzuje i uz rijeku s Hrvatske strane više nema velikih krških izvora.

Na području između Osilnice i Broda na Kupi nalaze se dva velika krška izvora Velika i Mala Belica. Drenažno područje tih izvora je središnji dio nižeg planinskog područja Gorskog Kotara, a i prirodni tok Lokvarke je prije izgradnje akumulacije podzemno otjecao prema navedenim izvorima. Danas u ponore otječu samo visoki vodni valovi, koji prelaze prihvatne kapacitete sustava HE Vinodol. Minimalne protoke oba izvora ne prelaze ukupno 300 l/s, ali tijekom kišnih razdoblja u maksimumu mogu dati oko 100 m<sup>3</sup>/s. Izvori nisu kaptirani za vodoopskrbu.



Slika 2-47. Izvor Kupice i Zeleni Vir

Izvorišta Kupica i Zeleni Vir imaju prostorno najveće drenažno područje u cjelini podzemne vode Kupa, ali zbog manjih količina padalina imaju manje vode od glavnog izvora rijeke. Osnovna hidrogeološka karakteristika ova dva izvorišta su tokovi podzemne vode iz udaljenih područja ispod navučenih vodonepropusnih klastičnih naslaga paleozojske starosti, što je potvrđeno s nekoliko trasiranja podzemnih tokova. Izvori istječu iz izoliranih pojava okršenih karbonatnih stijena dimenzija nekoliko km<sup>2</sup>, koje zasigurno ne bi mogle dati takove količine vode, pa su to tokovi šireg drenažnog područja prema planinskom području Bitoraja i Velike Kapele. Na izvorištu Kupice (Slika 2-47 – lijevo) je kaptirano 50 l/s vode za vodoopskrbu grada Delnica i dijela naselja u Gorskom Kotaru, a na izvorištu Zeleni Vir (Slika 2-47 – desno) je već u 19. stoljeću izgrađena mala hidroelektrana, koja je i danas u funkciji.

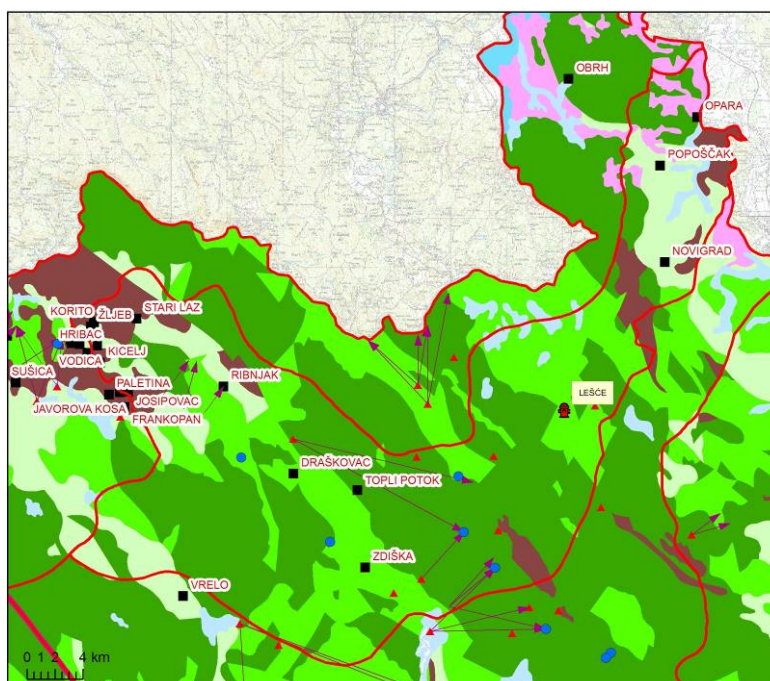
Nizvodno od Broda na Kupi cjelina podzemne vode Kupa se bitno suzuje i više nema velikih krških izvora, a male pojave izviranja se koriste za lokalnu vodoopskrbu. Radi se o tzv. fluvio ili plitkom kršu, gdje su tokovi podzemne vode vezani za relativno mlado okršavanje duž korita rijeke Kupe.

### CPV Dobra (HR KCPV 14)



Slika 2-48. Izvor Ribnjak u Gladima i izvor Kamačnika

Cjelina podzemne vode Dobra može se podijeliti na dva dijela. Gornju Dobru, koja drenira planinsko područje Bjelolasice i Kleka i ponire u Đulinom ponoru u Ogulinu i donju Dobru, koja započinje jakim krškim izvorom Gojačka Dobra, povezanim krškim podzemljem s Đulinim ponorom i teče kanjonom usječenim u brdovito područje paralelno rijeci Kupi do svog ušća u rijeku Kupu nizvodno od Ozlja na rubu Karlovačke depresije.



Slika 2-49. Shematska hidrogeološka karta područja CPV Dobra

*tamno zeleno – dobro vodopropusne karbonatne stijene; zeleno – osrednje vodopropusne karbonatne stijene; svijetlo zeleno – slabo vodopropusne karbonatne stijene, smeđe – u cjelini nepropusne naslage, plavo – međuzrnski vodonosnici promijenjive vodopropusnosti; svijetlo plavo – međuzrnski vodonosnici slabe vodopropusnosti kvartarne starosti; ljubičasto – međuzrnski vodonosnici slabe vodopropusnosti pretkvartarne starosti; crveni trokut – špilja, jama ili ponor; crni kvadrat – crpilište; plavi krug – nekaptirani izvor*

Gornja Dobra započinje svoj tok na području mjesta Skrad izgrađenom od vodonepropusnih naslaga paleozojske starosti prikupljanjem površinske i plitke podzemne vode iz više jaruga. Do naselja Moravice rijeka Dobra je zbog pretežito površinskog otjecanja bujičnog karaktera. Nizvodno od Moravica rijeka ulazi u područje izgrađeno od okršenih karbonatnih stijena s pojavama jakih krških izvora uz desnu obalu rijeke, koji dreniraju prostrano planinsko krško područje Bjelolasice i Kleka. Najveći krški izvor je Kamačnik (Slika 2-48 – desno), koji tijekom ljetnih sušnih razdoblja daje oko 1 m<sup>3</sup>/s vode, a u kišnim razdobljima te količine se povećaju gotovo 100 puta. Izvor nije kaptiran za bilo kakovo korištenje i vode izvora nakon 2 km dugog kanjonskog tipa vodotoka utječe u rijeku Dobru. Ostali krški izvori uz desnu obalu rijeke Dobre su znatno manje izdašnosti, posebice tijekom ljetnih sušnih razdoblja, ali su neki od njih kaptirani za vodoopskrbu naselja uz rijeku Dobru. To su izvori Ribnjak (30 l/s min., 600 l/s maks.; Slika 2-48 - lijevo) kaptiran za potrebe vodoopskrbe Vrbovskog, izvor Draškovac (6 l/s min.) kaptiran za potrebe vodoopskrbe Gomirja, izvor Topli potok (2 l/s min.) kaptiran za potrebe vodoopskrbe Ljubošine, izvor Zdiška (35 l/s min.) kaptiran za potrebe vodoopskrbe dijela Ogulina i nekaptirani izvor Vitunj. Na rijeci Dobri je izgrađena brana Bukovik je akumulacijskim jezerom zapremnine 0,24 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> uzvodno od Ogulina, čime je bitno smanjeno otjecanje u Đulin ponor u Ogulinu. Vode iz akumulacije Bukovik se pridružuju vodama akumulacije Sabljaci i pokreću turbine u strojarnici HE Gojak. Prema tome, dio vode posebice niskih voda gornje Dobre završava u HE Gojak, a samo se visoki vodni valovi prelijevaju preko brane i otječu u Đulin ponor izazivajući čak i poplave dijelova grada Ogulina.

Donja Dobra nastaje spajanjem tri velika krška izvora (Gojačka Dobra; Slika 2-50 - lijevo, Ribnjak i Bistrac) i dotocima iz HE Gojak (50 m<sup>3</sup>/s protočni kapacitet). Izvori su prirodno vezani za ponorne zone gornje Dobre (Đulin ponor; Slika 2-50 - desno) i dijelom ponorne zone rijeke Zagorske Mrežnice. Protoka donje Dobre u velikoj mjeri ovisi o radu hidroelektrane, jer istjecanja iz hidroelektrane daleko prelaze izdašnosti prirodnih izvora, posebice tijekom sušnih razdoblja. Nakon spoja sva tri dotoka u donju Dobru kod Trošmarije, cjelina podzemne vode se nešto suzuje, pa uz rijeku unatoč kontinuitetu drenažne funkcije nema pojava jačih krških izvora. Donja Dobra ima samo jednu jaču pritoku Globarnicu, koja utječe u Dobru nizvodno od Toplica Lešće. Interesantna je pojava termalne vode na području Lešća vezana za pojavu dubokih tektonskih zona i osim u pripovršinskoj zoni nije dinamički povezana s hladnim podzemnim vodama vezanim uz rijeku Dobru.

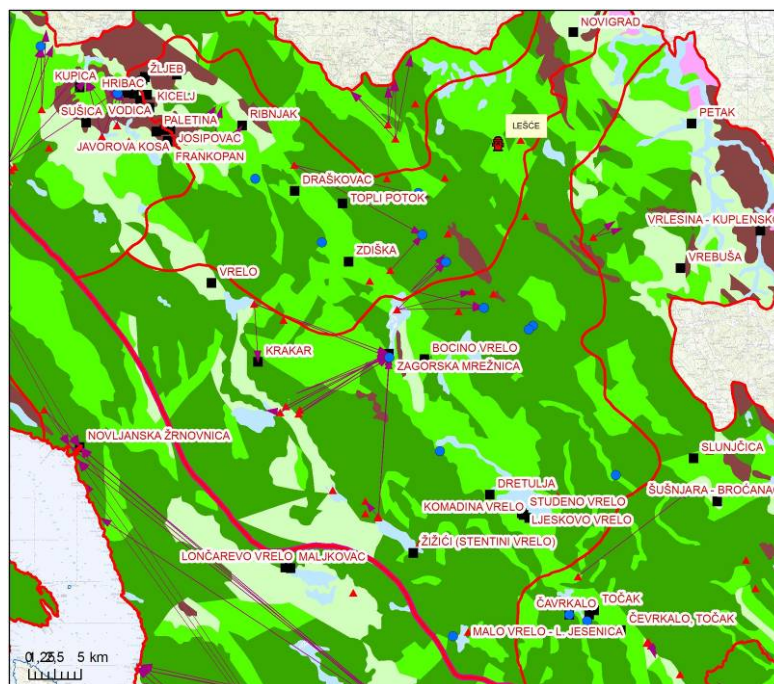
Temperatura termalne vode je između 28 i 34°C. Kapacitet izvora je oko 15 l/s. Od Lešća prema ušću u rijeku Kupu donja Dobra je krška rijeka, ali bez pojava jačih krških izvora.



Slika 2-50. Izvor Gojačke Dobre i Đulin ponor

### CPV Mrežnica (HR KCPV 15)

Cjelina podzemne vode Mrežnica je hidrogeološki još kompleksnija od Dobre, jer se radi o tri stepenice istjecanja i ponovnog poniranja vode u krško podzemlje unutar jedne cjeline. To je razina istjecanja Bjelolasica, Drežničko polje, Crnac polje i Stajničko polje. Druga razina istjecanja je zona od izvorišta Zagorska Mrežnica prema izvorištu Dretulja u Plaškom i konačno treća razina istjecanja je izvorišna zona rijeke Mrežnice i Tounjčice, lijeve pritoke rijeke Mrežnice.



Slika 2-51. Shematska hidrogeološka karta područja CPV Mrežnica

*tamno zeleno – dogro vodopropusne karbonatne stijene; zeleno – osrednje vodopropusne karbonatne stijene; svijetlo zeleno – slabo vodopropusne karbonatne stijene, smeđe – u cjelini nepropusne naslage, plavo – međuzrnski vodonosnici promijenjive vodopropusnosti; svijetlo plavo – međuzrnski vodonosnici slabe vodopropusnosti kvartarne starosti; ljubičasto – međuzrnski vodonosnici slabe vodopropusnosti pretkvartarne starosti; crveni trokut – špilja, jama ili ponor; crni kvadrat – crpilište; plavi krug – nekapirani izvor*

Prva stepenica cjeline podzemne vode Mrežnica su visoka krška polja od Jasenka prema Krakaru i Drežničkom polju na sjeverozapadnom dijelu cjeline i Jezerane – Crnac polje na jugozapadnom dijelu sliva.

Visoko planinsko područje Velike Kapele drenira se podzemno prema navedenim krškim poljima, gdje tijekom kišnih razdoblja dolazi do plavljenja dijelova polja, a tijekom sušnih razdoblja krška polja su uglavnom bez vode. Krški izvori su tijekom sušnih razdoblja malih izdašnosti, a samo neki su stalni i služe za vodoopskrbu naselja kao na pr. izvor Vrelo kod zimskog sportskog centra Bjelolasica, Krakar i izvor Žižići u Stajničkom polju. Tijekom kišnih razdoblja krška polja poplavljuju, a Drežničko i Crnac polje su podzemnim tokovima povezani s izvorištem Zagorske Mrežnice (potvrđeno brojnim trasiranjima podzemnih tokova), čija se izdašnost kreće u rasponu 2,23 do 127 m<sup>3</sup>/s.

Druga razina istjecanja vodne cjeline Mrežnica je područje od Ogulina preko Sabljaka do Plaškog. Za vodoopskrbu šireg područja grada Ogulina kaptirano je 160 l/s na izvorištu Zagorske Mrežnice (Slika 2-52 – lijevo). Ostali dio vode otječe rijekom, na kojoj je izgrađena akumulacija Sabljaci maksimalne zapremnine 4,1x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> za potrebe proizvodnje električne energije. Vode se iz jezera Sabljaci hidrotehničkim tunelom prevode u susjednu cjelinu podzemne vode Dobra, gdje se spajaju s vodama gornje Dobre i odvođe na instalacije HE Dobra u izvorišnom području donje Dobre. U prirodnim uvjetima Zagorska Mrežnica je ponirala na području mjesta Oštarije, a danas samo prelivne vode akumulacije otječu prema prirodnim ponorima rijeke Zagorske Mrežnice, pa su vodotok nizvodno od brane i ponorna zona uglavnom bez vode. Dio visokog planinskog područja gravitira prema Dabarskom polju, gdje postoji povremeni krški izvor, relativno kratki vodotok i ponorna zona, gdje se u gube vode Dabarskog polja. Trasiranjem podzemnih tokova je utvrđena povezanost s izvorima Vrljike, Dretulje (Slika 2-52 – desno) i Begovca kod Plaškog, koje se u Plaškom polju spajaju u vodotok Dretulju. Vode Dretulje poniru u istočnom dijelu Plaškog polja kod naselja Mišljenovići.



Slika 2-52. Izvor Zagorske Mrežnice i vrelo Dretulje

Treća razina istjecanja ove vodne cjeline je izvorišna zona rijeke Mrežnice (Slika 2-53 – lijevo) i najveće pritoke Tounjčice (Slika 2-53 – desno). Međutim, hidrogeološka situacija u graničnom području prema cjelini Dobra nije jednostavna. Trasiranjem podzemnih tokova iz jednog ponora nizvodno od brane Sabljaci utvrđena je veza s izvorišnim zonama obih rijeka u obje cjeline podzemne vode. Traser je registriran na izvoru Bistrac, koji tvori vodotok, koji utječe u rijeku Dobru i izvoru Tounjčica, lijevu pritoku rijeke Mrežnice. Ponorna zona rijeke Dretulje u Plaškom nije trasirana, ali prema hidrogeološkim pokazateljima vode zasigurno podzemno otječu prema izvorištu rijeke Mrežnice.

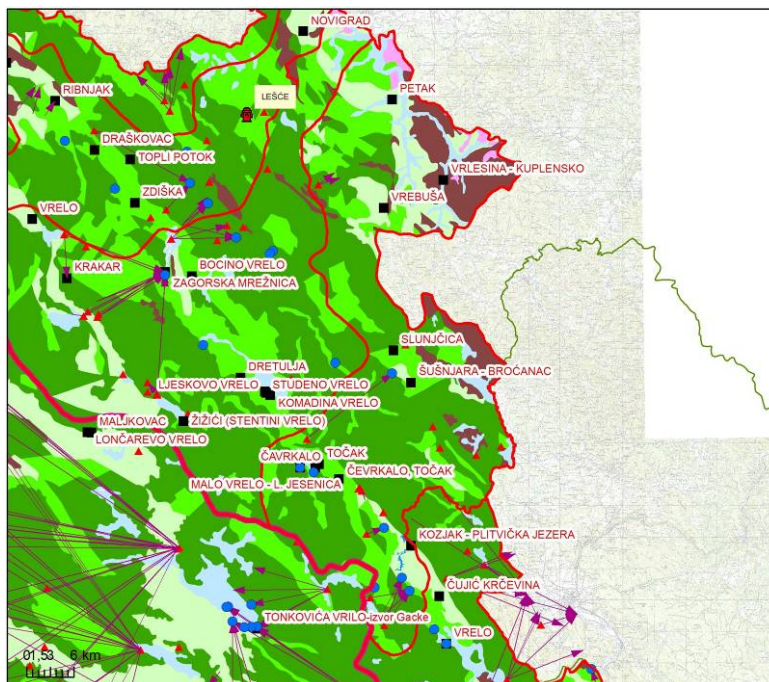


Slika 2-53. Primšljanska Mrežnica i izvor Tounjčice

Nakon ušće Tounjčice u Mrežnicu kanjon rijeke je usječen u relativno zaravnjeno karbonatno područje tzv. fluvio krša, gdje je sustav okršavanja usmjeren duž kanjona s povremenim pojavama manjih izvora duž

korita rijeke. Plato je pokriven naslagama les, a u kanjonu su otkrivene okršene karbonatne stijene podloge. Cjelina podzemne vode se bitno suzuje i prema rijeci Dobri i prema rijeci Korani. Rijeka Mrežnica utječe u Kupu na području Karlovaca, na sjevernom rubu krškog područja Dinarida.

### CPV Korana (HR KCPV 16)

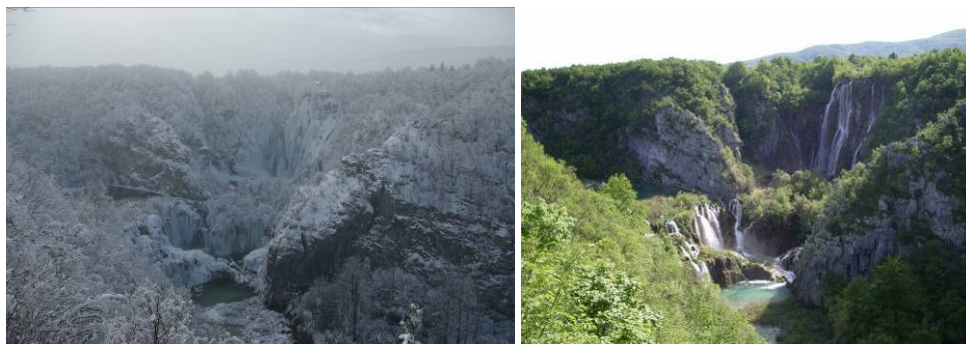


Slika 2-54. Shematska hidrogeološka karta područja CPV Korana

*tamno zeleno – dogro vodopropusne karbonatne stijene; zeleno – osrednje vodopropusne karbonatne stijene; svijetlo zeleno – slabo vodopropusne karbonatne stijene, smeđe – u cjelini nepropusne naslage, plavo – međuzrnski vodonosnici promijenjive vodopropusnosti; svijetlo plavo – međuzrnski vodonosnici slabe vodopropusnosti kvartarne starosti; ljubičasto – međuzrnski vodonosnici slabe vodopropusnosti pretkvartarne starosti; crveni trokut – špilja, jama ili ponor; crni kvadrat – crpilište; plavi krug – nekaptirani izvor*

Cjelina podzemne vode Korana započinje s prirodno atraktivnim Plitvičkim jezerima, koja su dio cjeline. Izvorišnim područjem rijeke Korane se smatra istjecanje iz Plitvičkih jezera nakon Velikog slapa. Plitvička jezera su upravo zbog atraktivnog odnosa karbonatnog okoliša i vode proglašene već 1949. godine Nacionalnim parkom, a 1979. godine su uvrštene na listu prirodne baštine UNESCO-a. Danas Nacionalni park Plitvička jezera (Slika 2-55) posjećuje gotovo jedan milijun posjetitelja godišnje i značajan je generator razvoja lokalnih zajednica i cijele regije. Krški izvori Plitvičkih jezera (Crna rijeka, Bijela rijeka, Plitvica) imaju sliv na sjeveroistočnoj strani planinskog područja Male Kapele izgrađenog od vodopropusnih karbonatnih stijena jurske i kredne starosti. Barijeru istjecanja iz prostranog planinskog područja čine tektonski izdignuti slabo vodopropusni dolomiti trijaskne starosti. Najveća jezera formirana su na barijeri, što daje količinsku stabilnost sustava, a problemi nastaju na sjeveroistočnoj strani najvećeg jezera Kozjak, gdje se nakon jakog rasjeda regionalnog prostiranja ponovno otvara vodopropusni medij. Veliki doprinos atraktivnosti Plitvičkih jezera su sedrene barijere, koje odvajaju jezera stvarajući među njima slapove, ali i veliki su doprinos vododrživosti jezera Kozjak, gdje su fosilni ponori i sjeveroistočni bok "začepljeni" sedrom, pa nema gubitaka vode iz sustava jezera. Nizvodno od jezera Kozjak postepeno započinju poniranja vode, a posebno su izražena u nizvodnom dijelu rijeke Korane gdje rijeka tijekom ljetnih sušnih razdoblja ostaje potpuno bez vode do područja Vaganca. Nizvodno od Vaganackog mosta Korana je ponovno rijeka stalnog toka. Poniruće vode rijeke Korane nizvodno od Nacionalnog parka Plitvička jezera otječu prema rijeci Uni, što je potvrđeno s dva trasiranja. Traser je registriran na izvorištu Klokot kod Bihaća u susjednoj državi Bosni i Hercegovini, koji se koristi za vodoopskrbu grada. Protoka na Plitvičkim jezerima varira između 0,62 i 15,00 m<sup>3</sup>/s. Izvor Plitvica također je dio izvorišne

zone rijeke Korane. Voda se iz vodotoka Velikim slapom ruši u izvorišno područje rijeke Korane. Protoka vodotoka Plitvica varira između 0,03 i 5,92 m<sup>3</sup>/s s problemima poniranja vode duž korita vodotoka.



Slika 2-55. Plitvička jezera (zimi i ljeti)

Od područja Sadilovca rijeka Korana ima ponovno stalni tok, a započinje postepenim izviranjem duž toka rijeke (Gavranića vrelo). Rijeka je granica između Hrvatske i Bosne i Hercegovine do mjesta Sogovolje, odakle teče teritorijem Hrvatske sve do ušća u rijeku Kupu u Karlovcu. Protoka rijeke se postepeno povećava brojnim malim izvorima i pritokama.



Slika 2-56. Lička Jasenica i izvor Slunjčice

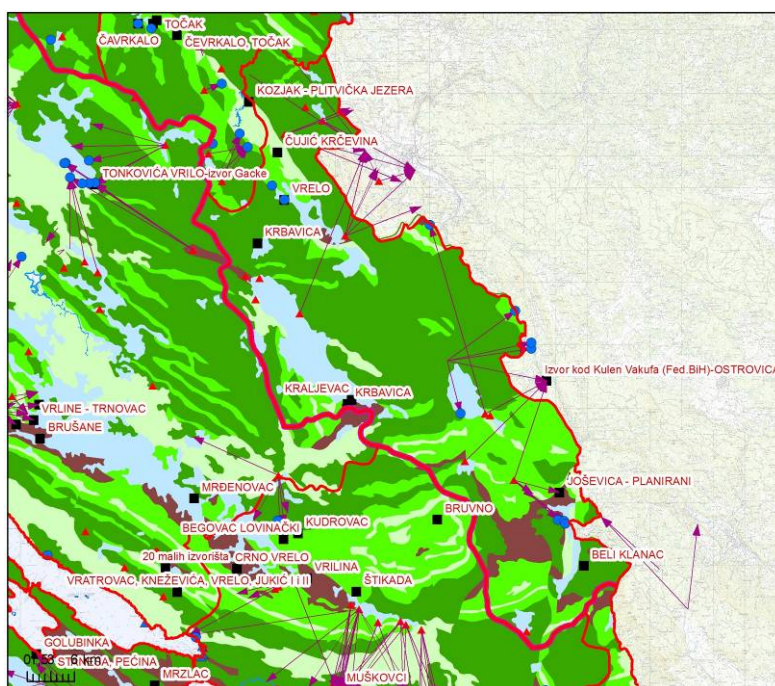
Dio planinskog područja Male Kapele izgrađeno od vodopropusnih karbonatnih stijena podzemno se drenira prema izvorišnom području Lička Jasenica (Slika 2-56 - lijevo), koje se sastoji od dva velika krška izvora i više manjih izvorišta. Barijera istjecanju iz krškog podzemlja je ista zona slabo vodopropusnih dolomita trijasko starosti kao i kod Plitvičkih jezera, ali udaljeno oko 20 km od Plitvičkih jezera prema sjeverozapadu. To je izdvojeni vodni sustava, koji graniči sa slivom Plitvice, a s rijekom Koranom je povezan preko izvorišta Slunjčica uzvodno od grada Slunja, što je potvrđeno trasiranjem podzemnih tokova. Izvor Slunjčica (Slika 2-56 – desno) ulazi u red velikih stalnih krških izvora s minimalnom izdašnošću od nekoliko stotina l/s. Na rijeci je oko 3 km nizvodno od izvorišta izgrađena crpna stanica za vodoopskrbu grada Slunja (60 l/s). Rijeka Slunjčica utječe u Koranu u mjestu Rastoke kod Slunja, gdje su sedrenim naslagama formirani brojni vrlo atraktivni slapovi.

Nizvodno od Rastoka do Veljuna se cjelina podzemne vode Korana bitno suzuje i dotoci podzemne vode su minimalni, a podzemni tokovi uglavnom vezani uz okršavanje duž kanjona rijeke. Od Veljuna prema ušću rijeke Korane u Kupu kod Karlovca vodna cjelina se na istočnoj strani rijeke širi prema Vojniću, ali to su uglavnom površinski dotoci i plitke podzemne vode vezane za pokrovne naslage na vodonepropusnim naslagama paleozojske i trijasko starosti.

## CPV Una (HR KCPV 17)

Cjelina podzemne vode Una najvećim se dijelom nalazi na teritoriju Hrvatske, ali sama rijeka je državna granica između Hrvatske i Bosne i Hercegovine gotovo do grada Bihaća. Izvorišno područje rijeke Une je u Hrvatskoj, a izvori na području Vakufa i Bihaća su u Bosni i Hercegovini. Rijeka Una utječe u rijeku Savu kod Jasenovca. Radi se o cjelini podzemne vode, koja ima sve karakteristike prekograničnih vodonosnika.

Geološka građa ove vodne cjeline je vrlo kompleksna i iskazuje sve značajke važnosti hidrogeološki određenih razvodnica, jer geološke strukture određuju smjerove podzemnih tokova i omogućuju formiranje jakih krških izvora. Cjelina podzemne vod zauzima ogromni krški prostor od rijeke Korane na sjeverozapadu do Velike Popine na jugoistoku, a obuhvaća planinsko područje Ličke Plješivice, Čemernice, Male Kapele i dijela Ličkog Sredogorja i velika krška polja Koreničko, Bijelopolje, Krbavsko i Lapačko. Sva navedena krška polja podzemljem su povezana s izvorima uz rijeku Unu, što je potvrđeno brojnim trasiranjima podzemnih tokova. U prvom redu treba istaći da planinsko područje Ličke Plješivice ima geološke karakteristike sinklinalne strukture s okršnim karbonatnim stijenama jurske i kredne starosti i da podzemne vode iz krških polja sa jugozapadne strane planine protječu kroz planinski masiv prema izvorima na širem području Bihaća (Klokot, Vedro polje, Dobrenica). Potvrda su trasiranja podzemnih tokova iz zone rijeke Korane, Koreničkog i Krbavskog polja. Koreničko polje je stepenica istjecanja iz krškog sliva, koja ima stalne izvore zbog planinskog masiva Male Kapele za razliku od Krbavskog polja, gdje su krški izvori daleko manje izdašnosti zbog relativno malog sliva u Ličkom Sredogorju. Međutim, tijekom kišnih razdoblja količine vode su toliko velike da poplavljuju najniže dijelove polja zbog ograničene mogućnosti prihvata ponornih zona.



Slika 2-57. Shematska hidrogeološka karta područja CPV Una

*tamno zeleno – dogro vodopropusne karbonatne stijene; zeleno – osrednje vodopropusne karbonatne stijene; svijetlo zeleno – slabo vodopropusne karbonatne stijene, smeđe – u cjelini nepropusne naslage, plavo – međuzrnski vodonosnici promijenjive vodopropusnosti; svijetlo plavo – međuzrnski vodonosnici slabe vodopropusnosti kvartarne starosti; ljubičasto – međuzrnski vodonosnici slabe vodopropusnosti pretkvartarne starosti; crveni trokut – špilja, jama ili ponor; crni kvadrat – crpilište; plavi krug – nekaptirani izvor*

Lapačko polje je formirano u produžetku masiva Ličke Plješivice prema Čemernici, koja ima bitno drugačije geološke karakteristike, ali sličnu hidrogeološku funkciju. Ovo krško polje ostaje praktički bez izvorišta tijekom ljetnih sušnih razdoblja, pa je to razlog da je vodoopskrba Lapca vezana za izvorište Ostrovica kod Vakufa u susjednoj državi. Tijekom kišnih razdoblja u Lapačko polje dotječu velike količine podzemne



vode iz okolnog planinskog područja i na rubu polja poniru ponovno u krško podzemlje. Trasiranjem ponorne zone utvrđena je povezanost s izvorom Ostrovica uz rijeku Unu.



Slika 2-58. Vrelo Une

Posebno je hidrogeološki interesantna izvorišna zona rijeke Une kod Srba (Slika 2-58). Izvorišta su locirana u podnožju planinskog masiva Čemernica, čiji su visoki dijelovi izgrađeni od vodonepropusnih klastičnih stijena trijasko starosti. U slučaju normalne antiklinalne forme Čemernice u podnožju planine ne bi bilo tako jakih krških izvora. Međutim, vodonepropusne klastične stijene su navučene preko vodopropusnih karbonatnih stijena, što omogućuje podzemne dotoke iz udaljenijih dijelova Like. Trasiranja su potvrdila povezanost malih ponornih zona sa zapadne strane planine na području Mazina s izvorištem Ostrovica kod Vakufa, a dotoci prema izvorišnoj zoni Une su zasigurno vezani s područjem Like, ali za sada nema potvrde trasiranjem.

## 2.2. Osnovne karakteristike pokrovnih naslaga

U krškom dijelu Republike Hrvatske pokrovne naslage nemaju kontinuitet i funkciju zaštite vodonosnika kao kod vodonosnika sa intergranularnom poroznosti. Uglavnom se radi o epikrškoj zoni vodonosnika gdje su pukotine u pripovršinskim zonama zapunjene glinovitim materijalom. Sa dubinom pukotine se suzuju i nestaje glinovitog materijala. Veće količine pokrovnih naslaga kvartarne starosti mogu se izdvojiti u krškim poljima.

Za analizu pokrovnih naslaga korištena je:

- Osnovna geološka karta Republike Hrvatske (M 1:100.000) (Hrvatski geološki institut)
- Pedološka karta Republike Hrvatske (M 1:300.000) (Agronomski fakultet, Sveučilišta u Zagrebu)

Kod krških područja moguće je izdvojiti tri osnovne kategorije ovisno o debljini pokrovnih naslaga:

- goli krš (bez pokrovnih naslaga)
- krš sa nekontinuiranim pokrovnim naslagama debljine do 10 m
- krš sa pokrovnim naslagama debljine veće od 10 m
  - autohtone naslage
  - alohtone naslage

### Goli krš

Izdvojen je na visokim planinskim područjima ili na strmim liticama planina. Nema pokrovnih naslaga i potencijalno onečišćenje se brzo pronosi do saturirane zone vodonosnika. Obično su to nedostupna ili slabo dostupna mjesta u kojima nema onečišćivača.

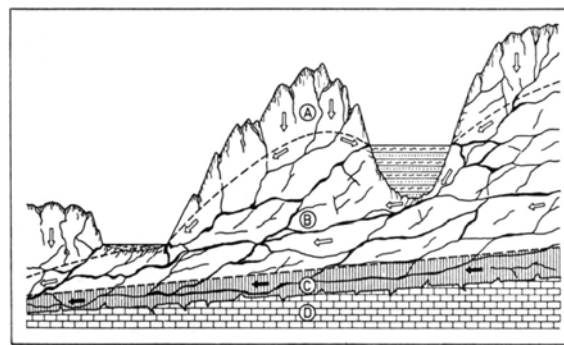
### Debljina pokrovnih naslaga <10m

Najveći dio krškog područja gdje je debljina pokrovnih naslaga nekontinuirana i relativno male debljine. Debljina je do 10 m, a sastav je uglavnom glinoviti s fragmentima vapnenaca ili dolomita ovisno o građi nesaturirane zone vodonosnika. Ove naslage imaju zaštitnu funkciju jer zaustavljaju brzi pronos onečišćenja u vodonosni sloj. Nakon prvih kiša poslije sušnog razdoblja dolazi do spiranja epikrške zone i pronosa onečišćenja

u saturiranu zonu vodonosnika. Tada na izvorima istječe jedan do dva dana voda sa povišenom mutnoćom i bakteriološkim sastavom. Također, osim epikrške zone vodonosnika u ovu kategoriju se mogu ubrojiti i vrtače gdje je dno zapunjeno glinovitim materijalom obično debljine do 10 m.

#### Debljina pokrovnih naslaga >10m (autohtone)

Od područja sa debljinom pokrovnih naslaga većom od 10 m potrebo je izdvojiti krška polja gdje debljina kvartarnih naslaga može dosezati i stotinjak metara. To nisu klasične pokrovne naslage već dio vodonosnog sustava. Promatrajući profil od zona prihranjivanja sliva do mora krška polja se nalaze na različitim nadmorskim visinama, odnosno nadmorske visine se smanjuju u smjeru mora i zone istjecanja sliva. Funkcioniraju kao stepenice gdje je razina podzemne vode desetak metara ispod površine terena, a povremeno se diže i uzrokuje plavljenje nekih polja ili dijelova polja (Slika 2-59). Osnovna hidrografska značajka krških polja je da na tom relativno malom prostoru s jedne strane postoji izvorišna zona, a s druge ponorna zona. U nekim poljima postoje stalni izvori i ponori (npr. Gacko polje), dok u velikom broju krških polja do izviranja dolazi samo tijekom kišnih razdoblja (npr. Grobničko polje). Pokrovne naslage u krškim poljima su kvartarne starosti, a radi se uglavnom o proluvijalnim, fluvio-glacijalnim, aluvijalnim i jezerskim naslagama. Osim polja debljine pokrovnih naslaga mogu biti deblje od 10 m i u dubokim vrtačama gdje su dna zapunjena glinovitim materijalom.

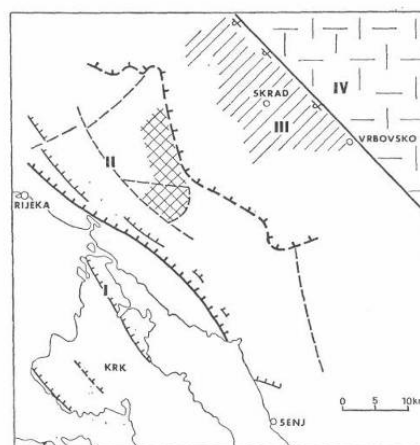


Circulation scheme in karst polje region:  
(A) Aeration zone; (B) and (C) Aquifer zone (karst aquifer); B--Zone of very fast water exchange; C--Zone of slow water exchange; (D) Zone below the base level of karstification.

Slika 2-59. Shematski prikaz kretanja razina podzemne vode u presjeku kroz krška polja

#### Debljina pokrovnih naslaga >10m (alohtone)

Pokrovne naslage debljine > 10 m mogu biti i alohtone, odnosno tektonskim pokretima navučene preko mlađih stijena. Prvenstveno se to radi o nepropusnim klastičnim naslagama na području Gorskog kotara koje su navučene preko dolomita i vapnenaca (Slika 2-60).



Slika 2-60. Glavne tektonske zone Gorskog kotara i rubnog dijela Hrv. primorja (HERAK, 1980)

I - jadranska zona; II - usvođena gorska zona sa obilježenim paleozoikom u jezgri; III - kompleksna alohtona zona sa alohtonim paleozoikom i trijasom; IV - zona sjeveroistočnog pobrđa

### 3. ANALIZA OPTEREĆENJA I UTJECAJA NA CPV LJUDSKOM DJELATNOŠĆU

Analiza opterećenja i procjena utjecaja na kakvoću i količine podzemne vode provodi se po cjelinama podzemne vode, a sastoji se od nekoliko faza. Početna je faza prikupljanje svih pritisaka na podzemne vode, odnosno i količinske pritiske (crpljenja, prihranjivanja) i pritiske na kakvoću (onečišćivači).

U količinskom dijelu prvenstveno se to odnosi na crpilišta za potrebe javne vodoopskrbe, crpilišta za potrebe navodnjavanja i industrijske vode, točke umjetnog prihranjivanja vodonosnika i hidroenergetske objekte, koji koriste vrlo velike količine voda. Količinski aspekt obrađen je u poglavlju 4.

Kakvoća podzemnih voda na području Dinarskog krša u Hrvatskoj je uglavnom vrlo dobra s nekoliko iznimaka (poglavlje 5) i uočljivim pogoršanjem kakvoće na pojedinim cjelinama podzemne vode. Iz razloga daljnje karakterizacije cjelina podzemnih voda s lošim stanjem i cjelina u riziku neispunjavanja uvjeta ODV do 2015. godine potrebno je izraditi bazu onečišćivača (točkasti, raspršeni) i provesti analize kako bi se eventualno povezali procesi degradacije kakvoće podzemne vode sa pojedinim većim onečišćivačima u slivu. Za prostorni prikaz potencijalnih onečišćivača koristi se GIS tehnologija.

Ostale faze analize opterećenja i utjecaja prikazane su u ostalim poglavljima, a tiču se stanja kakvoće i količina, odnosno daljnje karakterizacije cjelina podzemne vode u riziku.

Ovom studijom analiza utjecaja je izvedena kroz nekoliko faza. Prvo je provedena analiza prirodne ranjivosti, hazarda i rizika prema metodologiji multiparametarskih analiza, odnosno modificiranoj COST 620 metodologiji za krška područja. Modifikacija je izvršena za analizu prirodne ranjivosti zbog specifičnosti krških terena, a analize hazarda i rizika su provedene su prema naputcima COST 620 metodologije. Zasebno je provedena analiza za točkaste onečišćivače gdje je obrađeno oko 1.700 točaka na cijelom području krša u RH, a zasebno za poljoprivrednu proizvodnju, koja je ocijenjena kao najveći potencijalni raspršeni onečišćivač na području krša u Hrvatskoj.

Iako je utjecaj stočarske proizvodnje, odnosno najvećih farmi obrađen kroz analizu hazarda i rizika multiparametarskom metodom GIS tehnologijom, zbog mogućeg utjecaja čak 17.484 izdvojenih farmi na području krša, napravljena je posebna analiza stočarske proizvodnje. Pošto se na farmama uzgajaju različite životinje, od pilića do goveda, koje "proizvode" različitu količinu gnojiva (dušika i fosfora) koji su vrlo opasni za podzemne vode, sve farme su prevedene u zajednički nazivnik uvođenjem pojma "uvjetno grlo". Prema broju uvjetnih grla izdvojene su najveće farme i prikazan je njihov mogući utjecaj na podzemne vode u pojedinim cjelinama podzemnih voda.

Odlagališta otpada također su obrađena kroz analizu hazarda i rizika, ali je zbog njihovog mogućeg velikog utjecaja na podzemne vode provedena i zasebna analiza. Tom analizom su izdvojena odlagališta otpada na području krša, koja prema procjenama imaju najveći negativni utjecaj na kakvoću podzemnih voda. Iako se kroz sljedećih nekoliko godina mora uspostaviti sustav regionalnih centara za otpad, koji će biti izrađeni prema najstrožim Europskim standardima i sanirati postojeća odlagališta otpada, postojeća odlagališta će još godinama predstavljati potencijalnu opasnost za kakvoću podzemnih voda.

Sustavi javne odvodnje obrađeni su multiparametarskom metodom GIS tehnologijom uz dodatni prikaz ispusta iz sustava javne odvodnje s ispuštima u podzemlje ili je recipijent nepoznat.

### 3.1. Analiza prirodne ranjivosti, hazarda i rizika

Analiza opterećenja i utjecaja na cjeline podzemnih voda ljudskom djelatnošću jedna je od analiza koje se trebaju provesti prema zahtjevima Okvirne direktive o vodama. Prvi korak u procjeni opterećenja i utjecaja je procjena prirodne ranjivosti krških vodonosnika. CIS vodič "Impress" za tu svrhu omogućuje izradu karte prirodne ranjivosti pomoću multiparametarske metode u GIS tehnologiji, pa je ta metodologija korištena i u analizi opterećenja i utjecaja za krški dio Republike Hrvatske.

Izrađene su karte prirodne ranjivosti, hazarda i rizika od točkastih onečišćivača i poljoprivredne djelatnosti prostornom analizom podataka u GIS tehnologiji programskim paketom ArcGIS (Arc/Info). U svijetu je korištenje GIS tehnologije za multiparametarske analize u projektima zaštite u širokoj primjeni, pri čemu se koriste različite metode (SINTACS, DRASTIC, EPIK, PI,...). One su samo jedan dio cjelovite multiparametarske analize prostora. Najcjelovitija analiza provodi se tzv. Novom europskom metodom na čijem su razvoju radili brojni europski znanstvenici, a aktivno su u njenom nastajanju sudjelovali i hrvatski znanstvenici, u sklopu COST projekta Europske Unije (COST 620, 2004). Za izradu karte prirodne ranjivosti vodonosnika krškog područja u Republici Hrvatskoj korištena je metoda prilagođena korištenju u krškim terenima, dok je analiza opterećenja (hazarda) i rizika uz male preinake preuzeta iz Nove europske metode. Sveobuhvatna prostorna analiza za potrebe analize opterećenja i utjecaja može se podijeliti na tri faze:

1. analiza prirodne ranjivosti
2. analiza opasnosti (hazarda)
3. analiza rizika od onečišćenja

Prostorna analiza rađena je za prikaz u mjerilu 1:300.000, a veličina svake ćelije rasterskog sloja iznosi 75 m. Podaci korišteni za potrebe ove analize su podaci točnosti 1:25.000 (digitalne slojnice, količine oborina, ponori, jame, hazardi), 1:100.000 (vrtače) i 1:300.000 (hidrogeološka podloga).

**Prvom fazom**, analizom prirodne ranjivosti, izdvajaju se prirodno ranjiva područja CPV temeljem hidrogeoloških parametara. Analiza se provodi GIS tehnologijom preklapanjem slijedećih osnovnih podloga ("slojeva"):

- geološka građa vodonosnika
- stupanj okršnosti
- nagib terena i količina oborina

Rezultat ovoga dijela prostorne analize je karta prirodne ranjivosti terena, kojom se cijelo područje istraživanja može podijeliti u pet kategorija ranjivosti. Izdvojena najranjivija područja su osjetljivija na negativni utjecaj sa površine terena, odnosno područja s kojih bi potencijalni onečišćivač najbrže i u najvećoj koncentraciji mogao negativno utjecati na kakvoću podzemne vode. S druge strane, izdvojena područja različitog stupnja ranjivosti nisu jednoznačni pokazatelj područja s kojih je već danas evidentno onečišćenje, jer u brojnim takovim područjima nema onečišćivača (npr. visoke planinske zone). Konačna karta prirodne ranjivosti terena je izuzetno korisna podloga za određivanje zona sanitarne zaštite i planiranje izgradnje novih objekata, odnosno njihovu prostornom smještaju unutar sliva.

**Druga faza**, analiza opasnosti (hazarda), provedena je za dva tipa onečišćivača. Posebno je analiza provedena za točkaste onečišćivače zajedno s prometnicama, željezničkim prugama, naftovodom kao linijskim onečišćivačima. Zasebno je analizan utjecaj poljoprivrede (raspršeni onečišćivači).

Za točkaste i linijske onečišćivače izrađena je prostorna baza podataka, u kojoj su oni smješteni i klasificirani prema vrsti djelatnosti, a naznačena su i mjesta ispuštanja (vodotok, podzemlje). Baza je izrađena korištenjem podataka Hrvatskih voda nadopunjenih podacima brojnih drugih izvora. Jedan od važnih izvora podataka o potencijalnim onečišćivačima je i "Katastar emisija u okoliš. Popis pojedinačnih i kolektivnih onečišćivača u vode/more i pregled podataka o uređajima za pročišćavanje otpadnih voda" koji je izradila Agencija za zaštitu okoliša. Iz toga katastra, koji obuhvaća cijelo područje Republike Hrvatske, korišteni su podaci za sve županije koje se nalaze u obrađenom području hrvatskoga krša. U katastru je opisan svaki

potencijalni onečišćivač i tip uređaja za pročišćavanje otpadnih voda. Temeljem baze Hrvatskih voda i katastra Agencije za zaštitu okoliša, za točkaste onečišćivače načinjena je baza podataka za cijelo krško područje, a onečišćivači su podijeljeni u dvadesetak osnovnih grupa ovisno o djelatnosti gospodarskih subjekata. Tome su pridodani linijski onečišćivači autoceste, ostale prometnice, željezničke pruge i naftovod. Za njih je napravljena analiza u dvije razine:

- neklasificirana karta onečišćivača (prostorno locirani i podijeljeni prema tipu onečišćivača)
- klasificirana karta onečišćivača (neklasificiranim onečišćivačima dodijeljene su težinske vrijednosti ovisno o razini onečišćenja koje mogu prouzročiti)

Posebna je pozornost usmjerena na poljoprivredu, jer je kvalitativna analiza podzemnih voda ukazala da je u pojedinim dijelovima krškog područja utjecaj poljoprivrede na kakvoću podzemne vode znatan. To se iskazuje povišenim koncentracijama nitrata u analiziranoj podzemnoj vodi. U tu svrhu izrađena je karta utjecaja poljoprivredne djelatnosti na podzemne vode korištenjem podloge CORINE Land Cover 2000 koja je preuzeta od Hrvatskih voda.

Završna, **treća faza** obrade je karta rizika izrađena zasebno za točkaste i linijske onečišćivače, a zasebno za utjecaj ratarske djelatnosti. Karta rizika za točkaste i linijske onečišćivače dobiva se preklapanjem karte prirodne ranjivosti vodonosnika i klasificirane karte onečišćivača. Nakon preklapanja ova dva sloja reklasifikacijom u 5 kategorija rizika dobivamo konačnu kartu rizika temeljem baze podataka onečišćivača. Slična je i analiza utjecaja ratarske djelatnosti gdje se kao podloga opasnosti koristi sloj CORINE LC 2000.

### 3.1.1. Analiza prirodne ranjivosti

Analiza prirodne ranjivosti prva je faza obrade koja predstavlja temeljnu podlogu za izradu generalne karte ugroženosti krških vodonosnika, odnosno zaštite izvorišta pitke vode u krškim terenima. Višeslojnom analizom moguće je dobiti odgovarajuće ocjene prirodne ranjivosti dijelova krških slivova i povećati točnost podloga za definiranje zaštitnih zona i efikasnost zaštitnih mjera za izvorišta pitke vode. Tom fazom obrade izdvajaju se određene zone slivova na koje je potrebno usmjeriti dodatna istraživanja.

Za ocjenu stupnja ranjivosti korištene su tri skupine podataka (slojeva):

#### 1. HIDROGEOLOŠKE KARAKTERISTIKE VODONOSNIKA

- litologija (geološka karta; hidrogeološka karta)

#### 2. STUPANJ OKRŠENOSTI

- stupanj okršenosti (koncentracija vrtača)

- jame do vode i ponori (aktivni i povremeni)

#### 3. NAGIB TERENA I OBORINE

- nagib terena dobiven iz digitalnog modela terena

- količina oborina ( $P_q$ )

Konačna ocjena prirodne ranjivosti područja dobiva se preklapanjem navedenih slojeva i zbrajanjem pridruženih bodova ovisno o kategoriji unutar svakoga sloja. Prikaz ove multiparametarske metode dan je u narednim poglavljima.

#### Hidrogeološke karakteristike vodonosnika

U ovom dijelu multiparametarske analize obrađuje se građa krških vodonosnika od površine terena preko nesaturirane do saturirane zone. Ovisno o stupnju raspucalosti stijene i napredovanju procesa okršavanja ukazuje se na mogućnost pronosa onečišćenja do saturirane zone vodonosnika i daljnji transfer prema izvorima koji se štite. Za prikaz **geološke građe krških vodonosnika** su korišteni podaci s OGK (Osnovne geološke karte), OHGK (Osnovne hidrogeološke karte) i brojnih detaljnih hidrogeoloških istraživanja rađenih za različite

svrhe, prvenstveno za potrebe zaštite voda. Procjena stupnja vodopropusnosti stijena je jedan od temeljnih slojeva obrade prirodnih uvjeta.

Stijene i naslage se dijele u šest osnovnih kategorija:

- 1) vapnenci
- 2) vapnenci i dolomiti u izmjeni
- 3) dolomiti
- 4) aluvijalne naslage
- 5) proluvij, deluvij, fluvioglacial
- 6) fliš, paleozojski klastiti,

i ovisno o stupnju vodopropusnosti dodjeljuje im se određeni broj bodova (0-10).

#### Stupanj okršenosti

Ovaj sloj multiparametarske metode primjenjuje se isključivo za krška područja. Temeljem broja vrtača na jedinicu površine ocjenjuje se stupanj okršenosti i na taj način izdvajaju najranjiviji dijelovi krških vodonosnika. Vrtače, jame s vodom i stalni ili povremeni ponori su točke gdje površinske vode dolaze u direktan kontakt s podzemnom vodom. Transport kroz nesaturiranu zonu može biti vrlo brz zbog prostranih kavernoznih prostora u podzemlju. Za analizu razmatrani su slijedeći slojevi:

- koncentracija vrtača
- jame do vode i ponori (stalni i povremeni)

**Koncentracija vrtača** na jedinici površine je prostorni podatak, koji ukazuje na površinski raspored karbonatnih stijena različitog stupnja okršenosti. Karta koncentracije vrtača dobiva se prostornom analizom pomoću GIS software-a ArcGIS i dodatne ekstenzije Spatial Analyst. Jače okršena područja, odnosno područja sa najvećom koncentracijom vrtača predisponirana su područja povećanoga poniranja, a to znači i moguće zone visoke ranjivosti krških slivova. Za tu analizu digitalizirane su vrtače sa topografskih podloga 1:100.000 i napravljena karta gustoće. Za kartu gustoće korišten je radijus od 1.000 m, a veličina ćelije (grida) je 75 m. Nakon napravljene karte gustoće vrtača rađena je reklasifikacija karte u 17 kategorija kojima su dodijeljeni bodovi od 0-20 ovisno o broju vrtača po kvadratnom kilometru.

**Jame do vode i ponori** su točke gdje je mogućnost onečišćenja podzemnih voda najveća zbog izravne veze površine terena sa saturiranom zonom vodonosnika. To su točkasti podaci, ali pri izradi karte prirodne ranjivosti imaju veliku težinu i važnost. Stoga su za svaki takav speleološki objekt napravljeni buffer-i od 500 m u kojem je najveća mogućnost pronosa onečišćenja sa površine terena u vodonosnik. Tim buffer-ima dodijeljeno je 10 bodova.

Preklapanjem ove dvije podloge dobiva se podloga, koja se reklasificira u dvadeset kategorija (bodovi 1-20).

#### Nagib terena i oborine

Analiza ova dva sloja upućuje na mogućnost formiranja površinskih vodotoka, odnosno hidrografske mreže, koja svojim poniranjem može utjecati na stanje u krškom podzemlju. Ostali slojevi bitni za formiranje hidrografske mreže (npr. litološki sastav terena, okršenost) obrađeni su kroz druge slojeve. U razmatranje su uzeti slijedeći slojevi:

- nagib terena dobiven iz digitalnog modela terena
- količina oborina ( $P_q$ )

**Nagib terena** je bitan preduvjet formiranja hidrografske mreže. Što su nagibi veći bujične osobine vodotoka su naglašenije, što znači brži pronos potencijalnih onečišćivača s nekog prostora. Najveći rizik je na zaravnjenim područjima, odnosno na područjima, gdje su nagibi najmanji, jer je na tim prostorima najduže zadržavanje vode, a isto tako i potencijalnih onečišćivača. Karti nagiba terena dobiva se prostornom analizom digitalnoga modela terena.

Tablica 3-1. Primjer bodovanja sloja "Nagib terena i oborine" za izradu karte ranjivosti

C1 - NAGIB TERENA		C2 - OBORINE (mm/god)	
BODOVI	NAGIB (°)	BODOVI	SRED. GOD. KOL. OBORINA
10	0 - 5	10	> 3.500
9	> 5 - 7	9	> 3.000 - 3.500
8	> 7 - 10	8	> 2.500 - 3.000
7	> 10 - 15	7	> 2.000 - 2.500
6	> 15 - 20	6	> 1.500 - 2.000
5	> 20 - 25	5	> 1.250 - 1.500
4	> 25 - 30	4	> 1.000 - 1.250
3	> 30 - 35	3	> 750 - 1.000
2	> 35 - 40	2	> 500 - 750
1	> 40 - 45	1	< 500
0	> 45		

**Srednja godišnja količina oborine** zasigurno je jedna od najbitnijih komponenata za ocjenu vodnoga režima određenoga prostora. Termin "ranjivosti" u ovome sloju treba uzeti uvjetno jer je to jedan od parametara konačne procjene ranjivosti, odnosno dio, koji prikazuje područja sa najvećom količinom oborina što omogućuje veću mogućnost pronosa potencijalnih onečišćivača u krško podzemlje.

#### Karta prirodne ranjivosti

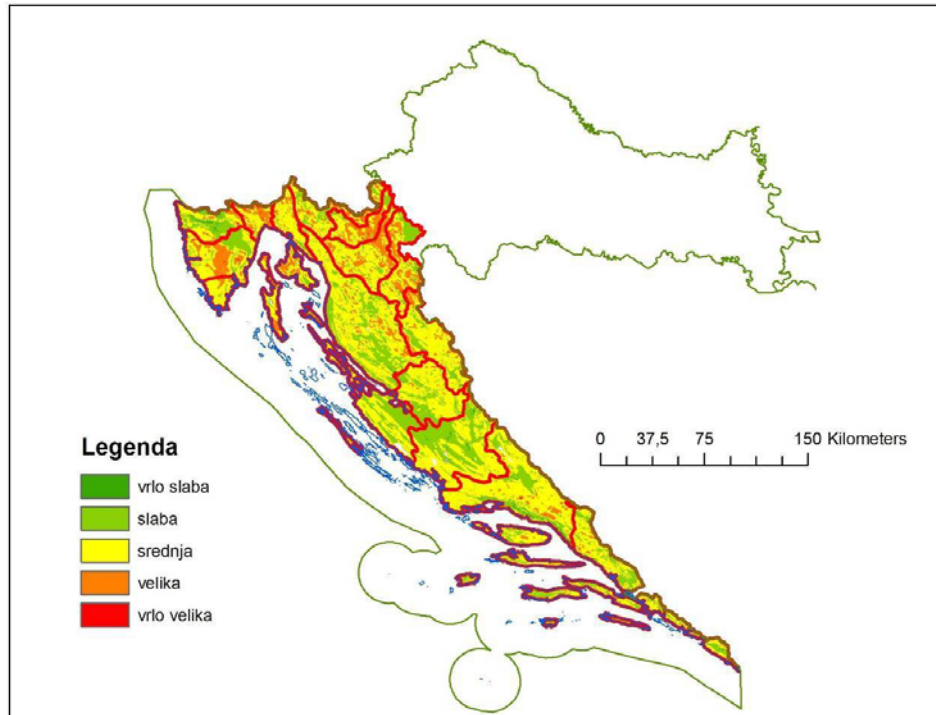
Analizom navedenih slojeva dobiva se konačna karta prirodne ranjivosti (Slika 3-1; Slika 3-2). Bodovi pojedinih slojeva zbrajani su prema formuli:

$$\text{RANJIVOST} = A + B + C1+C2$$

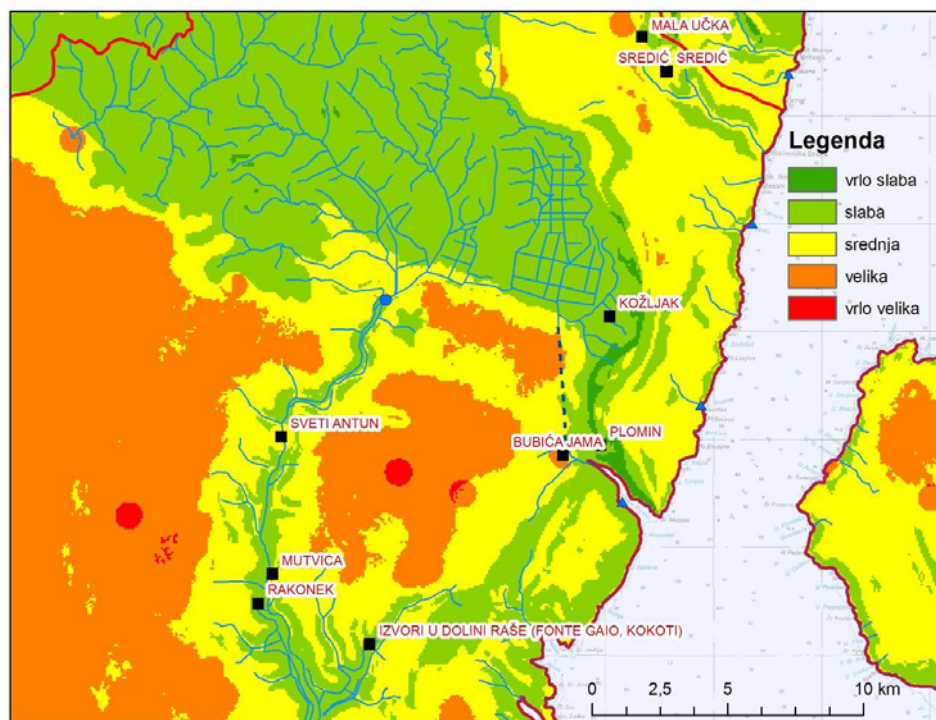
a ovisno o veličini konačnoga zbroja bodova ranjivost je podijeljena u pet osnovnih kategorija (Tablica 3-2).

Tablica 3-2. Bodovanje za izradu karte prirodne ranjivosti

RANJIVOST		
ZBROJ	KATEGORIJA	OCJENA RANJIVOSTI
0 - 10	1	VRLO SLABA RANJIVOST
> 10 - 20	2	SLABA RANJIVOST
> 20 - 30	3	SREDNJA RANJIVOST
> 30 - 40	4	VELIKA RANJIVOST
> 40 - 50	5	VRLO VELIKA RANJIVOST



Slika 3-1. Karta prirodne ranjivosti vodonosnika krškog dijela RH



Slika 3-2. Primjer karte prirodne ranjivosti



### 3.1.2. Analiza opasnosti (hazarda)

Analiza opasnosti (hazarda), provedena je na dva načina. Zasebna analiza je provedena za točkaste, a zasebna za raspršene onečišćivače.

Analiza **točkastih onečišćivača** je rađena multiparametarskom metodom GIS tehnologijom. Na kartu prirodne ranjivosti krških područja preklapljeni su klasificirani onečišćivači (Nova Europska metoda – COST 620).

Izrađena je baza podataka svih potencijalnih točkastih onečišćivača podijeljenih u tri osnovne kategorije:

1. infrastrukturni objekti, urbana područja
2. industrijske aktivnosti
3. poljoprivreda i stočarstvo

Prikupljanje podataka za izradu karte opasnosti (hazarda) je dosta složen zadatak i generalno nije jednoznačno metodološki određen. Osnovni podaci dostupni su iz topografskih karata, ali svaka daljnja raščlamba zahtijeva dodatne podatke. Postupak prikupljanja podataka je vezana za nekoliko izvora:

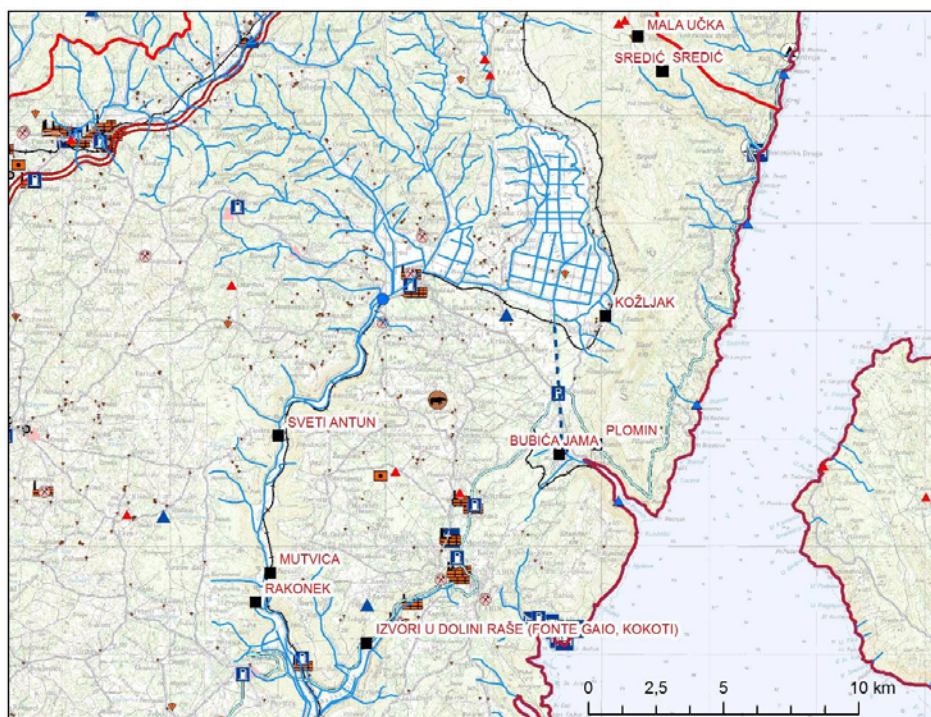
1. prikupljanje podataka iz dostupnih baza podataka, raznih izvješća i arhiva
2. izdvajanje iz avio i satelitskih snimaka
3. izdvajanje iz topografskih karata
4. terensko rekognosciranje
5. izravno prikupljanje informacija od tvornica, lokalne uprave,...

S topografskih karata, avio i satelitskih snimaka moguće je lociranje glavnih prometnica, urbanih područja, groblja, te industrijskih zona, ali bez mogućnosti određivanja vrste onečišćivača unutar pojedine industrijske zone. Stoga je potrebno izravno prikupljanje i razrada podataka pojedinih mogućih onečišćivača.

U finalnoj fazi radi se karta opasnosti (hazarda), odnosno njena početna faza, neklasificirana karta opasnosti (hazarda), koja prikazuje prostornu raspodjelu mogućih onečišćivača (veličina i oblik) (Slika 3-3). Koristi se kao tematska karta i temeljna je podloga za klasifikaciju mogućih onečišćivača ovisno o pretpostavljenoj opasnosti.

Nakon provedene analize i prostornoga smještaja potencijalnih onečišćivača pristupa se klasifikaciji onečišćivača prema stupnju opasnosti (hazardu) za podzemne vode. Za kvalitetnu ocjenu razine opasnosti (hazarda) potrebno je, ne samo prikupiti podatke o vrsti onečišćivača i točnu lokaciju, već po mogućnosti i količinu ispuštanja otpadne vode, njenu toksičnost, vrstu mogućeg onečišćenja i sl. Svi ti podaci nisu uvijek dostupni, pa se vrlo često radi procjena težine pojedinih onečišćivača temeljena na iskustvima na drugim područjima.

Tablica 3-4 prikazuje težinske raspone za pojedine kategorije mogućih onečišćivača prema COST 620 (2004). Opasnost se procjenjuje u rasponu 0-100, gdje 0 označuje područja bez opasnosti (hazarda) za podzemne vode, a 100 označava ekstremnu razinu opasnosti (hazarda). Od navedenih glavnih kategorija mogućih onečišćivača na krškom području u Hrvatskoj izdvojene su samo pojedine vrste unutar ovih kategorija (Tablica 3-3).



Slika 3-3. Primjer neklasificirane karte opasnosti

Tablica 3-3. Izdvojene vrste onečišćivača za područje krša u Hrvatskoj

VRSTA	VRSTA
Sustva javne odvodnje - bez pročišćavanja	Kamenolom
Sustav javne odvodnje - zastarjeli	Galvanizacija
Sustav javne odvodnje s pročišćavanjem	Asfaltna baza
Rafinerija	Auto-servis
Termoelektrana, toplana	Pilana
Benzinska postaja	Garaža
Plinara	Bolnica
Rudnik	Aerodrom
Odlagalište otpada	Farma
Naftovod	Autopraona
Autoceste	Skladište
Ceste (ostale)	Hidroelektrana
Željezničke pruge	Ciglna
Tvornica	Rasadnik
Brodogradilište	Marina
Uljara	Luka
Klaonica	Restaurant
Autobusni terminal	Hotel
Vojska – bivši vojni objekti	Autokamp
Vinarija	Trgovina
Sirana	

Tablica 3-4. Sustav bodovanja težinskih vrijednosti prema COST 620 projektu

Onečišivač	Težinska vrijednost
Upojni zdenac za otpadne vode	85
Rafinerija nafte	85
Urbanizacija bez kanalizacijskog sustava	70
Rudnik ugljena	70
Kožarska industrija	70
Kemijska tvornica	65
Benzinska pumpa	60
Plinara	60
Naftovodi	55
Elektro industrija	55
Uređene deponije otpada	50
Obrada metala i završni radovi obrade metala	50
Elektrana na kruta goriva	50
Ispust otpadne vode u vodotoke	45
Prehrambena industrija	45
Divlje odlagalište otpada, kontejner za otpad i smeće	40
Cesta, nesigurna	40
Talionice	40
Željezare i čeličane	40
Gumarska industrija	40
Papirna industrija	40
Urbanizacija (s kanalizacijskim sustavom)	35
Ispusti iz zastarjelih postrojenja za obradu otpadnih voda	35
Autocesta	35
Golf teren	35
Vojne instalacije i incidenti	35
Farma	30
Željeznička pruga	30
Turistička urbanizacija	30
Područje kampiranja	30
Skijalište	25
Kamenolom	25
Staklenik	20
Rasadnik	15

Za dobivanje realne procjene opasnosti (hazarda) za podzemne vode, odnosno za dobivanje indeksa opasnosti (hazard index) potrebno je težinsku vrijednost svakog pojedinog potencijalnog onečišivača uvrstiti u slijedeću formulu:

$$\text{OPASNOST} = H \cdot Q_n \cdot R_f \quad (4)$$

gdje je:

- OPASNOST - indeks opasnosti (hazard index)
- H - težinska vrijednost
- $Q_n$  - faktor ocjene stvarne opasnosti (ranking factor)
- $R_f$  - faktor redukcije (reduction factor)

Vrijednost H (težinska vrijednost) očitava se iz tablica ovisno o vrsti mogućeg onečišivača i ima raspon 0-100. Faktor ocjene stvarne opasnosti (ranking factor) ima raspon 0,8 do 1,2, a prikazuje odnos veličine stvarne opasnosti i prosječne vrijednosti ovisno o vrsti onečišivača i supstance, koja je mogući onečišivač podzemnih voda. Faktor redukcije kreće se u rasponu 0-1 i prikazuje vjerojatnost pojavljivanja onečišćenja iz svakog pojedinoga potencijalnog onečišivača. U slučaju da je faktor redukcije *nula*, pretpostavlja se da nema rizika

onečišćenja podzemne vode, dok faktor *jedan* označava da nema poznatih razloga za smanjenje stvarne opasnosti za potencijalno onečišćenje podzemne vode iz te vrste onečišćivača.

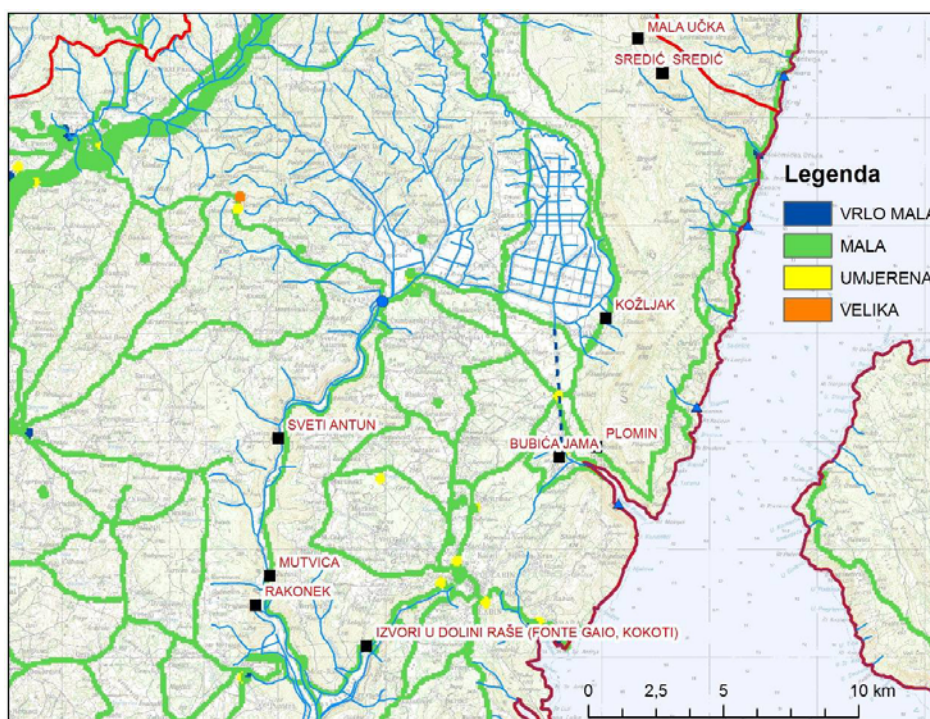
Prema analizi opasnosti (hazarda) za podzemnu vodu maksimalna vrijednost težinske vrijednosti opasnosti je 120, a nastaje ukoliko se opasnost vrijednosti 100 (odlagalište nuklearnog otpada) pomnoži sa faktorom ocjene stvarne opasnosti (maksimalan 1,2) i faktorom redukcije (maksimalan 1). Dakle, raspon opasnosti kreće se od 0 (nema opasnosti) sve do 120 (vrlo velika opasnost).

Nakon provedene analize opasnosti dobiveni prikaz (*grid*) mora se reklasificirati u kategorije dane u [tablici 3-5](#).

Tablica 3-5. Kategorije opasnosti od mogućeg onečišćenja

Indeks opasnosti (HI)	Kategorija opasnosti	Razina opasnosti
0	1	nema
1 - 24	2	vrlo mala
> 24 - 48	3	mala
> 48 - 72	4	umjerena
> 72 - 96	5	velika
> 96 - 120	6	vrlo velika

Baza podataka onečišćivača sadrži oko 1.700 potencijalnih točkastih onečišćivača, ali tome treba pridodati i sve autoceste, ostale prometnice i željezničke pruge. Svi potencijalni onečišćivači su bodovani prema [tablici 3-3](#) i sukladno tome je izrađena klasificirana karta hazarda za područje krša u Hrvatskoj ([Slika 3-4](#)).



Slika 3-4. Primjer klasificirane karte točkastih i linijskih onečišćivača

**Raspršeni onečišćivači** obrađeni su zasebnom analizom. Tri su osnovna izvora raspršenog onečišćenja: poljoprivredna djelatnost, naseljena područja i raspršena onečišćenja od prometa. Najveći negativan utjecaj na podzemne vode je od poljoprivredne proizvodnje, što je evidentno na rezultatima kemijskih analiza podzemne vode za neke od izvora. Utjecaj naselja, ali i prometnica je manji i obrađen je kroz klasificiranu kartu točkastih onečišćivača i kartu rizika od onečišćenja točkastih onečišćivača.

Poljoprivredna djelatnost glavni je izvor povišenih koncentracija nitrata u podzemnim vodama. Zbog toga je provedena posebna analiza utjecaja ratarske djelatnosti korištenjem karte prirodne ranjivosti i poljoprivrednih površina dobivenih iz podloge CORINE LC 2000.

Iz podloge CORINE Land Cover 2000 izdvojeni su slijedeći poligoni:

- 211 – Nenavodnjavano obradivo zemljište
- 212 – Stalno navodnjavano zemljište
- 221 – Vinogradi
- 222 – Voćnjaci
- 223 – Maslinici
- 231 – Pašnjaci
- 242 – Kompleks kultiviranih parcela
- 243 – Pretežno poljodjelska zemljišta s većim područjima prirodne vegetacije

i izračunat je udio poljoprivrednog zemljišta po cjelinama podzemnih voda. Ukupno 33,73 % područja krša je poljoprivredno zemljište, ali od toga 10,96% otpada na pašnjake, a 10,57% na poljoprivredno područje s većim dijelom prirodne vegetacije. Na nenavodnjavano poljoprivredno zemljište otpada 2,69%, a na navodnjavano samo 0,15% područja krša. Maslinici, vinogradi i voćnjaci zastupljeni su od 0,23 do 0,69%.

Najveći udio stalno navodnjavanog zemljišta je u CPV Sjeverna Istra (1,15%) i CPV Središnja Istra (1,43%), što se i očituje povećanim koncentracijama nitrata u podzemnim vodama.

Za potrebe multiparametarske analize za sloj "poljoprivredno zemljište" ovisno o namjeni dodijeljene su im težinske vrijednosti u odnosu na utjecaj na podzemne vode (Tablica 3-6).

Tablica 3-6. Težinske vrijednosti za poljoprivredna zemljišta prema mogućem negativnom utjecaju na podzemne vode

VRSTA POLJOPRIVREDNOG ZEMLJIŠTA PREMA CLC2000	TEŽINSKA VRIJEDNOST
211 - Nenavodnjavano obradivo zemljište	15
212 - Stalno navodnjavano zemljište	25
221 - Vinogradi	15
222 - Voćnjaci	15
223 - Maslinici	15
231 - Pašnjaci	5
242 - Kompleks kultiviranih parcela	10
243 - Pretežno poljodjelska zemljišta s većim područjima prirodne vegetacije	8

Temeljem te podloge i karte prirodne ranjivosti vodonosnika izvršeno je preklapanje pomoću GIS programa ArcGIS (Arc/Info) čime je dobivena podloga utjecaj poljoprivredne proizvodnje na podzemne vode.

Tablica 3-7. Postoci i površine različitih tipova poljoprivrednih zemljišta po CPV

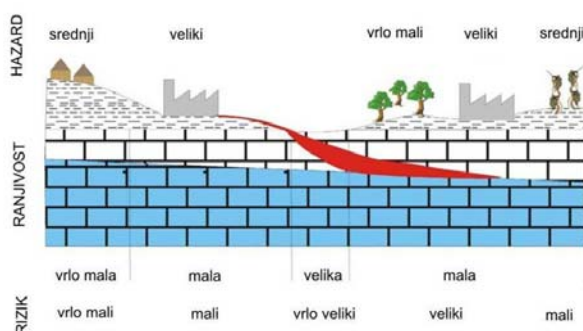
Sliv	Kod CPV	Cjelina	Površina (ha)	CLC2010 - 211	CLC2010 - 212	CLC2010 - 221	CLC2010 - 222	CLC2010 - 223	CLC2010 - 231	CLC2010 - 242	CLC2010 - 243	CLC2010 - 244	UPO1 (%)	UPO1 211 (%)	UPO1 212 (%)	UPO1 221 (%)	UPO1 222 (%)	UPO1 223 (%)	UPO1 231 (%)	UPO1 242 (%)	UPO1 243 (%)	UPO1 244 (%)
Jadranski sliv	HR_KCPV_01	Sjeverna lita	899,02	8,72	10,37	27,03	3,44	0,89	66,91	57,27	227,14	401,77	44,69	0,87	1,15	3,01	0,38	0,10	7,44	6,37	25,27	25,27
Jadranski sliv	HR_KCPV_02	Srednja lita	1460,54	7,87	21,06	14,66	3,34	3,72	82,01	119,73	326,56	577,95	39,33	0,54	1,43	1,00	0,23	0,25	5,38	8,08	22,22	22,22
Jadranski sliv	HR_KCPV_03	Južna lita	391,48	6,03			2,30	0,35	17,28	67,99	69,78	163,73	41,82	1,54	0,00	0,00	0,59	0,00	4,41	17,37	17,62	17,62
Jadranski sliv	HR_KCPV_04	Riječni zaljev	442,37	19,77							1,90	21,67	4,90	4,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43
Jadranski sliv	HR_KCPV_05	Rijeka - Bakar	633,00	23,85							1,92	5,75	4,98	3,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	0,91
Jadranski sliv	HR_KCPV_06	Lita - Gola	3.754,76	4,26					385,29	202,38	130,54	745,18	19,85	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	10,26	5,39	4,08	4,08
Jadranski sliv	HR_KCPV_07	Zmjanja	1.558,62	275,05					24,32	130,54	429,91	27,58	17,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,56	8,37	8,37
Jadranski sliv	HR_KCPV_08	Ravnati kotari	1.269,31	19,39					241,96	379,34	78,33	797,10	59,85	1,53	0,00	1,79	0,33	1,12	19,06	29,65	6,17	6,17
Jadranski sliv	HR_KCPV_09	Kika	2.728,20	4,19	2,86	21,19	3,10	11,32	688,14	293,35	186,61	1190,89	43,65	0,15	0,11	0,78	0,11	0,41	24,49	10,75	6,84	6,84
Jadranski sliv	HR_KCPV_10	Čalina	3.089,05	32,57					483,94	262,65	282,22	1099,35	35,59	1,05	0,00	0,19	0,19	0,85	15,67	8,50	9,14	9,14
Jadranski sliv	HR_KCPV_11	Neretva	909,94	5,30	7,47	43,71	40,25	19,88	183,29	112,55	212,00	624,45	68,63	0,58	0,82	4,80	4,42	2,18	20,15	12,37	23,30	23,30
Jadranski sliv	HR_KCPV_12	Jadranski otoci	2.572,38	86,57	0,00	10,76	0,00	58,08	305,05	152,15	338,92	951,53	36,99	3,37	0,00	0,42	0,00	2,26	11,86	5,91	13,18	13,18
		Čitovo	26,54	0,59					2,59		1,33	8,81	30,87	2,07	0,00	0,00	0,00	0,00	9,47	9,07	0,00	5,38
		Blač	395,74	1,97						23,79	65,44	103,56	26,17	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	3,12	0,00	6,01	16,94
		Ores	405,60	0,34					80,60	9,48	28,92	124,11	30,60	0,08	0,00	0,00	0,00	1,18	19,87	2,34	7,13	7,13
		Dugi otok	113,53	12,59					2,49	5,87	20,65	18,45	18,45	11,09	0,00	0,00	0,00	0,00	2,19	5,17	5,17	5,17
		Hvar	286,09	16,20						25,58	34,52	81,62	27,38	5,43	0,00	0,00	0,00	2,46	0,00	7,91	11,98	11,98
		Korčula	272,28	26,54						5,14	78,99	135,73	49,85	9,75	0,00	0,00	0,00	9,20	0,00	1,89	29,01	29,01
		Kik	404,71	0,89					29,27	26,10	64,89	133,91	33,09	0,22	0,00	2,86	0,00	0,00	7,23	6,94	16,03	16,03
		Lašvo	40,86	1,57							5,04	6,61	16,18	3,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,33	12,33
		Mljet	97,60	0,60						5,31	12,24	16,56	19,33	0,61	0,00	0,00	0,00	0,77	0,00	5,43	12,52	12,52
		Pag	290,71	8,84					178,16	25,53	12,86	228,86	81,56	3,18	0,00	0,00	0,00	1,20	63,47	9,09	4,62	4,62
		Šolta	58,06	6,41					7,35	10,01	25,77	40,94	11,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,66	12,66
		Rab	66,41	1,82					12,74	9,50	4,87	28,93	33,48	2,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,74	10,99	5,64
		Vis	90,05	8,11					1,69	11,88	13,64	35,67	39,61	9,01	0,00	0,00	0,00	0,39	1,88	13,19	15,15	15,15
Crnomorski sliv	HR_KCPV_13	Kupa	1.016,21	15,72					73,83	90,98	180,53	17,77	1,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,27	8,95	8,95
Crnomorski sliv	HR_KCPV_14	Dolina	759,67	1,57					7,86	50,60	102,56	162,59	21,54	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	1,04	6,70	13,99	13,99
Crnomorski sliv	HR_KCPV_15	Mrežnica	1.370,14	2,29					103,59	96,37	282,84	20,64	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,56	6,96	5,95	5,95
Crnomorski sliv	HR_KCPV_16	Korana	1.248,57	149,80					117,58	191,36	449,74	36,02	11,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,42	15,33	15,33
Crnomorski sliv	HR_KCPV_17	Una	1.513,71	7,01					19,13	28,05	116,30	342,49	22,63	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	12,63	1,85	7,68	7,68
		<b>UKUPNO - HRŠ</b>	<b>28.183,44</b>	<b>747,59</b>	<b>41,88</b>	<b>159,72</b>	<b>62,48</b>	<b>182,71</b>	<b>3.041,50</b>	<b>2.187,24</b>	<b>2.934,71</b>	<b>9.984,77</b>	<b>33,22</b>	<b>2,65</b>	<b>0,15</b>	<b>0,96</b>	<b>0,22</b>	<b>0,66</b>	<b>10,79</b>	<b>7,76</b>	<b>10,41</b>	<b>10,41</b>

### 3.1.3. Analiza rizika

U stručnim hidrogeološkim krugovima brojne su rasprave vođene o korištenju termina hazard i rizik, odnosno što je u stvari rizik. Generalno gledano, rizik označava mogućnost da će se određeni utjecaj ili štetna supstanca u nekom vremenskom razdoblju pojaviti, u ovom slučaju u vodnim sustavima. Prema EU projektu **COST 620 (2004)** visinu rizika određuju dva osnovna parametra u krškom slivu, a to su prirodna ranjivost u odnosu na visinu hazarda.

Zbog specifičnosti krških terena analize rizika se donekle razlikuju od analiza rizika za druge tipove vodonosnika. Najveća razlika je u dijelu koji se odnosi na analizu prirodne ranjivosti prostora, koja ističe posebnosti krških terena. Ocjena rizika za podzemne vode u krškim terenima radi se preklapanjem "slojeva" prirodne ranjivosti i procjene opasnosti. Pojam "rizik" u ovim analizama predstavlja pretpostavljenu stvarnu opasnost za onečišćenje podzemnih voda u skladu s prirodnim uvjetima, ali i s vrstom i rasporedom mogućih onečišćivača u prostoru. Vjerojatnost i veličinu utjecaja svakog pojedinog onečišćivača na podzemnu vodu dobiva se analizom opasnosti, gdje su od velike važnosti dodatni faktori (faktor ocjene stvarne opasnosti i faktor redukcije), kojima se konačan rezultat analize opasnosti korigira i na taj način dobivaju realniji ulazni parametri za analizu rizika.

Preklapajući navedene "slojeve" GIS alatima dobiva se karta rizika kojom se prostorno prikazuje visina rizika. Osnovni cilj takvih prikaza su efikasnije mjere zaštite vodnih zaliha s težištem na preventivnim mjerama kroz prostorno i urbanističko planiranje i određivanje prioriteta sanacijskih zahvata u prirodno najugroženijim dijelovima krških slivova. Takav pristup omogućava učinkovito upravljanje vodnim zalihama.



Slika 3-5. Procjena rizika za podzemne vode ovisno o različitim kategorijama ranjivosti i opasnosti (hazarda) (prema **COST 620, 2004**)

Na **slici 3-5** dat je shematski prikaz različite visine rizika ovisno o kategorijama prirodne ranjivosti i hazarda određenih područja. Veličina rizika ne ovisi samo o razini prirodne ranjivosti, već i o koncentraciji velikih mogućih onečišćivača s očitim utjecajem na podzemlje. Jasno je da u krškim terenima postoje ogromni prostori visoke prirodne ranjivosti, ali niske razine rizika zbog nepostojanja velikih mogućih onečišćivača. Jednako tako je moguća vrlo visoka razina rizika u područjima s malom prirodnom ranjivosti, ako se na tim područjima nalazi onečišćivač s velikim utjecajem na podzemne vode.

Prema "Novoj europskoj metodi" (**COST 620, 2004**) visina rizika određuje se prema formuli:

$$\text{RIZIK} = \text{OPASNOST} \times \text{RANJIVOST} \quad (5)$$

gdje se RANJIVOST numerički označava rasponom 0-50 bodova, a OPASNOST za točkaste onečišćivače 0-120. Konačan produkt analize rizika prikazuje se kartom rizika od onečišćenja podzemne vode na kojoj je intenzitet rizika u rasponu od 0 bodova (nema rizika) do maksimalnih 6.000 bodova (vrlo veliki rizik).

Tablica 3-8. Kategorije rizika od onečišćenja za točkaste onečišćivače

Raspon	Kategorija rizika	Razina rizika	Boja na karti
0	0	nema	bijela
1 – 240	1	vrlo mala	plava
240 – 960	2	mala	zelena
960 – 2.160	3	umjerena	žuta
2.160 – 3.840	4	velika	narančasta
3.840 – 6.000	5	vrlo velika	crvena

Tablica 3-9. Kategorije rizika od onečišćenja za točkaste onečišćivače

Raspon	Kategorija rizika	Razina rizika	Boja na karti
0	0	nema	bijela
1 – 50	1	vrlo mala	plava
50 – 200	2	mala	zelena
200 – 450	3	umjerena	žuta
450 – 800	4	velika	narančasta
800 – 1.250	5	vrlo velika	crvena

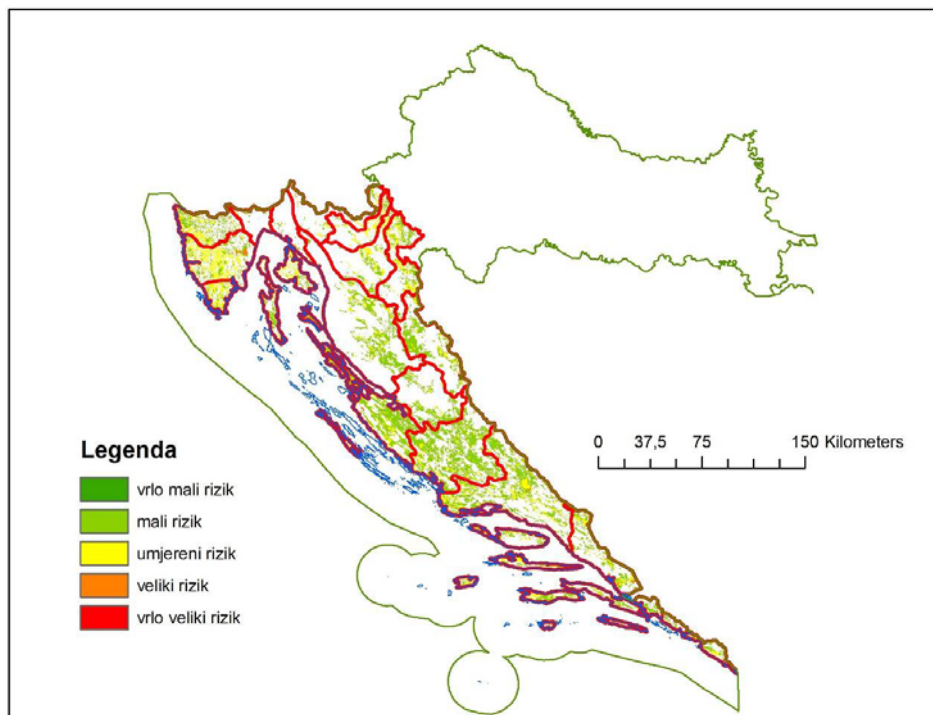
Konačna karta rizika od onečišćenja točkastim onečišćivačima dobiva se preklapanjem klasificirane karte onečišćivača i karte prirodne ranjivosti. Najveći broj onečišćivača imao je rizik u kategorijama mali i umjereni rizik, a samo na nekoliko lokacija rizik je veliki. Veliki je rizik dobiven za slijedeća područja:

CPV Središnja Istra	odlagalište Cere
CPV Riječki zaljev	benzinske postaje na Kastvu i Jurdanima
CPV Lika-Gacka	sjo Vrhovine
CPV Kupa	ponorna zona u Lokvama – autocesta, naftovod sjo Mrkopalj-Sunger
	područje između Vrbovskog i Bosiljeva (naftovod)
CPV Una	sjo Donji Lapac-Boričevac

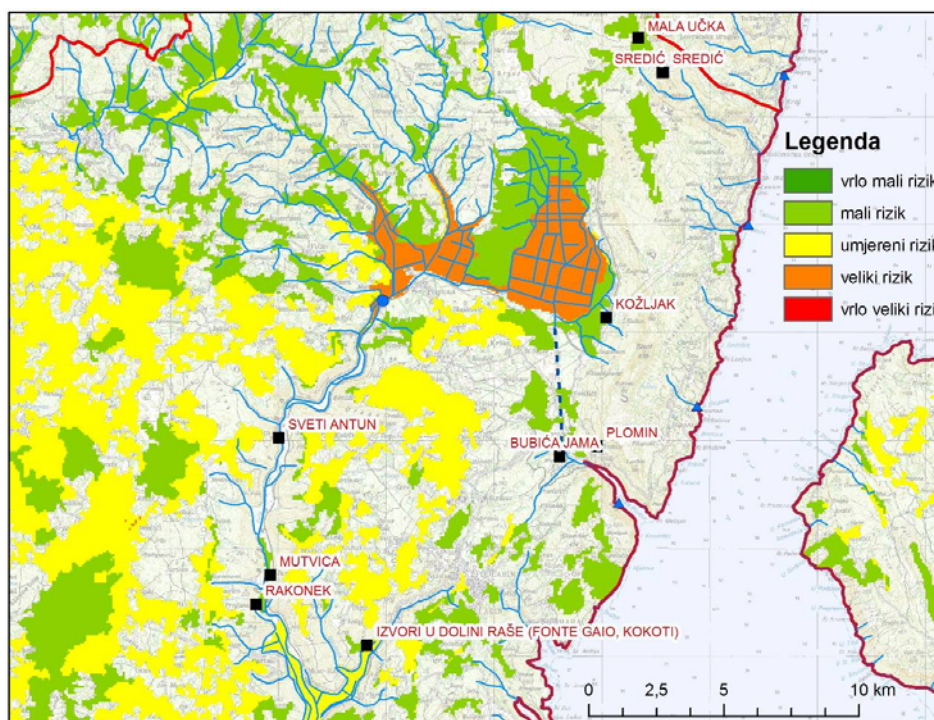
Tablica 3-10. Postotak od ukupne površine CPV pod određenom kategorijom rizika od ratarske proizvodnje

SLIV	Naziv CPV	Razina rizika ukupna površina CPV (km <sup>2</sup> )	Rizik 1		Rizik 2		Rizik 3		Rizik 4		Rizik 5		Neodređeno	
			km <sup>2</sup>	% uk. površine	km <sup>2</sup>	% uk. površine	km <sup>2</sup>	% uk. površine	km <sup>2</sup>	% uk. površine	km <sup>2</sup>	% uk. površine	km <sup>2</sup>	% uk. površine
JADRAN	Sjeverna Istra	899,02	0,00	0,00%	232,88	25,90%	138,90	15,45%	0,62	0,07%	0,00	0,00%	526,61	58,58%
	Središnja Istra	1469,54	0,00	0,00%	215,93	14,69%	336,84	22,92%	21,08	1,43%	0,00	0,00%	895,69	60,95%
	Južna Istra	391,49	0,00	0,00%	62,68	16,01%	114,01	29,12%	0,00	0,00%	0,00	0,00%	214,80	54,67%
	Riječki zaljev	442,38	0,00	0,00%	22,25	5,03%	2,63	0,59%	0,00	0,00%	0,00	0,00%	417,50	94,38%
	Rijeka-Bakar	633,00	0,09	0,01%	25,54	4,03%	0,05	0,01%	0,00	0,00%	0,00	0,00%	607,32	95,94%
	Lika-Gacka	3754,77	0,00	0,00%	553,82	14,75%	115,08	3,06%	0,48	0,01%	0,00	0,00%	3085,39	82,17%
	Zrmanja	1558,82	0,04	0,00%	323,06	20,72%	26,85	1,72%	0,00	0,00%	0,00	0,00%	1208,88	77,55%
	Ravni Kotari	1281,69	0,03	0,00%	569,14	44,41%	135,53	10,57%	5,17	0,40%	0,00	0,00%	571,81	44,61%
	Krka	2715,83	1,03	0,04%	1100,87	40,54%	149,77	5,51%	0,00	0,00%	0,00	0,00%	1464,16	53,91%
	Cetina	3089,05	1,69	0,05%	844,17	27,33%	302,43	9,79%	4,24	0,14%	0,00	0,00%	1936,53	62,69%
	Neretva	909,84	2,10	0,23%	457,95	50,33%	135,00	14,84%	6,69	0,74%	0,00	0,00%	308,11	33,86%
	Jadranski otoci	2572,36	0,01	0,00%	634,56	24,67%	308,29	11,98%	1,59	0,06%	0,00	0,00%	1627,91	63,28%
	UKUPNO	19717,79	5,00	0,03%	5042,83	25,58%	1765,37	8,95%	39,87	0,20%	0,00	0,00%	12864,71	65,24%
CRNO MORE	Kupa	1016,22	0,00	0,00%	67,75	6,67%	65,60	6,46%	0,00	0,00%	0,00	0,00%	882,87	86,88%
	Dobra	754,67	0,00	0,00%	57,47	7,61%	81,90	10,85%	0,62	0,08%	0,00	0,00%	614,69	81,45%
	Mrežnica	1370,14	0,00	0,00%	138,50	10,11%	122,55	8,94%	0,01	0,00%	0,00	0,00%	1109,08	80,95%
	Korana	1248,57	0,00	0,00%	260,08	20,83%	152,00	12,17%	0,00	0,00%	0,00	0,00%	836,49	67,00%
	Una	1513,71	0,09	0,01%	377,20	24,92%	65,96	4,36%	0,01	0,00%	0,00	0,00%	1070,45	70,72%
		UKUIPNO	5903,31	0,09	0,00%	901,00	15,26%	488,02	8,27%	0,63	0,01%	0,00	0,00%	4513,58





Slika 3-6. Rizik od ratarske proizvodnje



Slika 3-7. Primjer detalja karte rizika od ratarske djelatnosti

Utjecaj poljoprivrede dobiven je preklapanjem karte prirodne ranjivosti i karte dobivene analizom utjecaja poljoprivrednog zemljišta. Ona prikazuje razinu mogućnosti degradacije kakvoće podzemnih voda sa površine terena ovisno o razini prirodne ranjivosti terena i vrste poljoprivrednog zemljišta. Nakon analize radi se reklasifikacija u 5 kategorija rizika, od vrlo malog do vrlo velikog rizika. Područje krša Dinarida u Hrvatskoj ulazi uglavnom u tri kategorije: mali rizik, umjereni rizik i samo manja područja u kategoriji veliki rizik.

Veliki je rizik dobiven za slijedeća područja:

CPV Sjeverna Istra	područje doline Mirne (nalazi se u zaravnjenom dijelu doline Mirne nizvodno od izvora Gradole, kao i ostalih vodoopskrbnih izvora u CPV)
CPV Središnja Istra	područje južno od Višnjana područje Čepić polja
CPV Lika-Gacka	Vrhovinsko polje
CPV Ravni kotari	Područje Bokanjačkog blata Vransko polje uz kanal Kotarka koji utječe u Vransko jezero kod Biograda Nadinsko blato
CPV Cetina	Sinjsko polje
CPV Neretva	dolina Neretve
CPV Jadranski otoci	Korčula – Vela Luka Hvar – dio polja između Starog Grada i Vrboske Čiovo – područje kod G. Okruga Krk – zaleđe Punta Krak – Veli Lug kod jezera Njivice

### 3.2. Utjecaj stočarske proizvodnje

Stočarske farme jedan su od važnih dijelova poljoprivredne proizvodnje, a ujedno i jedan od većih "proizvođača" prirodnih gnojiva. Ovisno o položaju farme u slivu, o geološkoj građi područja na kojem je farma, ali i veličini same farme različiti je potencijalan utjecaj na podzemne vode. Taj negativan utjecaj sastoji se uglavnom od dušičnih i fosforinih spojeva koji nastaje kao nusprodukt stočarske proizvodnje (stajski gnoj). U analizi utjecaja stočarskih farmi korišteni su podaci o farmama po uvjetnim grlima, ukupnoj količini dušika i fosfora i podaci o pojedinačnom broju životinja ovisno o vrsti. GIS sloj s podacima o farmama preuzet je od Hrvatskih voda.

Na farmama se uzgajaju različite vrste domaćih životinja različitih veličina. Za jednoznačnost podataka o farmama i njihovu usporedivost uveden je pojam "uvjetno grlo", što označava grlo stoke težine 500 kg i sve se vrste stoke preračunavaju na uvjetna grla množenjem broja grla sa odabranim koeficijentima (Tablica 3-11). Za domaće životinje koje nisu uvedene u tablici koeficijent se određuje prema stručnom mišljenju Poljoprivredno-savjetodavne službe.

Na području krša u Republici Hrvatskoj izdvojeno je 17.484 farmi, od kojih su pojedinačno prikazane najveće od njih po broju uvjetnih grla i procijenjen njihov utjecaj na podzemne vode. U analizu su uključene farme sa više od 300 uvjetnih grla.

Najveća farma po broju uvjetnih grla je **farma goveda Vodoteč** sa 2432 goveda, a nalazi se u CPV Mrežnica u zoni prihranjivanja izvora Zagorska Mrežnica. Smještena je na osrednje vodopropusnim grebenskim – prigrbenskim vapnencima s ulošcima dolomita gornjeg malma (vršni dio jure). Potencijalan utjecaj na izvorište Zagorsku Mrežnicu je znatan.

Tablica 3-11. Koeficijenti za izračun "uvjetnog grla"

VRSTA STOKE	KOEFICIJENT
krava, steona junica	1,00
bik	1,50
vol	1,20
junad 1-2 godine	0,70
junad 6-12 mjeseci	0,50
telad	0,25
krmača + prasad	0,3
tovne svinje do 6 mjeseci	0,25
mlade svinje 2-6 mjeseci	0,13
prasad do 2 mjeseca	0,02
teški konji	1,20
srednje teški konji	1,00
laki konji	0,80
ždrebad	0,75
ovce, koze i jarci	0,10
janjad, kozlići i jarad	0,05
nojevi	0,3
kunići	0,02
pure	0,02
tovna perad	0,0055
konzumne nesilice	0,0020
rasplodne nesilice	0,0033

Slijedeća po veličini farma nalazi se u Ravnim kotarima kod naselja **Petrčane**, između Bokanjačkog Blata i crpilišta Boljkovac, također farma goveda, s 1291 uvjetnih grla. Smještena je na dobro vodopropusnim rudistnim vapnencima gornjokredne starosti. Vjerojatan je utjecaj na priobalni izvor u Zatonu, ali nije za isključiti niti utjecaj na zdence Bokanjačkog Blata (Jezerce, Bokanjac) uslijed sniženih razina podzemnih voda crpljenjem i stvorenog konusa oko crpilišta. Crpilište Boljkovac smješteno je nizvodno od farme i za određivanje stvarnog utjecaja potrebno je izvesti trasiranja podzemnih tokova u uvjetima maksimalnih crpljenja na spomenutim crpilištima.

Farma **Vrana** kod Biograda na moru je farma goveda s 795 uvjetnih grla, a nalazi se u zaleđu Vranskog jezera. Utjecaj na vodoopskrbe objekte i podzemne vode nije veliki, ali je za očekivati veliki utjecaj na površinske vode Vranskog jezera. Nalazi se na kontaktu dobro vodopropusnih foraminiferskih vapnenaca paleogenske starosti i jezerskih sedimenata Vranskog polja.

Na samoj razvodnici između sliva Gradole i porečkih zdenaca, odnosno CPV Sjeverna Istra i CPV Središnja Istra nalazi se **farma purica Muntrilj** sa 760 uvjetnih grla. Smještena je na donjokrednim dobro vodopropusnim vapnencima, a moguć je negativan utjecaj na crpilište Gradole.

**Farma goveda, svinja i koza Kaznionice u Valturi** ukupno ima 462 uvjetna grla, a nalazi se u neposrednom zaleđu pulskih zdenaca u CPV Južna Istra. Moguć je izuzetno velik utjecaj farme na kakvoću podzemnih voda pulskog vodonosnika jer se farma nalazi u gornjokrednim vapnencima dobre vodopropusnosti na svega 1,8 kilometara uzvodno od zdenca Valdragon 5 (najbliži zdenac).

**Farma Sadilovac** sa 298 uvjetnih grla (farma goveda) nalazi se u CPV Korana, ali u zoni bifurkacije, odnosno moguć je utjecaj i na izvor Klokot kod Bihaća koji se nalazi u slivu Une. Farma se nalazi 20 km od izvora Klokot i ne očekuje se veliki utjecaj na kakvoću izvorske vode.

**Farma u Svetvinčentu** ima 380 uvjetnih grla (farma purica), a nalazi se u CPV Središnja Istra u zoni prihranjivanja pulskog vodonosnika. Moguć je veliki utjecaj na kakvoću pulskih zdenaca. Farma je smještena na osrednje vodopropusnim donjokrednim vapnencima s ulošcima dolomita.

**Farma Katun II** u Brajkovićima sa 366 uvjetnih grla (purice) nalazi se u CPV Sjeverna Istra u neposrednoj blizini ponora Čiže iz kojeg je trasiranjima podzemnih tokova dokazana veza sa najvećim istarskim izvorom Gradole. To je izrazito okršeno područje puno vrtača i sufozijskih udubljenja i moguć je znatan utjecaj na kakvoću podzemne vode. Farma se nalazi u dobro vodopropusnim vapnencima gornjo kredne starosti.

**Farma junadi Murari kod Motovuna** ima 322 uvjetna grla, a nalazi se u aluvijalnim naslagama kvartarne starosti u dolini rijeke Mirne u CPV Sjeverna Istra. Nije za očekivati veliki utjecaj na podzemne vode, ali utjecaj na površinske vode može biti znatan.

**Farma kokoši Vrana kod Biograda** na moru sa 315 uvjetnih grla nalazi se 700 m od farme goveda Vrana opisane ranije i moguć je znatan utjecaj na površinske vode Vranskog jezera. Nalazi se u dobro vodopropusnim karbonatnim stijenama paleogene starosti (foraminiferski vapnenci).

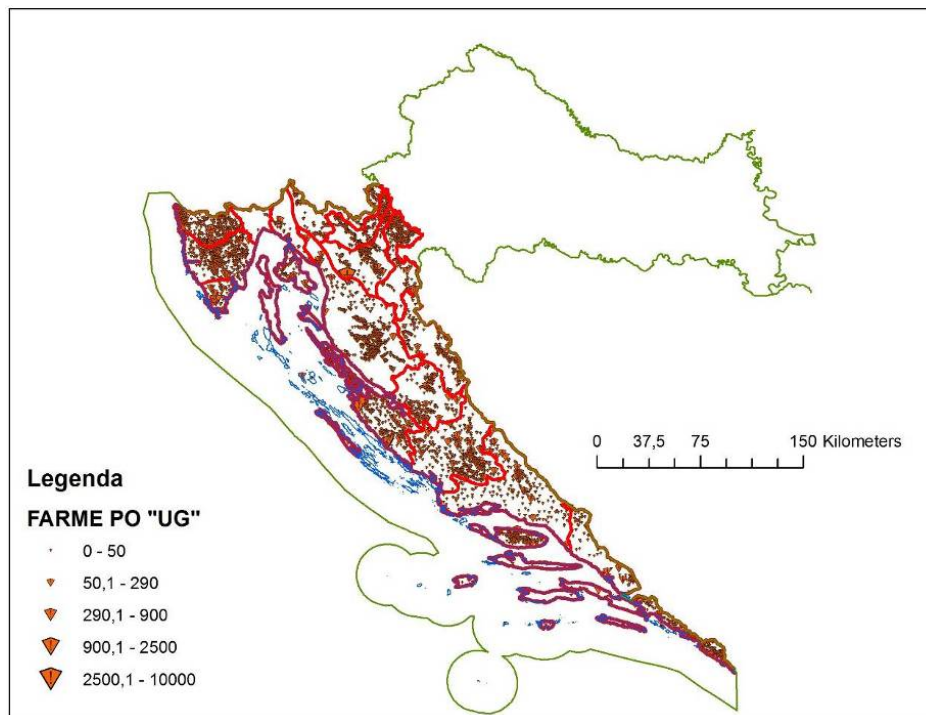
Za ostale manje farme nije pojedinačno procijenjivan utjecaj na podzemne vode i crpilišta javne vodoopskrbe.

Za dobivanje broja farmi, uvjetnih grla i uvjetnih grla po km<sup>2</sup> po cjelinama podzemnih voda provedena je analiza preklapanjem sloja farmi i sloja cjeline podzemne vode GIS programskim paketom ArcGIS (Arc/Info). Prema rezultatima analize najveći broj uvjetnih grla po km<sup>2</sup> je na području Ravnih kotara (8,61), Južne Istre (7,03) i Sjeverne Istre (6,62) gdje je najviše razvijena poljoprivredna proizvodnja. U **tablici 3-12** su prikazani rezultati po cjelinama podzemnih voda.

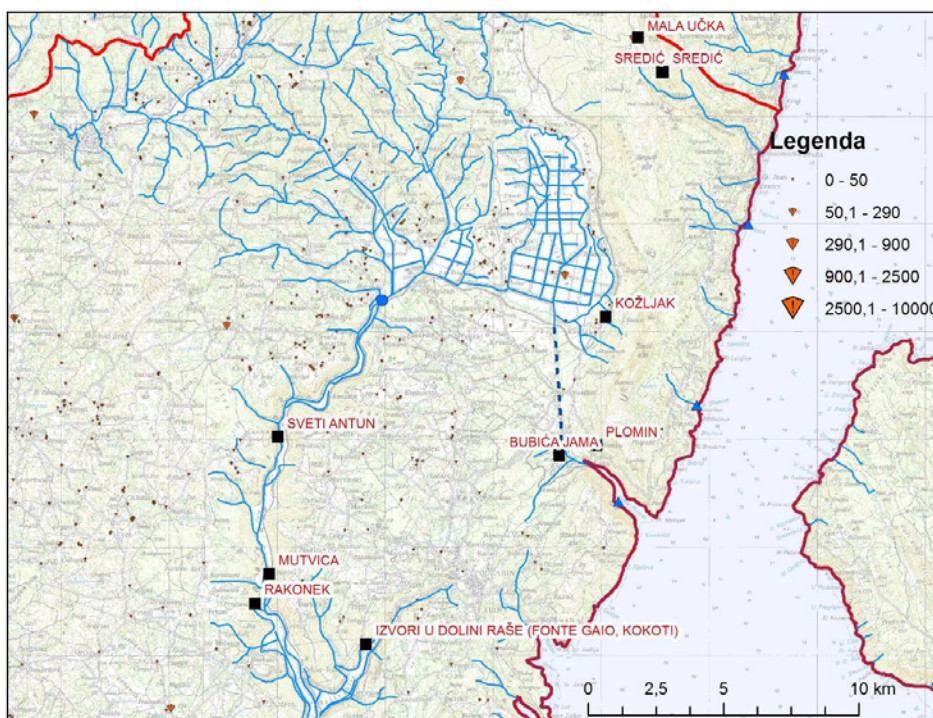
Tablica 3-12. Broj farmi, uvjetnih grla, proizvedenog dušika i fosfora po CPV

CPV	BROJ FARMI	UVJETNA GRILA	UG/km <sup>2</sup>	N (t/god)	P (t/god)
Sjeverna Istra	851	5952,04	6,62	291.107	84.800
Središnja Istra	1562	6726,87	4,58	408.811	124.761
Južna Istra	185	2751,38	7,03	156.509	44.960
Riječki zaljev	16	108,83	0,25	7.472	1.929
Rijeka – Bakar	64	602,81	0,95	40.277	10.344
Lika – Gacka	2452	13925,48	3,71	962.972	257.013
Zrmanja	604	5948,89	3,82	409.220	110.539
Ravni kotari	1324	11036,21	8,61	755.904	210.125
Cetina	2677	12484,89	4,60	825.082	236.065
Neretva	1392	3809,60	1,23	253.650	72.963
Jadranski otoci	1092	9620,82	3,74	651.406	176.219
Kupa	462	2346,03	2,31	162.174	44.969
Dobra	611	2391,51	3,17	168.795	46.777
Mrežnica	840	6301,32	4,60	446.412	121.016
Korana	736	5902,06	4,73	420.165	117.033
Una	476	4306,07	2,84	301.351	80.773

Količine proizvedenog ukupnog dušika i fosfora na farmama uglavnom odgovaraju broju uvjetnih grla, pa se kao farme sa najvećom količinom proizvedenog dušika i fosfora izdvajaju farma u Vodoteču, Petrčanama, Vrana kod Biograda na moru, Kaznionica u Valturi, Sadilovac i peradarska fama Vrana kod Biograda na moru.



Slika 3-8. Farme u krškom dijelu RH po uvjetnim grlima



Slika 3-9. Primjer karte farmi klasificiranih prema broju uvjetnih grla

### 3.3. Odlagališta otpada

Odlagališta komunalnog otpada također su sastavni dio analize rizika multiparametarskom metodom. Dodatno je izrađena je i procjena veličine utjecaja odlagališta otpada na podzemne vode, izvore i crpilišta javne vodoopskrbe za područje krša Republike Hrvatske. Osnovne podloge za procjenu su geološka građa terena (prema Osnovnoj geološkoj karti Republike Hrvatske), karta slivnih područja (hidrogeološka podloga za Vodnogospodarsku osnovu RH), karta vodnih objekata – izvora, crpilišta (hidrogeološka podloga za Vodnogospodarsku osnovu RH), zone sanitarne zaštite crpilišta javnih vodovoda i rezultati brojnih trasiranja podzemnih tokova. Procjena je izvršena bodovanjem od 1 do 10, gdje 1 označava odlagalište otpada sa kojega je utjecaj na vodonosnik ili neki vodoopskrbni izvor neznatan, a ocjena 10 označava odlagalište sa izuzetno velikim negativnim utjecajem na podzemne vode, odnosno na neko od crpilišta javne vodoopskrbe. Osnovno bodovanje je vezano uz smještaj deponija u zonama sanitarne zaštite crpilišta, ali to se odnosi samo na crpilišta koja imaju definirane zone sanitarne zaštite. Veliki broj crpilišta, uglavnom vezano uz manje vodoopskrbne sustave, nemaju definirane zone sanitarne zaštite. Za takova crpilišta izvršena je procjena ovisno o građi terena, položaju odlagališta u slivu, te kapacitetu crpilišta. Za pojedina crpilišta ta ocjena revidirana je prema stupnju ugroženosti ovisno o raspoloživim hidrogeološkim i hidrološkim podacima. Prije svega to se odnosi na mogućnost povremenog plavljenja područja odlagališta zbog blizine rijeka, kanala ili ovisno o morfologiji terena i građi vodonosnika utjecaj na odlagalište podizanjem razine podzemne vode. Taj problem povremenoga plavljenja nije toliko zastupljen u krškim predjelima zbog uobičajeno velikih dubina do podzemne vode.

Tablica 3-13. Bodovanje odlagališta otpada prema položaju u zonama sanitarne zaštite

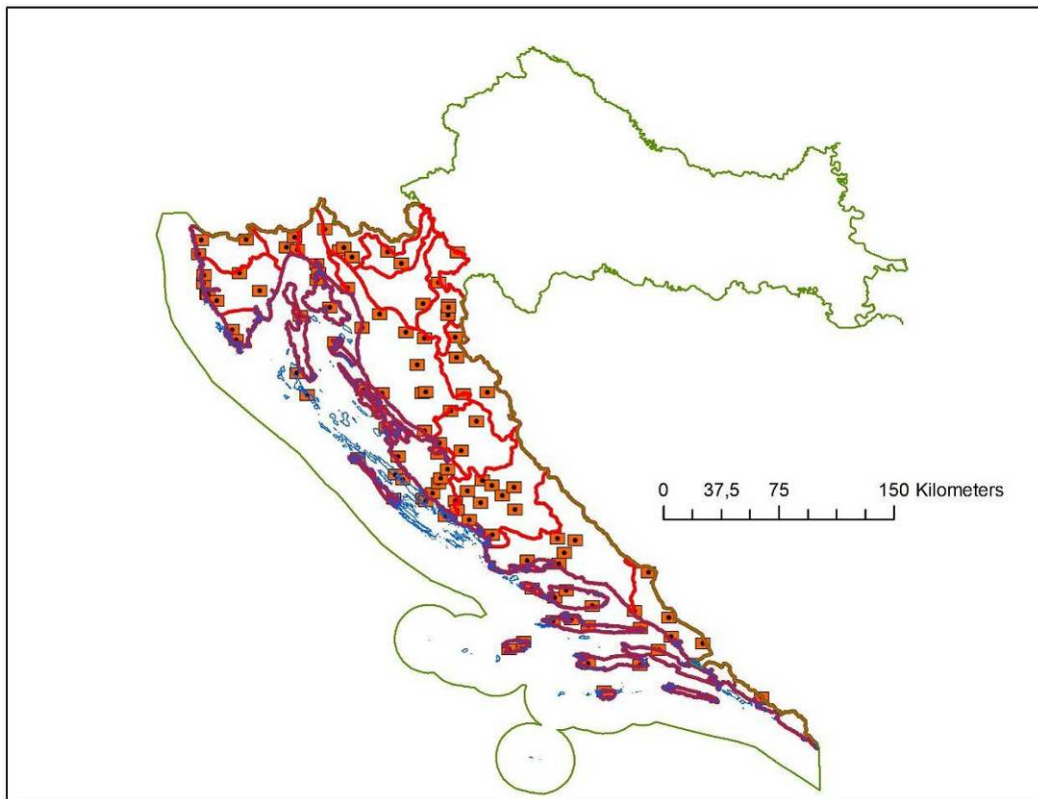
ZONA SANITARNE ZAŠTITE	BROJ BODOVA
Vodoopskrbni rezervat	4-6
IV. zona sanitarne zaštite	5-6
III. zona sanitarne zaštite (IIIA. i IIIB.)	6-8
II. zona sanitarne zaštite	8-9
I. zona sanitarne zaštite	10

Na području klasičnoga krša u Republici Hrvatskoj obrađeno je 98 odlagališta otpada. Broj i prostorni raspored odlagališta otpada po županijama je prikazan u **tablici 3-14**, a na **slici 3-10** prikazan je prostorni raspored prema CPV.

Tablica 3-14. Broj odlagališta po županijama na području krša

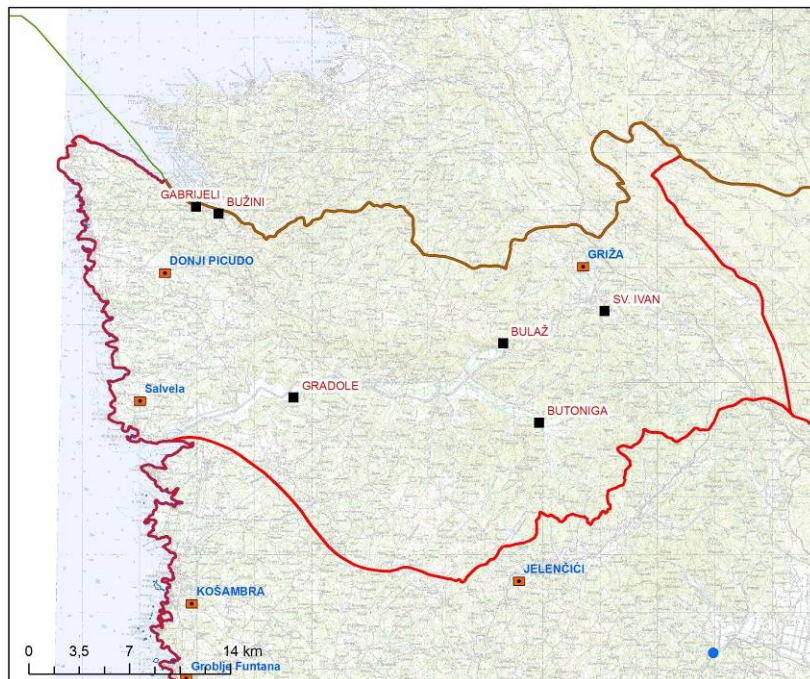
REDNI BROJ	NAZIV	BROJ ODLAGALIŠTA
IV.	Karlovačka	7
VIII.	Primorsko - goranska	15
IX.	Ličko - senjska	13
XIII.	Zadarska	20
XV.	Šibensko - kninska	10
XVII.	Splitsko - dalmatinska	17
XVIII.	Istarska	9
XIX.	Dubrovačko - neretvanska	7

U nastavku su prikazana sva odlagališta otpada u krškom dijelu Republike Hrvatske i procjena veličine njihova utjecaja na vodne resurse. Odlagališta su razvrstana prema teritorijalnoj pripadnosti po CPV.



Slika 3-10. Odlagališta otpada u krškom dijelu RH

### HR\_KCPV\_01 – Sjeverna Istra



Slika 3-11. Odlagališta otpada na području CPV Sjeverna Istra

### **Donji Picudo**

Odlagalište otpada Donji Picudo nalazi se na kontaktu dobro vodopropusnih karbonatnih stijena paleocenske starosti (foraminiferski vapnenci) i kvartarnih naslaga (ts). Smješteno je u direktnom slivu Jadranskog mora u zaleđu Umaga kod sela Petrovija, u blizini zonalne razvodnice sa slivom Dragonje. U slivu nema značajnih vodonosnika niti crpilišta javnog vodovoda i ne očekuje se znatan utjecaj na podzemne vode.

*Ocjena ugroženosti: 1*

### **Salvela**

Odlagalište otpada Salvela nalazi se na pločastim vapnencima i dolomitima gornjeg dijela donje krede (alb;  $K_1^5$ ). Smješteno je u direktnom slivu Jadranskog mora u zaleđu Novigrada, oko 1900 m od mora. U slivu nema značajnih vodonosnika niti crpilišta javnog vodovoda i ne očekuje se znatan utjecaj na podzemne vode.

*Ocjena ugroženosti: 1*

### **Griža**

Odlagalište otpada Griža nalazi se u okolici Buzeta. Smješteno je na kontaktu dobro vodopropusnih karbonatnih stijena paleogenske starosti (foraminiferski vapenci) i nepropusnih fliških naslaga. Nalazi se 3,4 km udaljeno od Buzetskoga crpilišta Sveti Ivan, ali se ne očekuje utjecaj na to crpilište. Deponije se ne nalazi unutar zona sanitarne zaštite crpilišta Sveti Ivan. Za vrijeme kišnih razdoblja moguć je utjecaj na kakvoću vode u povremenim vodotocima sa fliških naslaga koji utječu u Mirnu nizvodno od crpilišta Sveti Ivan.

*Ocjena ugroženosti: 2*

## **HR\_KCPV\_02 – Središnja Istra**

### **Košambra**

Odlagalište otpada Košambra nalazi se na području izgrađenom od debelo uslojenih i dijelom masivnih vapnenaca gornje jure ( $J_3^2$ ). Pripada direktnom slivu Jadranskog mora u zaleđu Poreča, a udaljeno je oko 1,5 km od mora. U području mogućeg utjecaja ovoga odlagališta otpada nema značajnih vodonosnika niti crpilišta javnog vodovoda i ne očekuje se znatan utjecaj na podzemne vode.

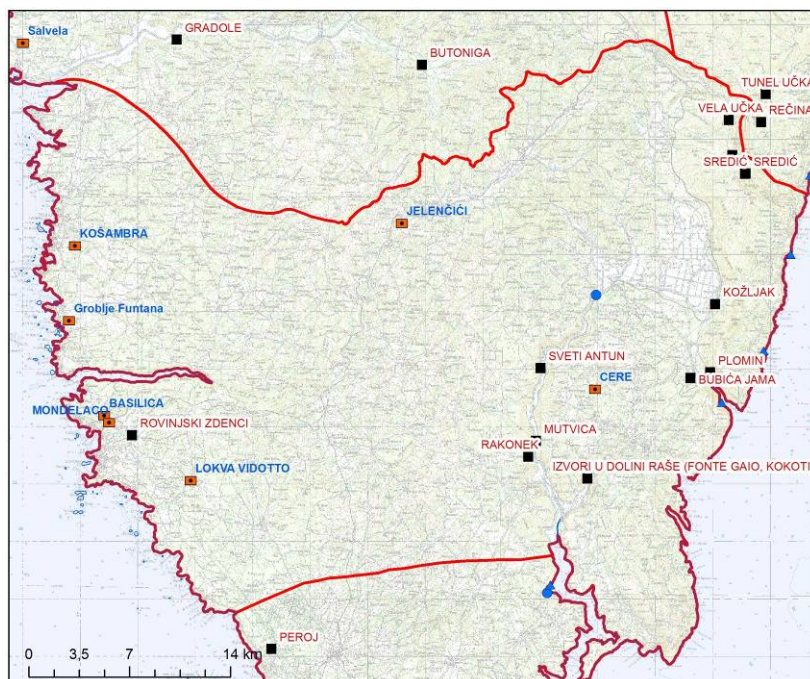
*Ocjena ugroženosti: 1*

### **Groblje Funtana**

Odlagalište otpada Groblje Funtana nalazi se na kontaktnom području izgrađenom od debelo uslojenih i dijelom masivnih vapnenaca gornje jure ( $J_3^2$ ) i debelo uslojenih vapnenaca gornje jure ( $J_3^3$ ). Smješteno je u direktnom slivu Jadranskog mora u zaleđu Vrsara, oko 700 m od mora. U području mogućeg utjecaja ovoga odlagališta otpada nema značajnih vodonosnika niti crpilišta javnog vodovoda i ne očekuje se znatan utjecaj na podzemne vode.

*Ocjena ugroženosti: 1*





Slika 3-12. Odlagališta otpada na području CPV Središnja Istra

### Jelenčići V.A

Odlagalište otpada Jelenčići V.A. nalazi se na području izgrađenom od debelo uslojenih i dijelom masivnih grebenskih rudistnih vapnenaca gornje krede ( $K_2^1$ ), ali u kontaktnom području dobro vodopropusnih vapnenaca i nepropusnih klastičnih naslaga (fliš) gdje su formirani brojni ponori i ponorne zone (najpoznatiji je Pazinski ponor). Smješteno je, u blizini Pazina, u slivu centralnoistarskoga vodonosnika iz kojeg se prihranjuju pulski zdenci, ali i crpilišta na desnoj obali Raše (Rakonek). Moguć je utjecaj ove deponije na navedena crpilišta.

Ocjena ugroženosti: 7

### Cere

Odlagalište otpada Cere nalazi se u zaleđu vodoopskrbnih izvora Mutvica i Fonte Gajo, kaptiranih za potrebe javne vodoopskrbe, a u sastavu su Labinskoga vodovoda. Deponije je smještena na području izgrađenom od dobro vodopropusnih debelo uslojenih, masivnih grebenskih rudistnih vapnenaca gornje krede ( $K_2^3$ ). Moguć je znatan utjecaj na navedena crpilišta, a odlagalište se nalazi u III. zoni sanitarne zaštite ova dva crpilišta.

Ocjena ugroženosti: 8

### Lokva Vidotto

Odlagalište otpada Lokva Vidotto nalazi se na području izgrađenom od tanko uslojenih i pločastih, dijelom bankovitih vapnenaca donje krede ( $K_1^{3+4}$ ). Smješteno je u direktnom slivu Jadranskog mora u zaleđu Rovinja, oko 3,2 km od mora, ali i 5,3 km od crpilišta u Rovinju (Campalongo) kaptiranog za potrebe industrijske vode tvornice Mirna - Rovinj. Ne očekuje se znatan utjecaj na kakvoću vode crpilišta, ali je utjecaj moguć. U slivu se nalazi i zdenac Peroj koji je u sastavu Pulskog vodovoda, udaljen oko 13 km jugozapadno od deponije, ali se ne očekuje utjecaj ove deponije na zdenac Peroj.

Ocjena ugroženosti: 3

### Basilica

Odlagalište otpada Basilica nalazi se na dobro uslojenim vapnencima titona ( $J_3^3$ ). Smješteno je sjeverno od Rovinja prema Limskom kanalu. Naslage titona na tome području javljaju se u vidu izoliranih većih ili manjih krpica, koje predstavljaju erozijske ostatke što poput kapa leže na starijim naslagama. Taj transgresivni kontakt katkad je ispunjen zelenkastom laporovitom glinom, a na nekoliko mjesta uz ovaj kontakt nađene su naslage boksita, stvorenog za vrijeme kopnene faze u dfonjem titonu. Takav je slučaj i s ovim lokalitetom. Odlagalište otpada locirano je u stari boksitni kop. Smješteno je u direktnom slivu Jadranskog mora u zaleđu Rovinja, oko 1 km od mora, ali i 2,4 km od crpilišta u Rovinju (Campalongo) kaptiranog za potrebe industrijske vode tvornice Mirna - Rovinj. Ne očekuje se znatan utjecaj na kakvoću vode crpilišta, ali je utjecaj moguć.

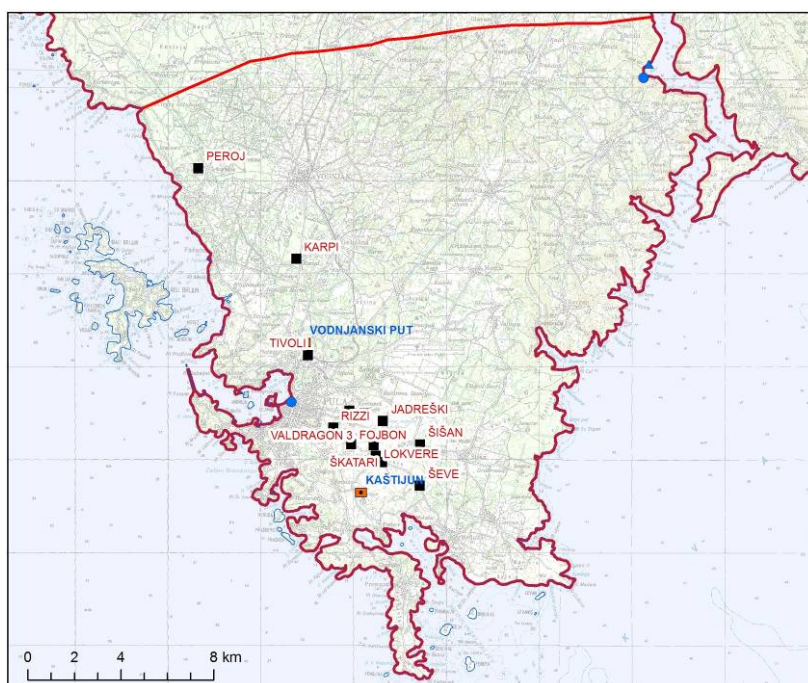
Ocjena ugroženosti: 3

### Mondelaco

Odlagalište otpada Mondelaco nalazi se na dobro uslojenim vapnencima titona ( $J_3^3$ ). Smješteno je sjeverno od Rovinja prema Limskom kanalu, samo 600 m od odlagališta otpada Basilica. Naslage titona na tome području javljaju se u vidu izoliranih većih ili manjih krpica, koje predstavljaju erozijske ostatke što poput kapa leže na starijim naslagama. Taj transgresivni kontakt katkad je ispunjen zelenkastom laporovitom glinom, a na nekoliko mjesta uz ovaj kontakt nađene su naslage boksita, stvorenog za vrijeme kopnene faze u dfonjem titonu. Takav je slučaj i s ovim lokalitetom. Odlagalište otpada locirano je u stari boksitni kop. Smješteno je u direktnom slivu Jadranskog mora u zaleđu Rovinja, oko 0,9 km od mora, ali i 1,8 km od crpilišta u Rovinju (Campalongo) kaptiranog za potrebe industrijske vode tvornice Mirna - Rovinj. Ne očekuje se znatan utjecaj na kakvoću vode crpilišta, ali je utjecaj moguć.

Ocjena ugroženosti: 4

## HR\_KCPV\_03 – Južna Istra



Slika 3-13. Odlagališta otpada na području CPV Južna Istra

### Kaštijun

Odlagalište otpada Kaštijun nalazi se između Pule i Premanture na području izgrađenom od debelo uslojenih i dijelom masivnih grebenschkih rudistnih vapnenaca gornje krede ( $K_2^1$ ). Smješteno je u slivu pulskih zdenaca, ali nizvodno od njih, te se stoga ne očekuje utjecaj ove deponije na objekte pulskoga vodovoda. Utjecaj je moguć jedino zbog posljedica preeksploatacije zdenaca i stvaranja konusa utjecaja prema objektima pulskoga vodovoda, odnosno velikim sniženjima razine podzemne vode i promjenom prirodnih smjerova tečenja podzemne vode uslijed toga.

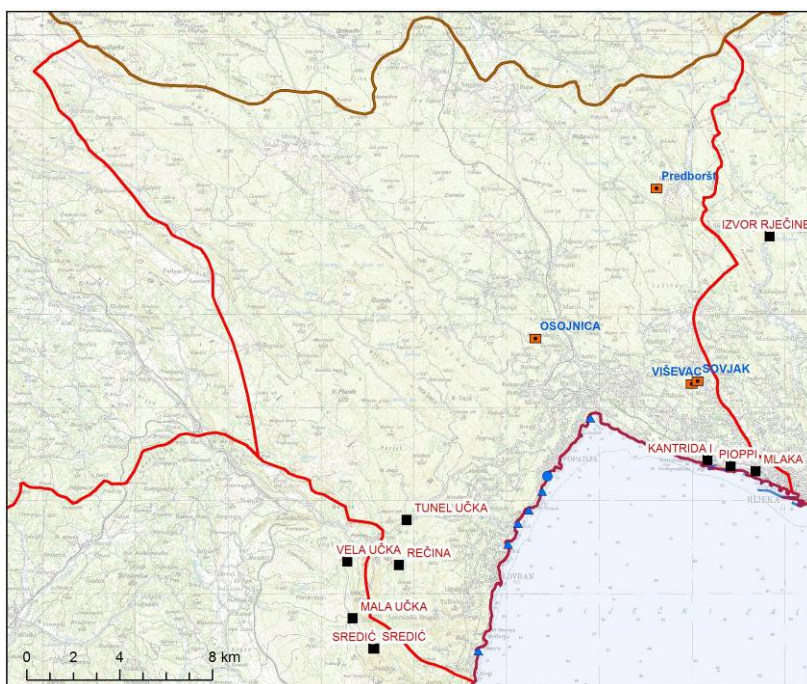
Ocjena ugroženosti: 2

### Vodnjanski put

Odlagalište otpada Vodnjanski put nalazi se između Pule i Galižane na području izgrađenom od tankouslojenog i pločastog vapnenca donje krede ( $K_1^5$ ). Smješteno je u slivu pulskih zdenaca, samo 500 m uzvodno od zdenca Tivoli i moguć je utjecaj na ovaj zdenac. Nalazi se u III. zoni zaštite pulskih zdenaca.

Ocjena ugroženosti: 7

## HR\_KCPV\_04 – Riječki zaljev



Slika 3-14. Odlagališta otpada na području CPV Riječki zaljev

### Osojnica

Odlagalište otpada Osojnica nalazi se u zaleđu Voloskog i Opatije kod sela Jušići. Smješteno je na slabo do osrednje vodopropusnim donjokrednim karbonatnim brečama u slivu opatijskih izvora Kristal i Admiral i izvora u području Preluke. To nisu vodoopskrbni izvori, ali postoje planovi zahvaćanja izvora Kristal za vodoopskrbne potrebe. Odlagalište se nalazi izvan zona sanitarne zaštite, ali je moguć utjecaj deponije na izvorišta u Opatiji.

Ocjena ugroženosti: 4

### **Predboršt**

Odlagalište otpada Predboršt nalazi se u zaleđu Rijeke između Klane i Studene, na cesti prema Brgudu. Deponija je smještena u slivu izvora u gradu Rijeci, na gornjokrednim karbonatnim stijenama. Sa deponije se ne očekuje utjecaj na vodoopskrbne izvore grada Rijeke (Zvir, Rječina, Martinšćica), već na priobalne izvore u zapadnom dijelu Rijeke koji nisu zahvaćeni za potrebe vodoopskrbe. Neki od tih izvora su zahvaćeni kao industrijska voda. Deponija se nalazi u zoni djelomičnog ograničenja u sklopu zaštitnih zona u Rijeci.

*Ocjena ugroženosti: 3*

### **Viševac**

Odlagalište komunalnog otpada Viševac nalazi se u zaleđu Rijeke kod naselja Marinići. Deponija je smještena u slivu izvora u gradu Rijeci, na donjokrednim karbonatnim brečama slabe do osrednje vodopropusnosti. Sa deponije se ne očekuje utjecaj na vodoopskrbne izvore grada Rijeke (Zvir, Rječina, Martinšćica), već je moguć utjecaj na priobalne izvore u zapadnom dijelu Rijeke koji nisu zahvaćeni za potrebe vodoopskrbe (Kantrida, Pioppi). Neki od tih izvora su zahvaćeni kao industrijska voda (3. Maj). Deponija se nalazi u zoni djelomičnog ograničenja u sklopu zaštitnih zona u Rijeci.

*Ocjena ugroženosti: 4*

### **Sovjak**

Odlagalište opasnog tekućeg otpada Sovjak nalazi se u zaleđu Rijeke kod naselja Marinići u blizini deponije Viševac. Deponija je smještena u slivu izvora u gradu Rijeci, na donjokrednim karbonatnim brečama slabe do osrednje vodopropusnosti. Sa deponije se ne očekuje utjecaj na vodoopskrbne izvore grada Rijeke (Zvir, Rječina, Martinšćica), već je moguć utjecaj na priobalne izvore u zapadnom dijelu Rijeke koji nisu zahvaćeni za potrebe vodoopskrbe (Kantrida, Pioppi). Neki od tih izvora su zahvaćeni kao industrijska voda (3. Maj). Deponija se nalazi u zoni djelomičnog ograničenja u sklopu zaštitnih zona u Rijeci.

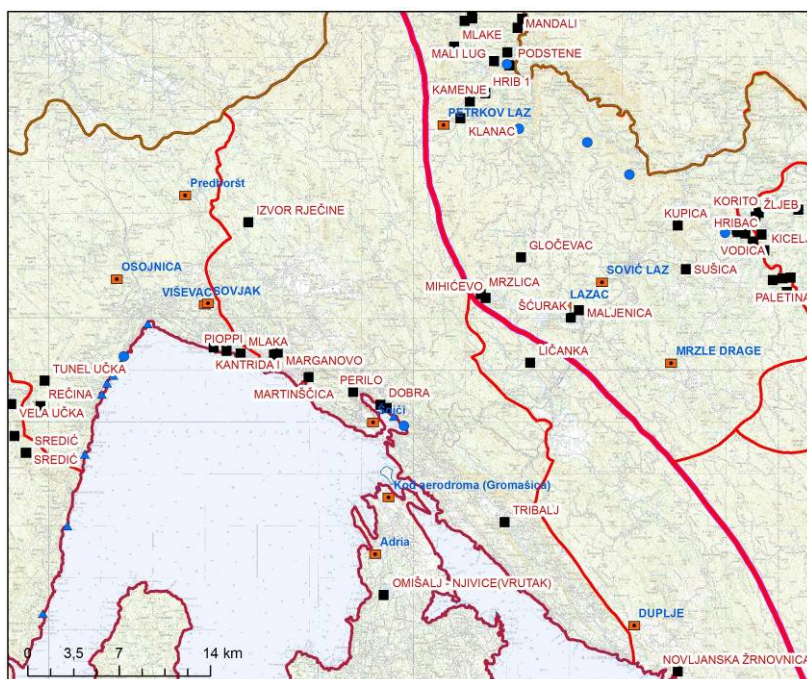
*Ocjena ugroženosti: 4*

## **HR\_KCPV\_05 – Rijeka – Bakar**

### **Šoići**

Odlagalište otpada Šoići nalazi se u Bakarskome zaljevu. Deponija je smještena na gornjokrednim karbonatnim stijenama, ali izvan utjecaja na vodoopskrbne izvore. Nalazi se izvan zona sanitarne zaštite. Udaljena je 600 m od mora.

*Ocjena ugroženosti: 1*



Slika 3-15. Odlagališta otpada na području CPV Rijeka – Bakar

## HR\_KCPV\_05 – Rijeka – Bakar

### Duplja

Odlagalište otpada Duplja nalazi se u zaleđu Novoga Vinodolskog na području izgrađenom od osrednje vodopropusnih dolomita s ulošcima vapnenaca gornjokredne starosti. To područje pripada Jadranskom slivu, odnosno slivu Novljanske Žrnovnice. Područje deponije se nalazi u rubnom dijelu zaštitnih zona Novljanske Žrnovnice, na samoj granici III. zone zaštite, oko 5 km udaljeno od crpilišta. Moguć je utjecaj deponije na kakvoću izvorske vode crpilišta.

Ocjena ugroženosti: 8

### Javorov vrh (Prokike)

Odlagalište otpada Javorov vrh (Prokike) smješteno je između Žute Lokve i Brinja kod zaseoka Prokike. To je područje izgrađeno od dobro vodopropusnih karbonatnih stijena (vapnenci s rijetkim ulošcima dolomita) malma ( $J_3^{2,3}$ ). Pripada Jadranskom slivu, visokoj zoni sliva Novljanske Žrnovnice. Izvorište Novljanska Žrnovnica udaljeno je 22 km od ove deponije, ali je moguć utjecaj ove deponije na navedeno crpilište. Deponija se nalazi unutar IV. zone sanitarne zaštite.

Ocjena ugroženosti: 6

### Sveti Juraj

Odlagalište otpada Sveti Juraj kod Jurjeva, južno od Senja, nalazi se na području izgrađeno od dobro vodopropusnih karbonatnih stijena (foraminiferski vapnenci) paleogenske starosti, praktički u koritu bujice Rača Volarica. Smješteno je u direktnom slivu Jadranskog mora oko 750 m od mora. U području mogućeg utjecaja ovoga odlagališta otpada nema značajnih vodonosnika i ne očekuje se znatan utjecaj na podzemne vode. Južno

od deponije u zaljevu Jurjevska Žrnovnica nalazi se vrlo jaki krški priobalni izvor i brojne vrulje, ali se ne očekuje utjecaj ove deponije na to izvorište. Navedeno izvorište nije zahvaćeno za javnu vodoopskrbu.

Ocjena ugroženosti: 1



Slika 3-16. Odlagališta otpada na području CPV Lika – Gacka

### Podum

Odlagalište otpada Podum kod Otočca nalazi se na rubnom području izgrađenom od proluvijalnih naslaga kvartarne starosti i vapnenaca donje krede. Pripada Jadranskom slivu, visokoj zoni sliva Novljanske Žrnovnice. Izvorište Novljanska Žrnovnica udaljeno je čak 43 km od ove deponije, ali je moguć utjecaj ove deponije na navedeno crpilište jer se deponija nalazi u blizini ponornih zona rijeke Gacke. Deponija se nalazi unutar III. zone sanitarne zaštite i povremeno je pod utjecajem podzemnih voda (podizanjem razine podzemne vode dolazi do pojave ujezerjenja).

Ocjena ugroženosti: 8

### Bajino brdo

Odlagalište otpada Bajino Brdo nalazi se kod željezničke stanice Vrhovine na području izgrađenom od slabo vodopropusnih dolomita malmske starosti ( $J_3$ ). To područje pripada Jadranskom slivu, odnosno slivu izvora Gacke. Područje deponije se nalazi u III. zoni sanitarne zaštite izvorišta Gacke, udaljeno 9,2 km od glavnog izvora rijeke Gacke, Tonkovića vrila, kaptiranog za potrebe javne vodoopskrbe Otočca i Vrhovine, a 7,6 km od Majerovog vrila. Moguć je utjecaj deponije na kakvoću izvorske vode crpilišta.

Ocjena ugroženosti: 7

### Razbojište

Odlagalište otpada Razbojište nalazi se kod Perušića na području izgrađenom od slabo vodopropusnih dolomita i dolomitnih breča gornjo kredne starosti (cenoman). To područje pripada Jadranskom slivu, odnosno slivu izvora Gacke. Područje deponije se nalazi u III. zoni sanitarne zaštite izvorišta Gacke, udaljeno 10 km od

glavnog izvora rijeke Gacke, Tonkovića vrila, kaptiranog za potrebe javne vodopskrbe Otočca i Vrhovina. Moguć je utjecaj deponije na kakvoću izvorske vode crpilišta.

*Ocjena ugroženosti: 7*

### **Rakitovac**

Odlagalište otpada Rakitovac nalazi se kod Gospića na području izgrađenom od proluvijalnih naslaga kvartarne starosti (pr). To područje pripada Jadranskome slivu, odnosno slivu izvora Like. Područje deponije se nalazi izvan zona sanitarne zaštite, jer za područje sliva Like nisu izrađene zone sanitarne zaštite. Deponija se nalazi svega 800 m od toka rijeke Like, koja najvećim dijelom završava u tunelu HE sustava Senj, a dio se te vode koristi i za vodoopskrbne potrebe (vodna komora Hrmatine). Nekada su prirodni tokovi Like završavali u ponorima prihranjujući priobalne izvore Podvelebita, ali i Novljansku Žrnovnicu. Danas samo preljevnne vode tijekom kišnih razdoblja teku starim koritima prema ponorima. Moguć je utjecaj deponije na kakvoću izvorske vode crpilišta.

*Ocjena ugroženosti: 5*

### **Vidovac**

Odlagalište otpada Vidovac nalazi se kod Karlobaga na području izgrađenom od slabo vodopropusnih Jelar naslaga (vapnene breče, konglomerati, paleogen-neogen). To područje pripada direktnome slivu Jadranskoga mora, a udaljeno je oko 900 m od mora. U području mogućeg utjecaja ovoga odlagališta otpada nema značajnih vodonosnika i crpilišta javnoga vodovoda, osim priobalnih nekaptiranih izvora kod Karlobaga. Ne očekuje se znatan utjecaj na podzemne vode.

*Ocjena ugroženosti: 3*

### **Ostrovica**

Odlagalište otpada Ostrovica smješteno je na slabo vodopropusnoj do nepropusnoj izmjeni vapnenaca, lapora i konglomerata eocenske starosti (E<sub>2,3</sub>). Pripada slivu Krke. U području mogućeg utjecaja ovoga odlagališta otpada nema crpilišta javne vodopskrbe. Zbog uglavnom nepropusnih naslaga podloge preferirano je površinsko tečenje, odnosno na području odlagališta nema vodonosnika.

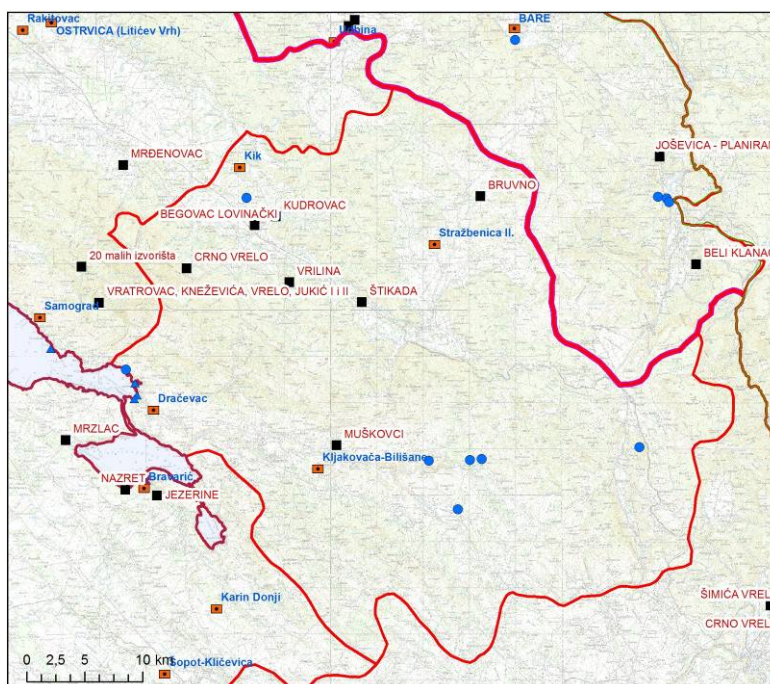
*Ocjena ugroženosti: 1*

### **Samograd**

Odlagalište otpada Samograd kod Starigrada nalazi se na slabo vodopropusnim vapnenim brečama eocenske do oligocenske starosti (Jelar naslage). Pripada direktnom slivu Jadranskog mora, a udaljeno je oko 750 m od mora. U području mogućeg utjecaja ovoga odlagališta otpada nema značajnih vodonosnika i ne očekuje se znatan utjecaj na podzemne vode.

*Ocjena ugroženosti: 1*

## HR\_KCPV\_07 – Zrmanja



Slika 3-17. Odlagališta otpada na području CPV Zrmanja

### **Stražbenica II.**

Odlagalište otpada Stražbenica II. nalazi se kod Bruvna na području izgrađenom od slabo vodopropusnih dolomita trijasko starosti ( $T_2^1$ ). To područje pripada Jadranskoj slivu, odnosno slivu vodozahvata Ričice i izvora u Muškovcima. Područje deponije se nalazi u III. zoni sanitarne zaštite navedenih izvorišta, udaljeno oko 8,1 km od crpilišta Ričice, a oko 19 km od crpilišta u Muškovcima. Moguć je utjecaj deponije na kakvoću izvorske vode crpilišta.

*Ocjena ugroženosti: 7*

### **Dračevac**

Odlagalište otpada Dračevac između Maslenice i Rovanjke nalazi se na dobro vodopropusnim pločastim vapnencima gornjokredne starosti ( $K_2^{1,2}$ ). Pripada direktnom slivu Jadranskog mora, a udaljeno je oko 2,5 km od mora. U području mogućeg utjecaja ovoga odlagališta otpada nema značajnih vodonosnika i ne očekuje se znatan utjecaj na podzemne vode.

*Ocjena ugroženosti: 1*

### **Kik**

Odlagalište otpada Kik nalazi se kod Lovinca na području izgrađenom od dobro vodopropusnih vapnenaca malmske starosti ( $J_3^{1,2}$ ). To područje pripada Jadranskoj slivu, odnosno slivu vodozahvata Ričice i izvora u Muškovcima. Područje deponije se nalazi u III. zoni sanitarne zaštite navedenih izvorišta, udaljeno oko 16 km od crpilišta Ričice, a oko 25 km od crpilišta u Muškovcima. Na području Lovinca kaptirano je tri izvora za potrebe javne vodoopskrbe lokalnih naselja, a to su: Kudrovac i Begovac Lovinački udaljeni oko 5 km od deponije i Vrulina udaljena oko 11 km. Moguć je utjecaj deponije na kakvoću izvorske vode crpilišta.

*Ocjena ugroženosti: 8*



### Kljakovača-Bilišane

Odlagalište otpada Kljakovača-Bilišane kod Muškovaca smješteno je na dobro vodopropusnim uslojenim vapnencima gornje krede u napuštenome boksitnom ležištu. Pripada slivu Jadranskog mora, odnosno slivu Zrmanje. Oko 3 km od deponije je crpilište Muškovci kod Berberi buka, ali se ne očekuje znatan utjecaj na ovo crpilište. Mogući je utjecaj na kakvoću vode rijeke Zrmanje nizvodno od crpilišta.

Ocjena ugroženosti: 4

## HR\_KCPV\_08 – Ravni kotari

### Diklo

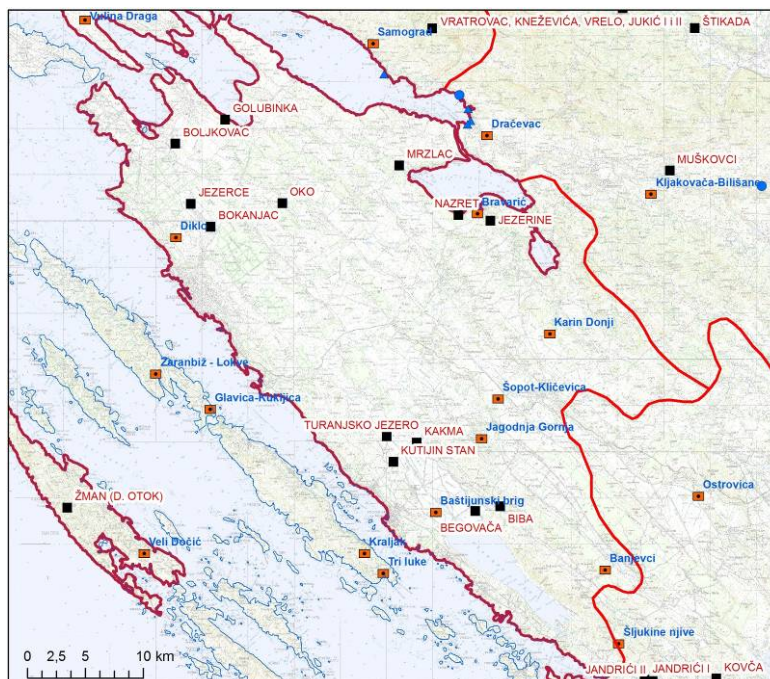
Odlagalište otpada Diklo kod Zadra nalazi se na dobro vodopropusnim foraminiferskim vapnencima paleogenske starosti ( $E_{1,2}$ ). Pripada slivu vodoopskrbnih vodnih objekata Bokanjac (80 l/s) i Jezerce (50 l/s) i moguć je znatan utjecaj na ta crpilišta. Deponija se nalazi unutar III. zone sanitarne zaštite navedenih crpilišta. Crpilišta Bokanjac i Jezerce nalaze se u sastavu Zadarskoga vodoopskrbnoga sustava i vrlo su važna crpilišta.

Ocjena ugroženosti: 8

### Bravarić

Odlagalište otpada Bravarić kod Novigrada nalazi se na dobro vodopropusnim grebenskim vapnencima paleogenske starosti ( $E_3$ ). Pripada direktnom slivu Jadranskog mora, a udaljeno je oko 600 m od luke Novigrad. U području mogućeg utjecaja ovoga odlagališta otpada nema značajnih vodonosnika i ne očekuje se znatan utjecaj na podzemne vode. Deponija se nalazi nizvodno od crpilišta Jezerine (17 l/s) i ne očekuje se utjecaj deponije na ovo crpilište. Sjeverozapadno od deponije je i crpilište Nazret (17 l/s), ali se zbog strukturne građe ne očekuje znatan utjecaj na ovo crpilište.

Ocjena ugroženosti: 3



Slika 3-18. Odlagališta otpada na području CPV Ravni kotari

### **Karin Donji**

Odlagalište otpada Karin Donji između Benkovca i Karinskoga mora nalazi se na osrednje vodopropusnim vapnencima paleogenske starosti ( $E_3$ ). Pripada zoni prihranjivanja sliva Karinskoga i Novigradskoga mora. U području mogućeg utjecaja ovoga odlagališta otpada nalaze se dva crpilišta Jezerine (17 l/s) i Nazret (17 l/s) kod Novigrada. Za ta dva crpilišta nisu izrađene zone sanitarne zaštite.

*Ocjena ugroženosti: 6*

### **Šopot-Kličevica**

Odlagalište otpada Šopot-Kličevica kod Benkovca smješteno je na dobro vodopropusnim vapnencima gornjo kredne starosti ( $K_2^3$ ). Pripada Jadranskome slivu, odnosno slivu Vranskoga jezera. U području mogućeg utjecaja ovoga odlagališta od crpilišta javne vodoopskrbe potrebno je izdvojiti Begovaču (40 l/s) i Bibu (28 l/s), kao najizloženije negativnom utjecaju ove deponije, ali je moguć utjecaj i na crpilišta Kakma (253 l/s), Kutijin Stan (70 l/s) i Turanjsko jezero (30 l/s) koja se također nalaze u slivu.

*Ocjena ugroženosti: 8*

### **Jagodnja Gornja**

Odlagalište otpada Jagodnja Gornja smješteno je na dobro vodopropusnim vapnencima gornjo kredne starosti ( $K_2^3$ ). Pripada Jadranskome slivu, odnosno slivu Vranskoga jezera. U području mogućeg utjecaja ovoga odlagališta od crpilišta javne vodoopskrbe potrebno je izdvojiti Begovaču (40 l/s) i Bibu (28 l/s), kao najizloženije negativnom utjecaju ove deponije. Ne očekuje se utjecaj na crpilišta Kakma (253 l/s), Kutijin Stan (70 l/s) i Turanjsko jezero (30 l/s) koja se također nalaze u slivu.

*Ocjena ugroženosti: 8*

### **Baštijunski brig**

Odlagalište otpada Baštijunski brig kod Biograda smješteno je na dobro vodopropusnim foraminiferskim vapnencima paleogenske starosti. Pripada Jadranskome slivu, odnosno slivu Vranskoga jezera. U području mogućeg utjecaja ovoga odlagališta od crpilišta javne vodoopskrbe potrebno je izdvojiti Begovaču (40 l/s) kao najizloženije negativnom utjecaju ove deponije, udaljeno 3,5 km. Najveći se utjecaj očekuje direktno prema Vranskome jezeru, a ne očekuje se utjecaj na crpilišta Kakma (253 l/s), Kutijin Stan (70 l/s), Biba (28 l/s) i Turanjsko jezero (30 l/s) koja se također nalaze u slivu.

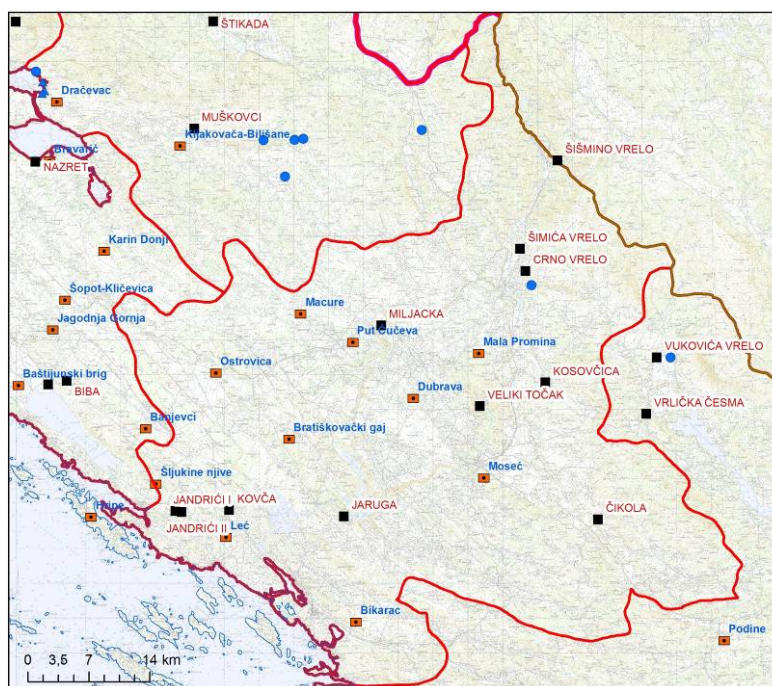
*Ocjena ugroženosti: 7*

### **Banjevci**

Odlagalište otpada Banjevci kod Stankovaca smješteno je na dobro vodopropusnim vapnencima gornjo kredne starosti. Pripada Jadranskome slivu, odnosno slivu Vranskoga jezera. U području mogućeg utjecaja ovoga odlagališta nema crpilišta javne vodoopskrbe, ali je trasiranjima podzemnih tokova dokazana podzemno vodna veza sa Vranskim jezerom.

*Ocjena ugroženosti: 6*

## HR\_KCPV\_09 – Krka



Slika 3-19. Odlagališta otpada na području CPV Krka

### Mala Promina

Odlagalište otpada Mala Promina kod Ramljana smješteno je na osrednje vodopropusnim vapnencima s proslojcima dolomita gornjokredne starosti. Pripada slivu Krke, a nalazi se u neposrednom slivu crpilišta Miljacka kaptiranog za potrebe Drniša, odnosno unutar IIB zaštitne zone. Moguć je znatan utjecaj na kakvoću vode crpilišta.

Ocjena ugroženosti: 7

### Macure

Odlagalište otpada Macure u zaleđu Kistanja smješteno je na slabo vodopropusnim konglomeratima eocenske - oligocenske starosti (E, OI). Pripada slivu Krke. Odlagalište otpada se nalazi u neposrednom priljevnom području crpilišta Miljacka (300 l/s) za potrebe vodoopskrbe Drniša, odnosno unutar IV zaštitne zone. Moguć je utjecaj na kakvoću vode crpilišta.

Ocjena ugroženosti: 5

### Moseć

Odlagalište otpada Moseć kod Drniša smješteno je na dobro vodopropusnim foraminiferskim vapnencima paleogenske starosti. Pripada slivu Krke, a nalazi se u neposrednom slivu crpilišta Torak (50 l/s) i Jaruga (900 l/s) kaptiranih za potrebe Šibenika, odnosno unutar IIA zaštitne zone. Moguć je znatan utjecaj na kakvoću vode crpilišta. Trasiranje podzemnih tokova dokazalo je izravnu podzemnu vodnu vezu predmetne lokacije sa navedenim crpilištima.

Ocjena ugroženosti: 8

### **Put Čučeva**

Odlagalište otpada Put Čučeva kod Kistanja smješteno je na slabo vodopropusnim konglomeratima eocenske - oligocenske starosti (E, Ol). Pripada slivu Krke. Odlagalište otpada se nalazi u neposrednom priljevnom području crpilišta Miljacka (300 l/s) za potrebe vodoopskrbe Drniša, odnosno unutar IIB zaštitne zone. Moguć je utjecaj na kakvoću vode crpilišta.

*Ocjena ugroženosti: 8*

### **Dubrava**

Odlagalište otpada Dubrava smješteno je na dobro vodopropusnim vapnencima gornjokredne starosti u blizini kontakta sa slabo vodopropusnim klastičnim naslagama eocenske starosti. Pripada slivu Krke, a nalazi se u neposrednom slivu crpilišta Torak kaptiranog za potrebe Šibenika, odnosno unutar IIA zaštitne zone. Moguć je znatan utjecaj na kakvoću vode crpilišta.

*Ocjena ugroženosti: 8*

### **Bratiškovački gaj**

Odlagalište otpada Bratiškovački gaj kod Bratiškovaca u zaleđu Skradina smješteno je na dobro vodopropusnim foraminiferskim vapnencima paleogenske starosti (E<sub>1,2</sub>). Pripada slivu Krke. U području mogućeg utjecaja ovoga odlagališta otpada nema crpilišta javne vodoopskrbe i ne očekuje se znatan utjecaj na podzemne vode. Mogući je utjecaj na Krku, odnosno na kakvoću vode rijeke uzvodno od Prokljanskoga jezera.

*Ocjena ugroženosti: 3*

### **Leć**

Odlagalište otpada Leć u zaleđu Zatona smješteno je na dobro vodopropusnim foraminiferskim vapnencima paleogenske starosti (E<sub>1,2</sub>). Pripada slivu Krke, a udaljeno je 2,5 km od mora. U području mogućeg utjecaja ovoga odlagališta otpada nema značajnih vodonosnika i ne očekuje se znatan utjecaj na podzemne vode.

*Ocjena ugroženosti: 1*

### **Šljukine njive**

Odlagalište otpada Sljukine njive u zaleđu Pirovca smješteno je na dobro vodopropusnim vapnencima gornjo kredne starosti. Pripada Jadranskome slivu, odnosno slivu Krke. U području mogućeg utjecaja ovoga odlagališta od crpilišta javne vodoopskrbe potrebno je izdvojiti vodocrpilišta Jandrići i Jandrići II kaptirane za potrebe vodoopskrbnog sustava Šibenika. Deponija se nalazi u području zonalne razvodnice između slivova Krke i Vranskoga jezera, te se ne može potpuno isključiti niti mogući utjecaj na Vransko jezero.

*Ocjena ugroženosti: 7*

### **Bikarac**

Odlagalište otpada Bikarac kod Vrpolja smješteno je na dobro vodopropusnim vapnencima gornjokredne starosti. Pripada slivu Krke, a udaljeno je 2 km od Morinjskoga zaljeva. U području mogućeg utjecaja ovoga odlagališta otpada nema značajnih vodonosnika i ne očekuje se znatan utjecaj na podzemne vode, ali je moguć utjecaj na izvor u istočnom dijelu Morinjskoga zaljeva.

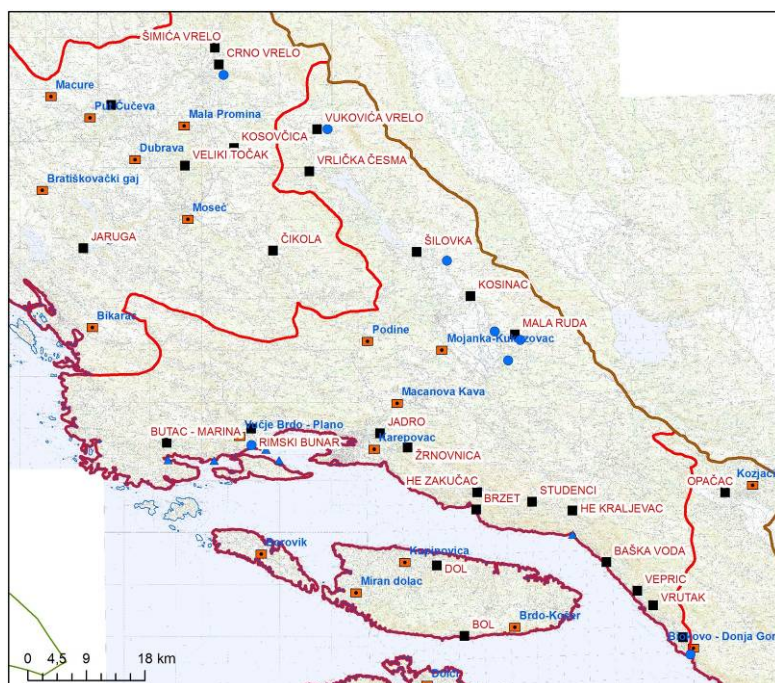
*Ocjena ugroženosti: 3*

## HR\_KCPV\_10 – Cetina

### Mojanka-Kukuzovac

Odlagalište otpada Mojanka - Kukuzovac kod Sinjskoga polja nalazi se na području izgrađenom od dobro vodopropusnih slabo uslojenih vapnenaca senona (gornja kreda). To područje pripada Jadranskom slivu, odnosno slivu izvora Jadro i Žrnovnica, ali i izvora Studenci. Područje deponije se nalazi u III. zoni sanitarne zaštite navedenih izvorišta. Izvorište Jadro centralni je objekt vodoopskrbnog sustava grada Splita, a izvor Studenci je kaptiran za potrebe Omiša. Moguć je znatan utjecaj deponije na kakvoću izvorske vode.

Ocjena ugroženosti: 8



Slika 3-20. Odlagališta otpada na području CPV Cetina

### Podine

Odlagalište otpada Podine kod Gornjega Muća nalazi se na području izgrađenom od slabo vodopropusnih Prominskih naslaga (breče, konglomerati, laporci, pješčenjaci). To područje pripada Jadranskom slivu, odnosno slivu izvora Jadro i Žrnovnica. Područje deponije se nalazi u II. zoni sanitarne zaštite navedenih izvorišta, a trasiranjima podzemnih tokova dokazana je izravna podzemna vodna veza Mućkog polja i izvorišta. Izvorište Jadro centralni je objekt vodoopskrbnog sustava grada Splita. Moguć je znatan utjecaj deponije na kakvoću izvorske vode.

Ocjena ugroženosti: 9

### Karepovac

Odlagalište otpada Karepovac kod Stobreča smješteno je na nepropusnim naslagama fliša. Pripada slivu Jadra i Žrnovnice, ali se nalazi nizvodno od izvorišta prema moru, te se stoga ne očekuje utjecaj na navedena izvorišta. U zoni utjecaja deponije nema podzemnih tokova (fliš) niti crpilišta javne vodoopskrbe.

Ocjena ugroženosti: 1

### Macanova Kava

Odlagalište otpada Macanova Kava između Dugopolja i Klisa nalazi se na području izgrađenom od dobro vodopropusnih gromadastih vapnenaca cenomana (gornja kreda). To područje pripada Jadranskome slivu, odnosno slivu izvora Jadro i Žrnovnica. Područje deponije se nalazi u II. zoni sanitarne zaštite navedenih izvorišta, a trasiranjima podzemnih tokova dokazana je izravna podzemna vodna veza toga područja i izvorišta. Izvorište Jadro centralni je objekt vodoopskrbnog sustava grada Splita. Moguć je znatan utjecaj deponije na kakvoću izvorske vode.

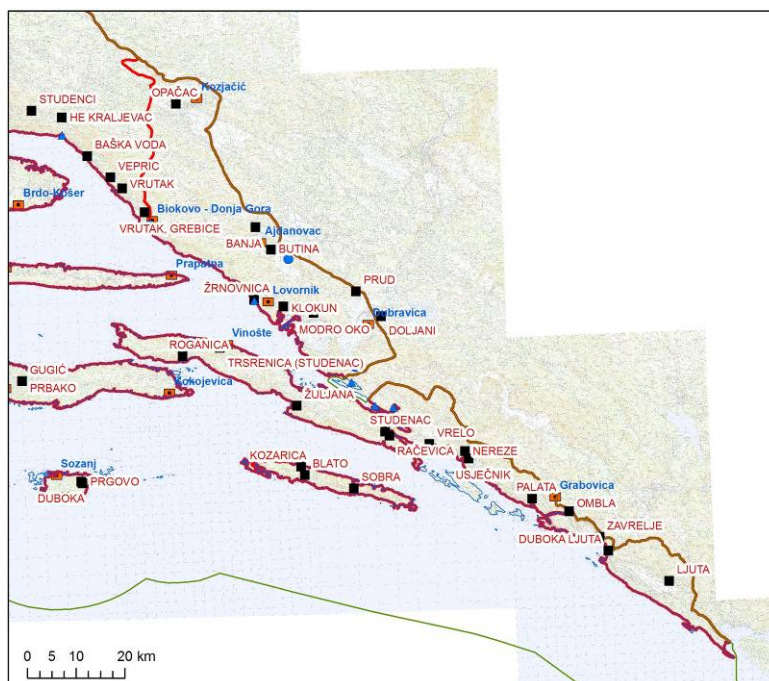
Ocjena ugroženosti: 9

### Vučje Brdo - Plano

Odlagalište otpada Vučje Brdo - Plano kod Trogira nalazi se na području izgrađenom od dobro vodopropusnih vapnenaca gornjokredne starosti. To područje pripada Jadranskome slivu, odnosno slivu izvora Pantan i kaptaže Rimski Bunari. Područje deponije se nalazi u II. zoni sanitarne zaštite izvorišta Pantan, udaljeno 2,2 km od izvora. Moguć je utjecaj deponije na kakvoću izvorske vode.

Ocjena ugroženosti: 7

## HR\_KCPV\_11 – Neretva



Slika 3-21. Odlagališta otpada na području CPV Neretva

### Biokovo - Donja Gora

Odlagalište otpada Biokovo - Donja Gora kod Podgore smješteno je na dobro vodopropusnim vapnencima malma (gornja jura). Pripada direktnom slivu Jadranskog mora, a udaljeno je oko 1 km od mora. U području mogućeg utjecaja ovoga odlagališta otpada nalazi se povremeni bočati izvor kapaciteta 10-100 l/s u uvali Klokun, ali nije zahvaćen za vodoopskrbu.

Ocjena ugroženosti: 2

### **Kozjačić**

Odlagalište otpada Kozjačić kod Imotskoga nalazi se na kontaktnom području osrednje vodopropusne izmjene vapnenaca i dolomita gornje krede i dobro vodopropusnih vapnenaca gornje krede. To područje pripada Jadranskome slivu, odnosno slivu izvora sa sjeverne strane Imotskoga polja. Jugozapadno od deponije, udaljen 4,5 km nalazi se izvor Opačac (700 l/s) kaptiran za potrebe vodoopskrbe Imotskoga. Područje deponije se nalazi izvan zona sanitarne zaštite Opačca, ali vrlo blizu granice III. zone (svega 250 m), te se ne može isključiti utjecaj na izvor Opačac. Nizvodno u slivu se nalaze još i Banja, Klokun, Butina i Modro Oko, ali se ne očekuje utjecaj ove deponije na ova crpilišta.

*Ocjena ugroženosti: 6*

### **Ajdanovac**

Odlagalište otpada Ajdanovac kod Vrgorca smješteno je na dobro vodopropusnim foraminiferskim vapnencima paleogenske starosti. Pripada slivu izvora Butina, zahvaćenoga za potrebe vodoopskrbe Brača. Za crpilište Butina definirane su zone sanitarne zaštite i predmetna lokacija se nalazi unutar III. zone udaljena 2,5 km od crpilišta. Moguć je utjecaj deponije na kakvoću izvorske vode crpilišta.

*Ocjena ugroženosti: 8*

### **Lovornik**

Odlagalište otpada Lovornik kod Baćinskih jezera nalazi se na kontaktnom području malmskih slabo uslojenih vapnenaca dobre vodopropusnosti i osrednje vodopropusnih vapnenaca i breča donje krede. To područje pripada Jadranskome slivu, odnosno slivu Neretve, ali u zoni utjecaja deponije nema većih izvora niti crpilišta javne vodoopskrbe. Moguć je utjecaj na vodu Baćinskih jezera.

*Ocjena ugroženosti: 4*

### **Dubravica**

Odlagalište otpada Dubravica kod Metkovića nalazi se na dobro vodopropusnim vapnencima gornjokredne starosti. Područje deponije pripada slivu izvora Neretve, a u zoni mogućeg utjecaja deponije sa lijeve obale Neretve nema crpilišta javne vodoopskrbe, ali je moguć utjecaj na kakvoću vode Neretve.

*Ocjena ugroženosti: 4*

### **Grabovica**

Odlagalište otpada Grabovica u zaleđu Mokošice kod Dubrovnika nalazi se na dobro vodopropusnim vapnencima dogerske starosti. Područje deponije pripada slivu izvora Omble, a nalazi se u II. zoni sanitarne zaštite izvora Ombla. To je jedan od najvećih krških izvora u Hrvatskoj sa kapacitetom oko 4,5 m<sup>3</sup>/s. Kaptiran je za potrebe vodoopskrbe grada Dubrovnika. Trasiranja podzemnih tokova dokazala su podzemnu vodnu vezu šire lokacije deponije i izvora Omble, te se stoga očekuje znatan utjecaj deponije na izvorište.

*Ocjena ugroženosti: 9*

### **Vinošte**

Odlagalište otpada Vinošte kod Trpnja na poluotoku Pelješcu nalazi se na dobro vodopropusnim vapnencima gornjokredne starosti. Pripada direktnom slivu Jadranskog mora, a udaljeno je svega 300 m od mora. U području mogućeg utjecaja ovoga odlagališta otpada nema značajnih vodonosnika i ne očekuje se

znatan utjecaj na podzemne vode. Crpilište Studenac za potrebe vodopskrbe Orebića nalazi se 1700 m od deponije, ali pošto se nalazi uzvodno u slivu nije za očekivati utjecaj deponije na crpilište.

*Ocjena ugroženosti: 1*

## **HR\_KCPV\_12– Jadranski otoci**

### **Adria**

Odlagalište otpada Adria kod Omišlja na otoku Krku nalazi se na području izgrađenom od deluvijanih naslaga kvartarne starosti. Smješteno je u direktnom slivu Jadranskog mora oko 500 m od mora. U području mogućeg utjecaja ovoga odlagališta otpada nema značajnih vodonosnika niti crpilišta javnog vodovoda i ne očekuje se znatan utjecaj na podzemne vode.

*Ocjena ugroženosti: 1*

### **Kod aerodroma (Gromašica)**

Odlagalište otpada Gromašica - kod aerodroma na otoku Krku nalazi se na području izgrađenom od dolomita i vapnenaca gornje krede. Smješteno je u direktnom slivu Jadranskog mora oko 500 m od mora. U području mogućeg utjecaja ovoga odlagališta otpada nema značajnih vodonosnika niti crpilišta javnog vodovoda i ne očekuje se znatan utjecaj na podzemne vode.

*Ocjena ugroženosti: 1*

### **Kalvarija**

Odlagalište otpada Kalvarija kod Maloga Lošinja na otoku Lošinju nalazi se na području izgrađenome od dobro vodopropusnih foraminiferskih vapnenaca eocenske starosti ( $E_{1,2}$ ). Smješteno je u direktnom slivu Jadranskog mora oko 650 m od mora. U području mogućeg utjecaja ovoga odlagališta otpada nema značajnih vodonosnika niti crpilišta javnog vodovoda i ne očekuje se znatan utjecaj na podzemne vode.

*Ocjena ugroženosti: 1*

### **Pržić**

Odlagalište otpada Pržić na otoku Cresu smješteno je na dolomitima s ulošcima vapnenaca kredne starosti ( $K_{1,2}$ ). Nalazi se u direktnom slivu Jadranskog mora oko 850 m od mora. U području mogućeg utjecaja ovoga odlagališta otpada nema značajnih vodonosnika niti crpilišta javnog vodovoda i ne očekuje se znatan utjecaj na podzemne vode.

*Ocjena ugroženosti: 1*

### **Sorinj**

Odlagalište otpada Sorinj kod Lopara na otoku Rabu nalazi se na području izgrađenome od gornjokrednih vapnenaca. Smješteno je u direktnom slivu Jadranskog mora oko 600 m od mora. U području mogućeg utjecaja ovoga odlagališta otpada nema značajnih vodonosnika niti crpilišta javnog vodovoda i ne očekuje se znatan utjecaj na podzemne vode. Oko 2 km jugoistočno od deponije je crpilište javne vodoopskrbe Mlinica, no ono se ne nalazi u zoni utjecaja deponije Sorinj.

*Ocjena ugroženosti: 1*



### Treskavac

Odlagalište otpada Treskavac kod Punta na otoku Krku nalazi se na dolomitima s ulošcima vapnenaca gornjokredne starosti. Smješteno je u direktnom slivu Jadranskog mora oko 500 m od mora. U području mogućeg utjecaja ovoga odlagališta otpada nema značajnih vodonosnika niti crpilišta javnog vodovoda i ne očekuje se znatan utjecaj na podzemne vode. Ipak, rezultati provedenih trasiranja podzemnih tokova (ECOINA, 2005) pokazali su, iako na granici detekcije, moguću vezu s zdencem EB-2 u Bašćanskoj dolini.

*Ocjena ugroženosti: 2*

### Caska

Odlagalište otpada Caska na otoku Pagu nalazi se na području izgrađenome od dobro vodopropusnih karbonatnih stijena (vapnenci) gornjokredne starosti. Smješteno je u direktnom slivu Jadranskog mora oko 400 m od mora. U području mogućeg utjecaja ovoga odlagališta otpada nema značajnih vodonosnika i ne očekuje se znatan utjecaj na podzemne vode. Sjeverozapadno od deponije u deluvijalnim naslagama polja kod Novalje smješteno je crpilište javne vodoopskrbe, ali se ne očekuje utjecaj ove deponije na to crpilište.

*Ocjena ugroženosti: 1*

### Glavica-Kukljica

Odlagalište otpada Glavica - Kukljica na otoku Ugljanu u blizini naselja Kukljica smješteno je na vapnencima i dolomitima u izmjeni gornje krede ( $K_2^1$ ). Pripada direktnom slivu Jadranskog mora, a udaljeno je oko 300 m od mora. U području mogućeg utjecaja ovoga odlagališta otpada nema značajnih vodonosnika i ne očekuje se znatan utjecaj na podzemne vode.

*Ocjena ugroženosti: 1*

### Kraljak

Odlagalište otpada Kraljak na otoku Pašmanu u zaleđu Tkona smješteno je na dobro vodopropusnim karbonatnim stijenama gornje krede ( $K_2^{2,3}$ ). Pripada direktnom slivu Jadranskog mora, a udaljeno je oko 800 m od mora. U području mogućeg utjecaja ovoga odlagališta otpada nema značajnih vodonosnika i ne očekuje se znatan utjecaj na podzemne vode.

*Ocjena ugroženosti: 1*

### Tri luke

Odlagalište otpada Tri Luke na otoku Pašmanu kod rta Borovnjak smješteno je na dobro vodopropusnim karbonatnim stijenama gornje krede ( $K_2^{2,3}$ ). Pripada direktnom slivu Jadranskog mora, a udaljeno je svega 189 m od mora. U području mogućeg utjecaja ovoga odlagališta otpada nema značajnih vodonosnika i ne očekuje se znatan utjecaj na podzemne vode.

*Ocjena ugroženosti: 1*

### Veli Dočić

Odlagalište otpada Veli Dočić na Dugome Otoku kod Salia nalazi se uz rub kvartarnih naslaga polja blizu kontakta sa vapnencima i dolomitima gornjokredne starosti. Pripada direktnom slivu Jadranskog mora, a udaljeno je oko 1 km od mora. U području mogućeg utjecaja ovoga odlagališta otpada nema značajnih vodonosnika i ne očekuje se znatan utjecaj na podzemne vode.

*Ocjena ugroženosti: 1*

### Zagračina

Odlagalište otpada Zagračina na Dugome Otoku kod Božave nalazi se na području izgrađenome od dobro vodopropusnih vapnenaca sa rijetkim lećama dolomita donjokredne starosti. Pripada direktnom slivu Jadranskog mora, a u neposrednoj je blizini mora. U području mogućeg utjecaja ovoga odlagališta otpada nema značajnih vodonosnika i ne očekuje se znatan utjecaj na podzemne vode.

*Ocjena ugroženosti: 1*

### Zaranbiž - Lokve

Odlagalište otpada Zaranbiž - Lokve na otoku Ugljanu u zaleđu naselja Kali smješteno je na dobro vodopropusnim uslojenim vapnencima gornje krede (turon - senon). Pripada direktnom slivu Jadranskog mora, a udaljeno je oko 400 m od mora. U području mogućeg utjecaja ovoga odlagališta otpada nema značajnih vodonosnika i ne očekuje se znatan utjecaj na podzemne vode.

*Ocjena ugroženosti: 1*

### Vulina Draga

Odlagalište otpada Vulina Draga na otoku Pagu kod Stare Poveljane smješteno je na dobro vodopropusnim foraminiferskim vapnencima paleogenske starosti. Pripada direktnom slivu Jadranskog mora, a udaljeno je oko 1 km od mora. U području mogućeg utjecaja ovoga odlagališta otpada nema značajnih vodonosnika i ne očekuje se znatan utjecaj na podzemne vode.

*Ocjena ugroženosti: 1*

### Sveti Kuzam

Odlagalište otpada Sveti Kuzam na otoku Pagu kod grada Paga smješteno je na deluvijalnim naslagama osrednje propusnosti. Pripada direktnom slivu Jadranskog mora, a udaljeno je oko 150-200 m od mora. U području mogućeg utjecaja ovoga odlagališta otpada nema značajnih vodonosnika i ne očekuje se znatan utjecaj na podzemne vode. Moguć je utjecaj oborinskih voda, površinskim otjecanjem u more (u zaljevu se nalazi Solana - Pag).

*Ocjena ugroženosti: 3*

### Hripe

Odlagalište otpada Hripe na otoku Murteru smješteno je na osrednje vodopropusnim vapnencima i dolomitima u izmjeni gornjokredne starosti ( $K_2^{1,2}$ ). Pripada direktnom slivu Jadranskog mora, a udaljeno je 750 m od mora. U području mogućeg utjecaja ovoga odlagališta otpada nema značajnih vodonosnika i ne očekuje se znatan utjecaj na podzemne vode.

*Ocjena ugroženosti: 1*

### Borovik

Odlagalište otpada Borovik na otoku Šolti smješteno je na dobro vodopropusnim vapnencima gornje krede. Pripada direktnom slivu Jadranskoga mora. U području mogućeg utjecaja ovoga odlagališta otpada nema značajnih vodonosnika niti crpilišta javnog vodovoda i ne očekuje se znatan utjecaj na podzemne vode.

*Ocjena ugroženosti: 1*

### **Brdo-Košer**

Odlagalište otpada Brdo-Košer istočno od Bola na otoku Braču smješteno je na dobro vodopropusnim vapnencima gornje krede. Pripada direktnom slivu Jadranskoga mora. U području mogućeg utjecaja ovoga odlagališta otpada nema značajnih vodonosnika niti crpilišta javnog vodovoda i ne očekuje se znatan utjecaj na podzemne vode. Kod Bola se nalazi kaptažni zahvat Grabov Rat koji nije u korištenju jer se pitka voda dovodi iz sustava HE Kraljevac. Nije za očekivati utjecaj ove deponije na navedenu kaptažu.

*Ocjena ugroženosti: 1*

### **Dolci**

Odlagalište otpada Dolci kod Starigrada na otoku Hvaru smješteno je na dobro vodopropusnim vapnencima gornje krede. Pripada direktnom slivu Jadranskoga mora, udaljeno oko 1 km od mora. Nalazi se u direktnom slivu Jadranskoga mora i nema utjecaja na 1700 m udaljeno crpilište Garmica za potrebe vodopskrbe grada Starigrada. Crpilište ima definirane zone sanitarne zaštite, ali je odlagalište Dolci izvan tih zona. Osim ovoga crpilišta u blizini nema značajnijih vodnih objekata na kojima se može očekivati negativan utjecaj ove deponije.

*Ocjena ugroženosti: 1*

### **Kupinovica**

Odlagalište otpada Kupinovica kod Supetra na otoku Braču smješteno je na dobro vodopropusnim vapnencima gornje krede. Pripada direktnom slivu Jadranskoga mora. U zoni potencijalnog negativnog utjecaja nalazi se kaptažna galerija Dol koja se ne koristi jer se pitka voda dovodi iz sustava HE Kraljevac. Kaptažna galerija Dol kapaciteta 1-25 l/s može se uključiti u slučaju potrebe.

*Ocjena ugroženosti: 6*

### **Mala Prapatna**

Odlagalište otpada Mala Prapatna istočno od Jelse na otoku Hvaru smješteno je na dobro vodopropusnim vapnencima gornje krede. Pripada direktnom slivu Jadranskoga mora, udaljeno 550 m od mora. Nalazi se u direktnom slivu Jadranskoga mora i nema utjecaja na gotovo 4 km udaljenu vodoopskrbnu galeriju Libora i 5 km udaljeno crpilište Vir za potrebe vodopskrbe Jelse. Crpilište ima definirane zone sanitarne zaštite, ali je odlagalište Mala Prapatna izvan tih zona. Osim ovoga crpilišta u blizini nema značajnijih vodnih objekata na kojima se može očekivati negativan utjecaj ove deponije.

*Ocjena ugroženosti: 1*

### **Miran dolac**

Odlagalište otpada Miran dolac kod Milne na otoku Braču smješteno je na dobro vodopropusnim vapnencima gornje krede. Pripada direktnom slivu Jadranskoga mora. U području mogućeg utjecaja ovoga odlagališta otpada nema značajnih vodonosnika niti crpilišta javnog vodovoda i ne očekuje se znatan utjecaj na podzemne vode.

*Ocjena ugroženosti: 1*

### **Prapatna**

Odlagalište otpada Prapatna kod Sućuraja na otoku Hvaru smješteno je na dobro vodopropusnim vapnencima gornje krede. Pripada direktnom slivu Jadranskoga mora, udaljeno 370 m od mora. Nalazi se u

direktnom slivu Jadranskoga mora. Osim ovoga crpilišta u blizini nema značajnijih vodnih objekata na kojima se može očekivati negativan utjecaj ove deponije.

*Ocjena ugroženosti: 1*

### **Stanišće**

Odlagalište otpada Stanišće kod grada Hvara na otoku Hvaru smješteno je na dobro vodopropusnim vapnencima gornje krede. Pripada direktnom slivu Jadranskoga mora. U području mogućeg utjecaja ovoga odlagališta otpada nema značajnih vodonosnika niti crpilišta javnog vodovoda i ne očekuje se znatan utjecaj na podzemne vode.

*Ocjena ugroženosti: 1*

### **Šćeće**

Odlagalište otpada Šćeće kod Komiže na otoku Visu smješteno je na dobro vodopropusnim vapnencima gornje krede. Pripada direktnom slivu Jadranskoga mora, udaljeno 780 m od mora. Nalazi se izvan zona sanitarne zaštite izvora Pizdica i postavljenoga sliva za potrebe zaštite izvorišta, ali se ne može potpuno isključiti utjecaj deponije na komiško crpilište udaljeno nešto manje od 1 km.

*Ocjena ugroženosti: 5*

### **Wellington**

Odlagalište otpada Wellington kod grada Visa na otoku Visu smješteno je na dobro vodopropusnim vapnencima gornje krede. Pripada direktnom slivu Jadranskoga mora, udaljeno 750 m od mora. U području mogućeg utjecaja ovoga odlagališta otpada nema značajnih vodonosnika niti crpilišta javnog vodovoda i ne očekuje se znatan utjecaj na podzemne vode.

*Ocjena ugroženosti: 1*

### **Kokojevica**

Odlagalište otpada Kokojevica kod Lumbarde na otoku Korčuli nalazi se na osrednje vodopropusnoj izmjeni vapnenaca i dolomita gornjokredne starosti. Pripada direktnom slivu Jadranskog mora, a udaljeno je oko 600 m od mora. U području mogućeg utjecaja ovoga odlagališta otpada nema značajnih vodonosnika i ne očekuje se znatan utjecaj na podzemne vode.

*Ocjena ugroženosti: 1*

### **Sitnica**

Odlagalište otpada Sitnica kod Blata na otoku Korčuli nalazi se na osrednje vodopropusnoj izmjeni vapnenaca i dolomita gornjokredne starosti. Pripada direktnom slivu Jadranskog mora, a udaljeno je oko 1,5 km od mora. U Blatskom polju nalazi se crpilište javne vodoopskrbe (skupina kopanih zdenaca) za potrebe vodoopskrbe Blata. Ne očekuje se utjecaj deponije na navedeno crpilište.

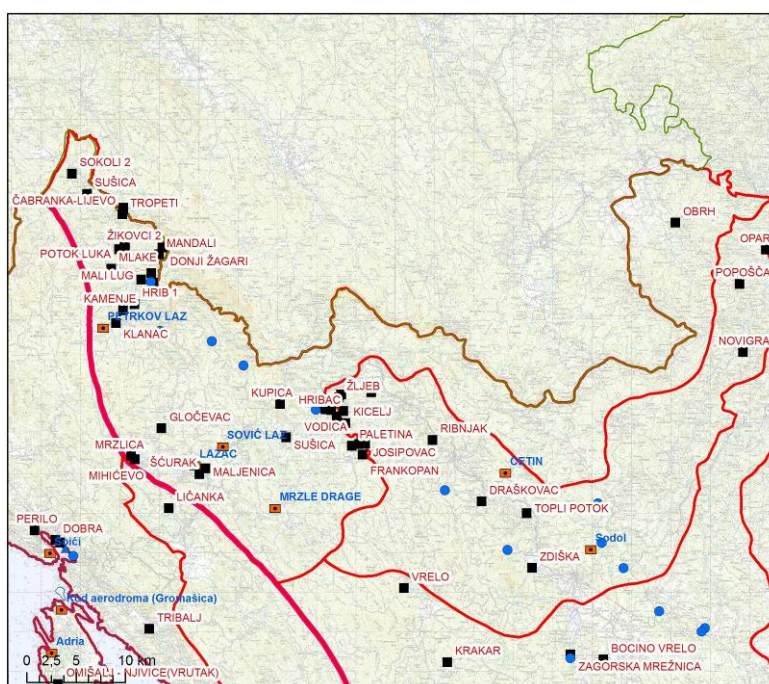
*Ocjena ugroženosti: 3*

## Sozanj

Odlagalište otpada Sozanj kod Zaklopatice na otoku Lastovu nalazi se na dobro vodopropusnim vapnencima malmske starosti. Pripada direktnom slivu Jadranskog mora, a udaljeno je svega 270 m od mora. U području mogućeg utjecaja ovoga odlagališta otpada nema značajnih vodonosnika i ne očekuje se znatan utjecaj na podzemne vode. Crpilišta Prгово i Duboka za potrebe vodopskrbe Lastova nalaze se sa druge strane otoka i nije za očekivati utjecaj deponije na crpilišta.

Ocjena ugroženosti: 1

## HR\_KCPV\_13 Kupa



Slika 3-22. Odlagališta otpada na području CPV Kupa

## Peterkov laz

Odlagalište otpada Peterkov Laz nalazi se na području izgrađenom od lijaskim vapnenaca i dolomita u izmjeni ( $J_1^{2,3}$ ). Pripada Crnomorskome slivu, a smješteno je u rubnom dijelu slivova izvora Kupe i izvora Čabranke. Upravo zbog nedovoljne količine dosadašnjih istraživanja, kao planinsko područje, izdvojeno je u Vodoopskrbni rezervat koji se štiti sa razinom II. zone sanitarne zaštite. Zone sanitarne zaštite postavljene su u sklopu zaštitnih zona Gorskoga kotara. Sa deponije je najvjerojatniji utjecaj na vodoopskrbni izvor Klanac (manjeg kapaciteta, zahvaćen za lokalne potrebe) udaljen svega 1,5 km od deponije.

Ocjena ugroženosti: 6

## Sović Laz

Odlagalište otpada Sović Laz nalazi se na širem području Delnica na području izgrađenom od lijaskim vapnenaca i dolomita u alteraciji ( $J_1^{2,3}$ ). To područje pripada Crnomorskome slivu, odnosno slivu Velike i Male Belice, ali u njegovom rubnom dijelu prema razvodnici sa slivom izvora Kupice i Zelenoga Vira. To je izuzetno okršeno područje sa brojnim vrtačama i za očekivati je utjecaj na vodonosnik. Područje deponije se nalazi unutar

IV. zone zaštite izvora Velika i Mala Belica, a najveći negativni utjecaj za očekivati je na kakvoću izvorske vode Male Belice. Ne može se potpuno isključiti niti utjecaj na kakvoću vode izvora Kupice.

Ocjena ugroženosti: 6

### Mrzle Drage

Odlagalište otpada Mrzle Drage nalazi se na širem području Mrkoplja na području izgrađenom od lijaskim vapnenaca ( $J_1$ ) u kontaktnom dijelu prema dogerskim vapnencima, dolomitima i dolomitičnim vapnencima ( $J_2$ ). To je visoko planinsko područje, zona prihranjivanja sliva izvora Kupice i Zelenoga Vira, odnosno nalazi se u Crnomorskom slivu. Izuzetno je okršeno, sa brojnim vrtačama, ponorima i ponornim zonama i za očekivati je negativan utjecaj na vodonosnik, ali i kakvoću izvorske vode izvora Kupice, najveći zahvaćeni izvor za potrebe javne vodoopskrbe na području Gorskoga kotara. Područje deponije se nalazi unutar IV. zone zaštite izvora Kupice.

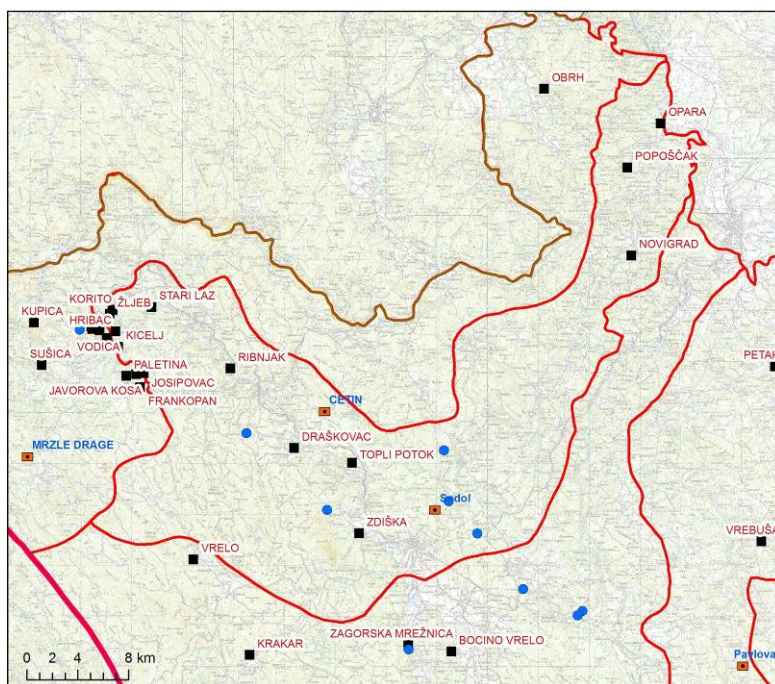
Ocjena ugroženosti: 6

### Lazac

Odlagalište otpada Lazac nalazi se na širem području Lokvi na kontaktu Paleozojskih klastičnih naslaga i trijaskih dolomita ( $T_3^{2+3}$ ). Nalazi se u zoni prihranjivanja sliva izvora Kupice i Zelenoga Vira, odnosno u Crnomorskom slivu. Smješteno je u starom površinskom kopu barita. Za očekivati je negativan utjecaj na vodonosnik, ali i kakvoću izvorske vode izvora Kupice, najvećeg zahvaćenog izvora za potrebe javne vodoopskrbe na području Gorskoga kotara. Područje deponije se nalazi unutar III. zone zaštite izvora Kupice. U blizini odlagališta je Križ potoka koji teče prema ponornim zonama Lokvarke.

Ocjena ugroženosti: 6

## HR\_KCPV\_14 Dobra



Slika 3-23. Odlagališta otpada na području CPV Dobra

### Sodol

Odlagalište otpada Sodol kod Ogulina nalazi se na dobro vodopropusnim vapnencima donjokredne starosti. Smješteno je u Crnomorskome slivu, u slivu Dobre. U području mogućeg utjecaja ovoga odlagališta otpada nema crpilišta javnog vodovoda, ali se deponija nalazi svega 1,3 km od velikog krškoga izvora Gojak kojim svoj tok započinje Donje Dobra. Trasiranjima podzemnih tokova dokazana je izravna veza ponorne zone u Ogulinu (Đulin ponor) sa izvorom Gojak, a deponija se nalazi na liniji najkraćega puta između ta dva velika vodna objekta.

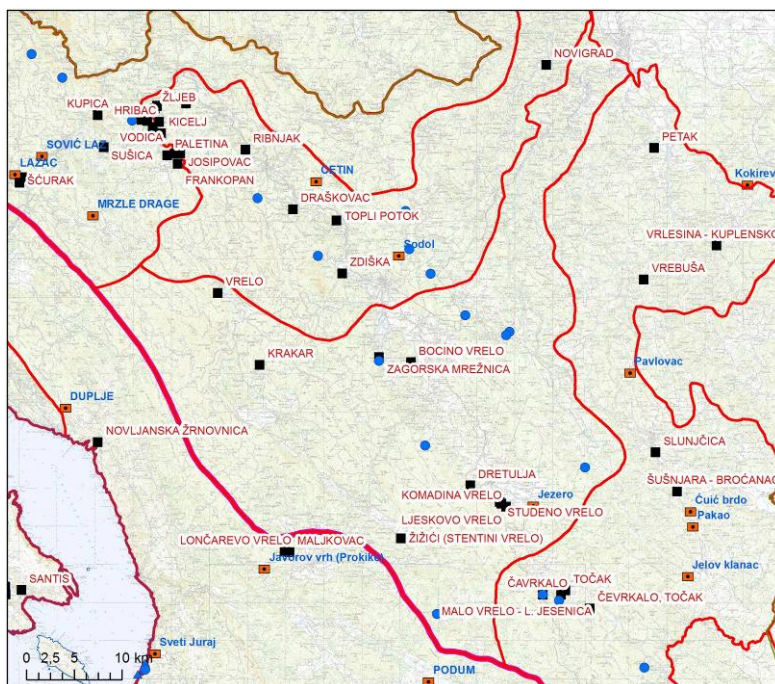
Ocjena ugroženosti: 6

### Cetin

Odlagalište otpada Cetin kod Vrbovskoga nalazi se na dobro vodopropusnim vapnencima donjokredne starosti. Smješteno je u Crnomorskome slivu, u slivu Gornje (Ogulinske Dobre). U području mogućeg utjecaja ovoga odlagališta otpada nema značajnih vodonosnika niti crpilišta javnog vodovoda i ne očekuje se znatan utjecaj na podzemne vode. Deponija se nalazi na slivu lijeve obale Gornje Dobre, a sva crpilišta (Gomirje i Ljubošina) i njihovi slivovi se nalaze sa desne obale Gornje Dobre. Mogući je utjecaj na samu rijeku Gornju Dobru, koja se uglavnom prebacuje hidrotehničkim tunelom na HE Gojak, a velike vode u Ogulinu poniru u Đulinom ponoru

Ocjena ugroženosti: 2

## HR\_KCPV\_15 Mrežnica



Slika 3-24. Odlagališta otpada na području CPV Mrežnica

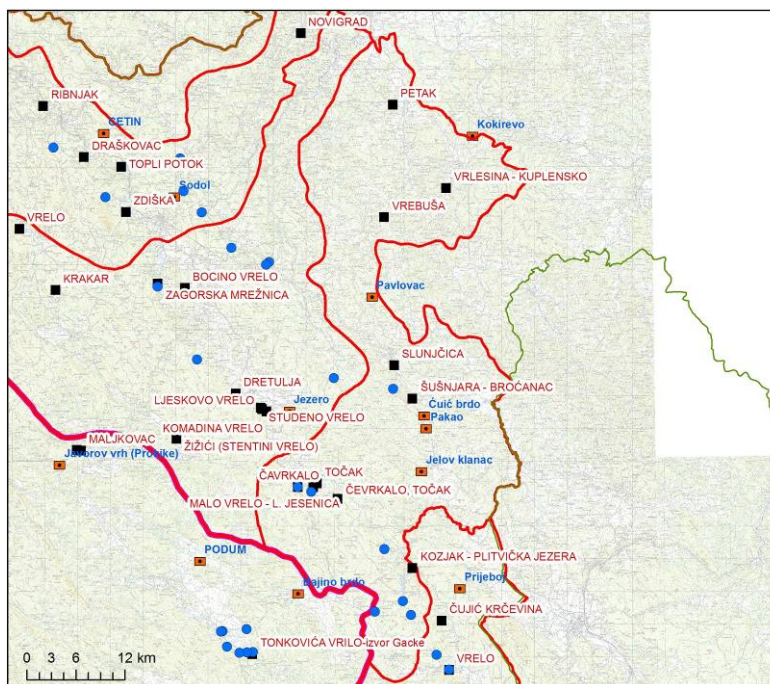
### Jezero

Odlagalište otpada Jezero kod Plaškoga smješteno je na kontaktu dobro vodopropusnih karbonatnih stijena (vapnenci) i osrednje vodopropusnih karbonatnih stijena (izmjena dolomita i vapnenaca). Pripada Crnomorskome slivu, odnosno slivu Mrežnice. Deponija je smještena uz istočni rub Plaškoga polja, oko 700 m udaljena od ponornih zona gdje poniru vode Dretulje. Nakon 6 km ponovno izvire kao veliki krški izvor

Mrežnice. U području mogućega utjecaja ovoga odlagališta u slivu Mrežnice nema crpilišta javne vodoopskrbe, ali je za očekivati utjecaj na kakvoću izvorske vode Mrežnice.

Ocjena ugroženosti: 3

### HR\_KCPV\_16 Korana



Slika 3-25. Odlagališta otpada na području CPV Korana

#### Jelov klanac

Odlagalište otpada Jelov Klanac kod Rakovice smješteno je na dobro vodopropusnim pločastim vapnencima gornjo kredne starosti. Pripada Crnomorskome slivu, odnosno slivu Korane. U području mogućega utjecaja ovoga odlagališta u slivu Korane je izvor Slunjičice, udaljen oko 13 km od ovoga odlagališta, ali je moguće i podzemni tok prema izvoru Klokot u susjednoj BiH (sliv Une).

Ocjena ugroženosti: 7

#### Pakao

Odlagalište otpada Pakao kod Oštarskih Stanova smješteno je na dobro vodopropusnim vapnencima s ulošcima dolomita donjo kredne starosti. Pripada Crnomorskome slivu, odnosno slivu Korane. U području mogućega utjecaja ovoga odlagališta u slivu Korane je izvor Slunjičice, udaljen 6,5 km, odnosno kaptažni zahvat za vodoopskrbu Slunja udaljen 8,5 km od ovoga odlagališta.

Ocjena ugroženosti: 7

#### Čuić brdo

Odlagalište otpada Čuić Brdo, kod istoimenoga naselja, smješteno je na dobro vodopropusnim vapnencima s ulošcima dolomita donjo kredne starosti. Pripada Crnomorskome slivu, odnosno slivu Korane. U



području mogućega utjecaja ovoga odlagališta u slivu Korane je površinski zahvat na Slunjčici, udaljen 7,6 km, a predmetno odlagalište se nalazi unutar zona sanitarne zaštite toga vodoopskrbnog objekta.

*Ocjena ugroženosti: 8*

#### **Pavlovac**

Odlagalište otpada Pavlovac između Nikšića i Blagaja smješteno je na dobro vodopropusnim vapnencima s ulošcima dolomita donjo kredne starosti. Pripada Crnomorskome slivu, odnosno slivu Korane. U području mogućega utjecaja ovoga odlagališta u slivu Korane nema crpilišta javne vodoopskrbe.

*Ocjena ugroženosti: 2*

#### **Kokirevo**

Odlagalište otpada Kokirevo kod Vojnića smješteno je na pretkvartarnim naslagama s vodonosnicima slabe transmisivnosti. Pripada Crnomorskome slivu, odnosno slivu Kupe. Odlagalište je smješteno u napušteno pozajmište gline. Od područja deponije započinje svoj tok povremeni potok Bukovica, koji se kasnije ulijeva u Utinju, odnosno Kupu. U zoni potencijalnoga utjecaja ove deponije nema crpilišta javne vodoopskrbe, ali je tijekom kišnih razdoblja moguće spiranje s područja deponije i otjecanje povremenim potokom prema Kupi.

*Ocjena ugroženosti: 3*

## **HR\_KCPV\_17 Una**

#### **Udbina**

Odlagalište otpada Udbina smješteno je na osrednje vodopropusnim dolomitima i vapnencima u izmjeni uz rub Krbavskoga polja. Pripada Crnomorskome slivu, odnosno slivu Une. U području mogućeg utjecaja ovoga odlagališta nalaze se crpilišta Kraljevac i Krbavica za potrebe vodoopskrbe Udbine. Od deponije su udaljena oko 2 km.

*Ocjena ugroženosti: 7*

#### **Bare**

Odlagalište otpada Bare u Lapačkome polju smješteno je na slabo vodopropusnim proluvijalnim ilovačama kvartarne starosti (pleistocen). Pripada Crnomorskome slivu, odnosno slivu Une. U području mogućeg utjecaja ovoga odlagališta od crpilišta javne vodoopskrbe potrebno je izdvojiti izvor Ostrovica kod Kulen Vakufa u susjednoj BiH, jer je deponija udaljena od ponornih zona oko 3 km, a do ponornih zona Lapačkoga polja preferirano je površinsko tečenje zbog nepropusnosti kvartarnih naslaga polja.

*Ocjena ugroženosti: 8*

#### **Kalebovac**

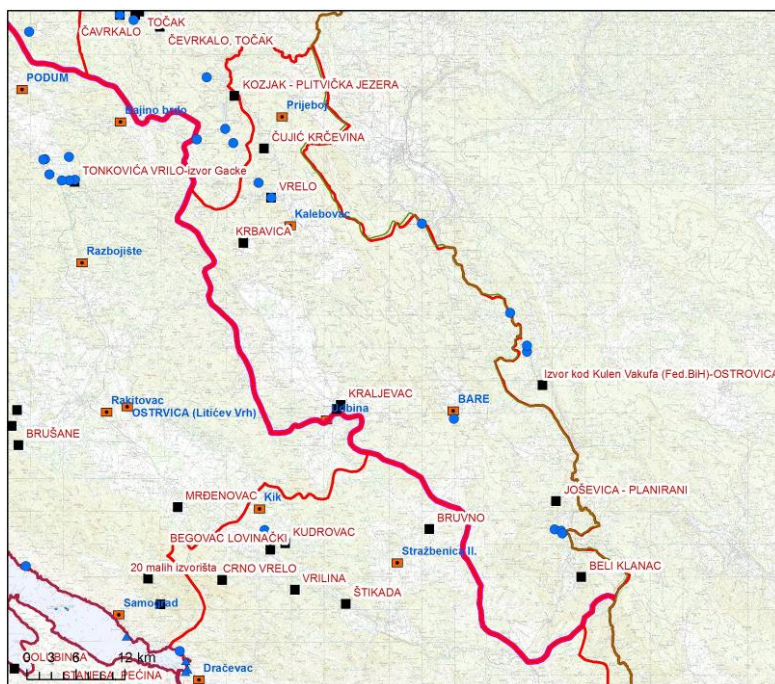
Odlagalište otpada Kalebovac kod Korenice smješteno je na osrednje vodopropusnim dolomitima i vapnencima donjo kredne starosti. Pripada Crnomorskome slivu, odnosno slivu Une. Oko 4,5 km od deponije je Korenički ponor prema kojemu dotječu vode Koreničkoga polja i u njemu poniru te podzemno otječu prema Uni. U području mogućeg utjecaja ovoga odlagališta nema crpilišta javne vodoopskrbe, ali je moguć negativan utjecaj na vodonosnik zbog ponorne zone Koreničkog polja.

*Ocjena ugroženosti: 7*

## Prijeboj

Odlagalište otpada Prijeboj kod Prijeboja smješteno je na dobro vodopropusnim rudistnim vapnencima gornjo kredne starosti. Pripada Crnomorskom slivu, odnosno slivu Une. U području mogućeg utjecaja ovoga odlagališta na teritoriju Hrvatske nema crpilišta javne vodoopskrbe, ali je na području BiH za očekivati utjecaj na veliki krški izvor Klokot.

Ocjena ugroženosti: 7



Slika 3-26. Odlagališta otpada na području CPV Una

Rekapitulacijom svih dodijeljenih bodova izdvojena su odlagališta za koja je procijenjen najveći utjecaj na vodne resurse, a to su odlagališta u bodovnom rasponu 8-9 (Tablica 3-15).

Tablica 3-15. Izdvojena odlagališta otpada sa procijenjenim najvećim negativnim utjecajem na vodne resurse

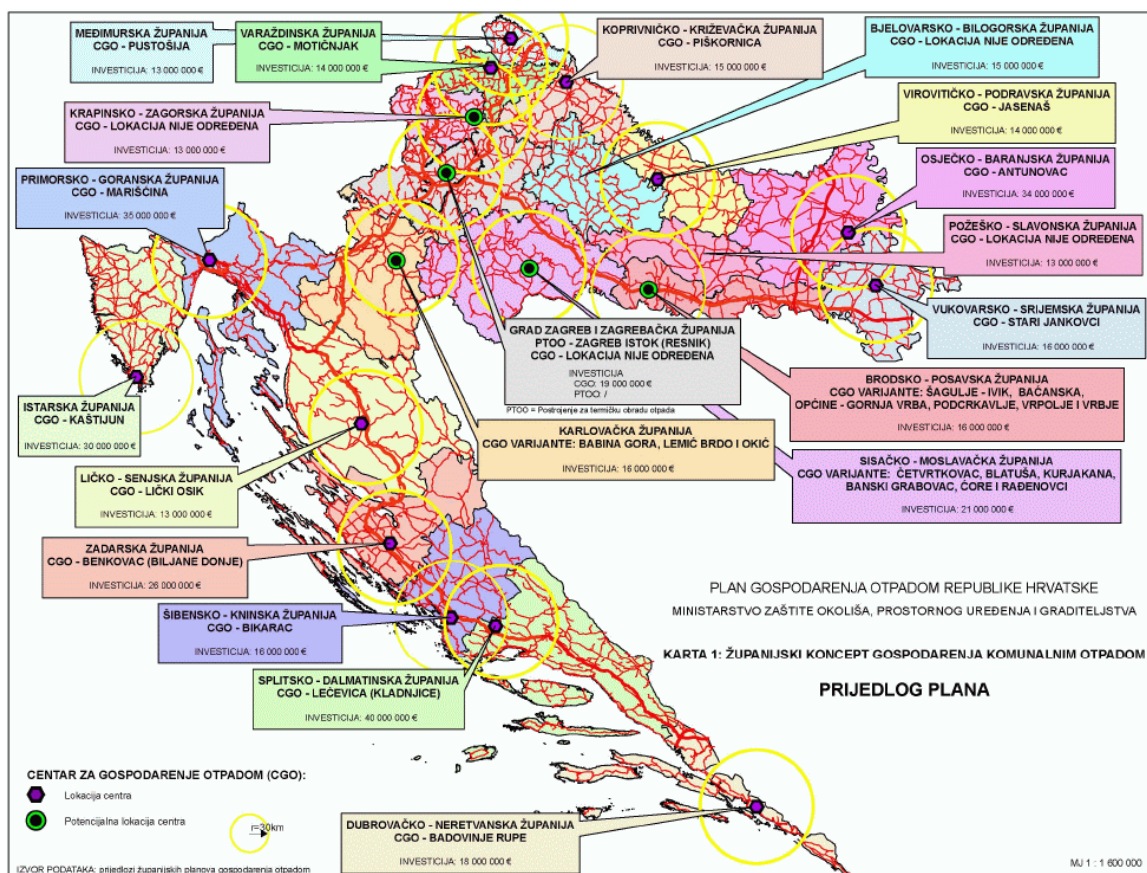
NAZIV	BODOVI	ŽUPANIJA	CPV
Macanova Kava	9	Splitsko - dalmatinska	Cetina
Podine	9	Splitsko - dalmatinska	Cetina
Grabovica	9	Dubrovačko - neretvanska	Neretva
Čuić brdo	8	Karlovačka	Korana
Duplja	8	Primorsko - goranska	Lika – Gacka
Kik	8	Ličko - senjska	Zrmanja
Podum	8	Ličko - senjska	Lika – Gacka
Bare	8	Ličko - senjska	Una
Jagodnja Gornja	8	Zadarska	Ravni kotari
Šopot-Kličevica	8	Zadarska	Ravni kotari
Diklo	8	Zadarska	Ravni kotari
Moseć	8	Šibensko - kninska	Krka
Put Čučeva	8	Šibensko - kninska	Krka
Dubrava	8	Šibensko - kninska	Krka
Mojanka-Kukuzovac	8	Splitsko - dalmatinska	Cetina
Ajdanovac	8	Splitsko - dalmatinska	Neretva
Cere	8	Istarska	Središnja Istra

Prema Planu gospodarenja otpadom u Republici Hrvatskoj za razdoblje 2007.-2015. godine sva odlagališta potrebno je sanirati u najkraćem roku i otvoriti regionalne centre gospodarenja otpadom. Tako će negativan utjecaj odlagališta na podzemne vode, prema Planu gospodarenja otpadom u RH, uglavnom biti saniran, a otvoriti će se novi centri na novim lokacijama određenim detaljnim studijama. Na području krša određeno je 6 lokacija, a prikazani su u tablici 3-16 i na slici 3-27.

Tablica 3-16. Regionalni centri za gospodarenje otpadom

IME	ŽUPANIJA	LOKACIJA
Kaštijun	Istarska	postojeća
Marišćina	Primorsko-goranska	nova
Lički Osik	Ličko-senjska	postojeća
Biljane Donje	Zadarska	nova
Bikarac	Šibensko-kninska	postojeća
Lećevica	Splitsko-dalmatinska	nova
Badovinje rupe	Dubrovačko-neretvanska	nova

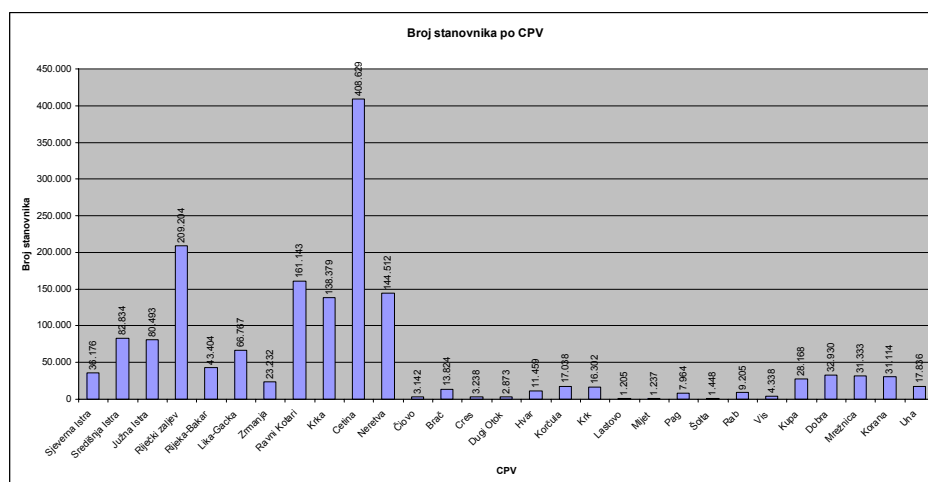
Za područje Karlovačke županije određena je lokacija Babino brdo, ali se ona nalazi izvan područja obrađenog ovom studijom.



Slika 3-27. Lokacije budućih regionalnih centara za gospodarenje otpadom (NN 85/07)

### 3.4. Stanovništvo i sustavi javne odvodnje

Stanovništvo je potencijalni onečišćivač, koji je sadržan u bazi onečišćivača kroz ostale vrste onečišćivača (upoj pročišćene otpadne vode iz sustava javne odvodnje). Dodatno je napravljena analiza broja stanovnika prema popisu stanovništva 2000. godine po cjelinama podzemne vode (Slika 3-28), što ukazuje na veličinu utjecaja stanovništva na podzemne vode.



Slika 3-28. Broj stanovnika po CPV u krškom dijelu Republike Hrvatske

Ukupno na cijelom području krša u Hrvatskoj živi 1.665.469 stanovnika, a od toga 1.629.427 u izdvojenim cjelinama podzemnih voda. Samo 36.042 stanovnika živi izvan cjelina podzemnih voda (otoci koji nisu u CPV Jadranski otoci).

Sustavi javne odvodnje naselja jedna su od stavaka cjelovite baze onečišćivača. Podaci su preuzeti od Hrvatskih voda (VGO Rijeka, VGO Split i VGO Sava) i svi su prostorno smješteni. Ukupno je registrirano 346 lokacija ispusta sustava javne odvodnje, a ispusti su ili u vodotoke, podzemlje ili direktno u more. Razvrstani su prema stupnju pročišćavanja i vrsti recipijenta. Bez ikakvog pročišćavanja je 276 ispusta, 26 ima prethodno pročišćavanje, 10 je prvoga stupnja pročišćavanja, a 35 drugoga stupnja pročišćavanja. Od ukupnog broja ispusta 164 ispusta su direktno u more, za 40 nije definiran recipijent, 75 ispusta je u podzemlje, a 68 u vodotoke. Utjecaj na podzemne vode obrađen je u sklopu analize rizika za onečišćenje podzemnih voda zajedno s ostalim onečišćivačima.

Po cjelinama podzemne vode situacija s ispustima sustava javne odvodnje u podzemlje je prikazana u tablici 3-17.

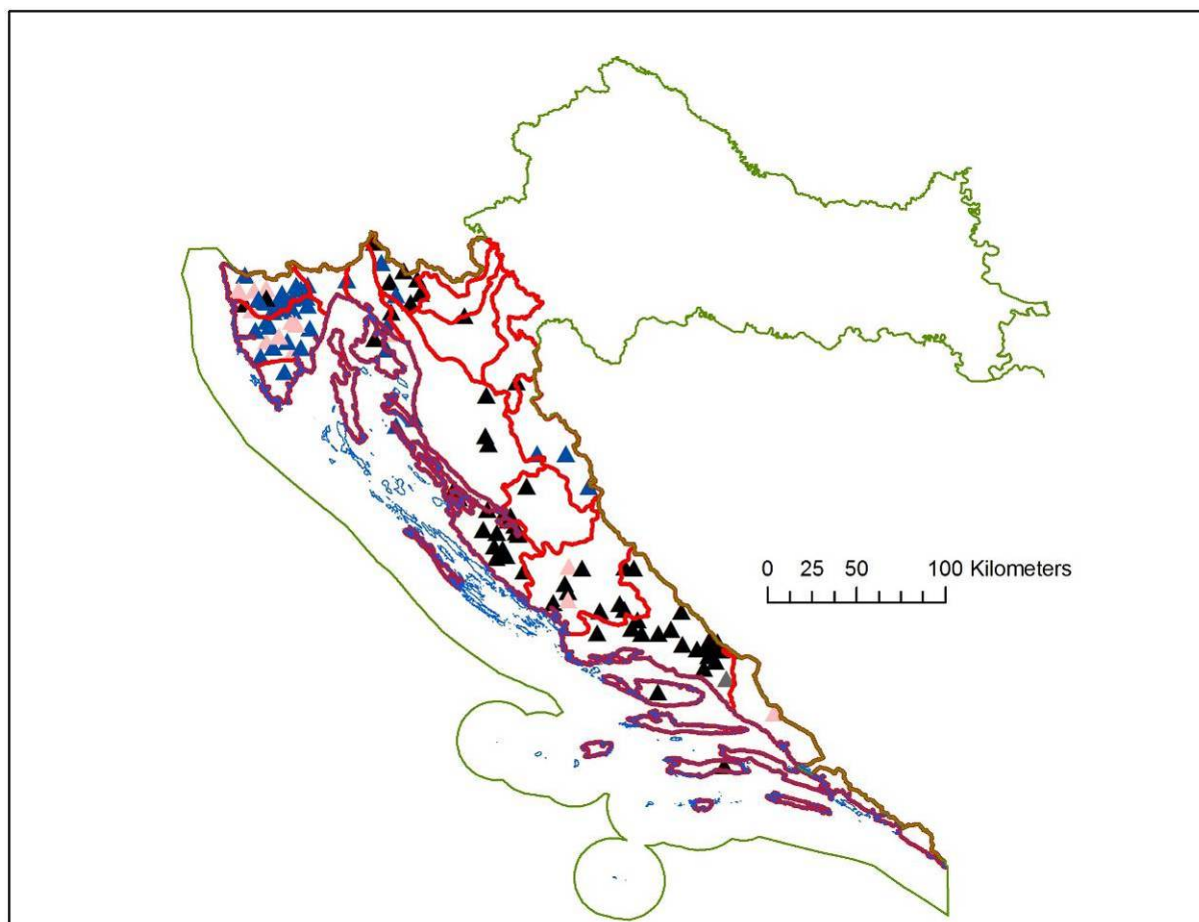
Tablica 3-17. Sustavi javne odvodnje s ispustima u podzemlje po CPV

NAZIV CPV	NAZIV ISPUSTA	STUPANJ PROČIŠĆAVANJA	BROJ PRIKLJUČAKA
CPV Sjeverna Istra	Kaštelir – Labinci	bez pročišćavanja	??
	Višnjan	2. stupanj	125
	Nova Vas	2. stupanj	??
	Brtonigla	2. stupanj	400
	Grožnjan	2. stupanj	??
	Oprtalj	2. stupanj	48
	Motovun	bez pročišćavanja	240
CPV Središnja Istra	Gračiće	2. stupanj	??
	Pičan	2. stupanj	16
	Žminj	2. stupanj	460
	Kanfanar	2. stupanj	??

	Barban	2. stupanj	120	
CPV Rijeka - Bakar	Bribir	2. stupanj	213	
CPV Lika - Gacka	Fužine	bez pročišćavanja	200	
	Vrhovine	bez pročišćavanja	??	
	Perušić	bez pročišćavanja	??	
	Lički Osik	bez pročišćavanja	1500	
CPV Zrmanja	Lovinac Lički	bez pročišćavanja	??	
	Jasenice	bez pročišćavanja	??	
	Rovanjaska	bez pročišćavanja	??	
	Maslenica	bez pročišćavanja	??	
CPV Ravni kotari	Jovići	bez pročišćavanja	??	
	Kruševo	bez pročišćavanja	??	
	Pridraga	bez pročišćavanja	??	
	Gornji Karin	bez pročišćavanja	??	
	Islam Grčki	bez pročišćavanja	??	
	Poličnik	bez pročišćavanja	??	
	Škabrnje	bez pročišćavanja	??	
	Nadin	bez pročišćavanja	??	
	Raštevčić	bez pročišćavanja	??	
	Tinj	bez pročišćavanja	??	
	Pristeg	bez pročišćavanja	??	
	CPV Krka	Okalj	bez pročišćavanja	??
		Kistanje	2. stupanj	1200
		Dubravice	bez pročišćavanja	??
Rupe		bez pročišćavanja	??	
Lozovac		2. stupanj	250	
Bilice		bez pročišćavanja	??	
Unešić		bez pročišćavanja	??	
Ruzic		bez pročišćavanja	??	
Crivac		bez pročišćavanja	??	
CPV Cetina	Kijevo	bez pročišćavanja	??	
	Civljane	bez pročišćavanja	??	
	Gljev	bez pročišćavanja	??	
	Primorski Dolac	bez pročišćavanja	??	
	Brstanovo	bez pročišćavanja	??	
	Muč	bez pročišćavanja	??	
	Prugovo	bez pročišćavanja	??	
	Dicmo	bez pročišćavanja	??	
	Turjaci	bez pročišćavanja	??	
	Ugljane	bez pročišćavanja	??	
	Cista	bez pročišćavanja	??	
	Tijarica	bez pročišćavanja	??	
	Aržano	bez pročišćavanja	??	
	Dobranje	bez pročišćavanja	??	
	Svib	bez pročišćavanja	??	
	Studenci	bez pročišćavanja	??	
	Cista Provo	bez pročišćavanja	??	
	Lovreč	bez pročišćavanja	??	
	Zagvozd	prethodno pročišćavanje	300	
	CPV Neretva	Vrgorac	2. stupanj	500
CPV Jadranski otoci - Korčula	Pupnat	bez pročišćavanja	??	
CPV Jadranski otoci - Brač	Nerežišća	bez pročišćavanja	??	
CPV Jadranski otoci - Pag	Vlašići	bez pročišćavanja	??	

	Dinjiška	bez pročišćavanja	??
CPV Jadranski otoci - Krk	Dobrinj	bez pročišćavanja	??
CPV Kupa	Prezid	bez pročišćavanja	??
	Kuželj	bez pročišćavanja	??
	Crni Lug	bez pročišćavanja	100
	Mrkopalj	bez pročišćavanja	??
	Ravna Gora	bez pročišćavanja	100
CPV Dobra	Skrad	bez pročišćavanja	??
	Ogulin	bez pročišćavanja	??
CPV Una	Rastovača	bez pročišćavanja	??

Naselja sa najvećim brojem stanovnika imaju uređaje za pročišćavanje otpadnih voda sa različitim stupnjevima pročišćavanja, a ispusti su direktno u more (Pula, Rijeka, Senj, Zadar, Šibenik, Split, Makarska, Dubrovnik), odnosno u vodotoke (Labin, Sinj, Metković, Pazin, Knin, Imotski, Gospić), od kojih neki opet dijelom ili u potpunosti infiltriraju pročišćene otpadne vode u krško podzemlje (Pazin, Labin). Jedan dio ispusta iz sustava javne odvodnje je spojen direktno u krško podzemlje, ali radi se uglavnom o manjim naseljima. Od naselja koja imaju ispust u podzemlje najveći broj priključaka ima Lički Osik (1500 – bez pročišćavanja), Kistanje (1200 – 2. stupanj), Vrgorac (500 – 2. stupanj), Žminj (469 – 2. stupanj), Brtonigla (400 – 2. stupanj), Zagvozd (300 – prethodno pročišćavanje), a brojni drugi su manji od 300 priključaka. Za veliki broj ispusta nema podataka o priključenosti stanovništva.



Slika 3-29. Položaj ispusta u podzemlje sustava javne odvodnje i stupnja pročišćavanja otpadnih voda plavo-nije definiran recipijent, bez pročišćavanja; crno-ispust u podzemlje, bez pročišćavanja; sivo-ispust u podzemlje, prethodno pročišćavanje; roza-ispust u podzemlje, 2. stupanj pročišćavanja.

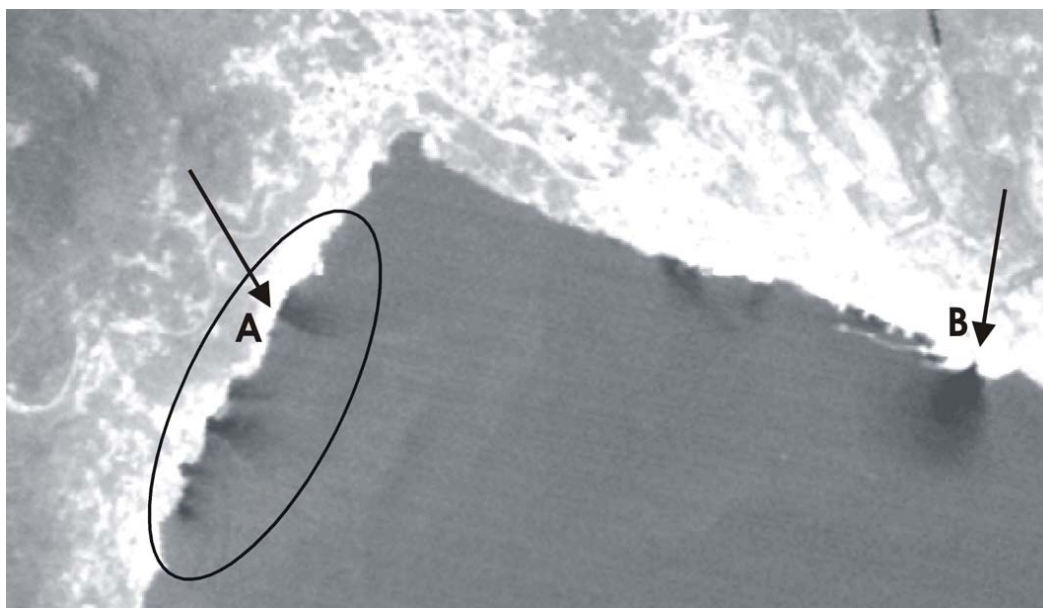
## 4. DEFINIRANJE KVANTITATIVNOG STATUSA PODZEMNE VODE PO CPV

### 4.1. Uvodno o značajkama analiziranog područja

Zbog osobitosti tečenja voda u krškim sredinama, na područjima kakvima pripadaju i analizirane CPV na krškom dijelu Hrvatske prisutan je i specifičan odnos između voda u krškom podzemlju i tečenja površinskih voda, koje su često nedjeljivo povezane. Infiltrirane vode u krško podzemlje dijelom se, pogotovo u vodnijim hidrološkim prilikama, vrlo brzo dreniraju u površinske vodne sustave, a često i te površinske vode na nekim dijelovima svoga toka ponovno prihranjuju krški vodonosnik. U takvim sredinama površina sliva nije jednoznačna (ovisi o hidrološkim prilikama), a niti jednostavno određiva, te uglavnom predstavlja prostor za koga se s dosegnutim stupnjem saznanja pretpostavlja da dominantno učestvuje u podzemnom prihranjivanju nekog vodnog resursa. Tijekom sušnijih razdoblja podzemne vode često čine i jedinu komponentu dotoka površinskih vodotoka.

Istjecanja podzemnih voda u krškim područjima kakav je i analizirani prostor Republike Hrvatske odvija se putem slabo razvijene površinske hidrografske mreže koja drenira i podzemne vode krških izvorišta, koncentriranih priobalnih krških izvora, kao i putem širih priobalnih drenažnih zona i vrulja.

Kako se glavnina transporta podzemnih voda odvija nelokaliziranim podzemnim drenažnim kolektorskim sustavima, zakonitosti i karakter pražnjenja krških vodonosnika moguće je analizirati uglavnom jedino putem analiza manifestacija voda na izlazu iz vodonosnika – na samim krškim izvorima ili površinskim vodnim pojavama gdje se one dreniraju. Dio krških vodonosnika (priobalje i otoci) u aktivnom je kontaktu s morem i neposredno se drenira u njega u vidu lokaliziranih ili puno češće nelokaliziranim priobalnim krškim izvorima i vruljama, kao i u vidu širokih zona difuznog istjecanja. To su i lokaliteti u kojima u određenim hidrološkim situacijama, kao i u slučajevima precrcpljivanja priobalnih vodonosnika, postoji i obrnuta komunikacija – prodori morske vode u aktivne dijelove tih krških vodonosnika i pojave njihova zaslanjivanja. Često i nisu poznate ne samo količine voda koje istječu na takvim priobalnim izvorima i vruljama, nego čak ni njihove lokacije. U tom smislu korisne mogućnosti za njihovu detekciju pružaju infracrvene termalne satelitske snimke (Slika 4.1.)



Slika 4.1. Prikaz termalnog odraza termalnih infracrvenih snimaka na području riječkog zaljeva; A – priobalni izvori u vrulje na području Opatije, B – istjecanje voda izvora Rječine i Zvira (Rubinić i drugi, 2007)

Problem je što na krškom području Hrvatske krša nema sustavnog praćenja dinamike kolebanja podzemnih voda u krškim vodonosnicima – već se o njihovu karakteru zaključuje samo na osnovu rijetkih hidroloških praćenja krškim izvorima (kao mjestima njihova istjecanja), kao i na hidrološkim postajama lociranim na površinskim vodotocima. Naime, na analiziranom prostoru najveći dio dosadašnjeg monitoringa količinskog stanja krških vodonosnika bio uglavnom neposredno povezan s vodoistražnim radovima u svrhu ocjene mogućnosti korištenja voda, a tek manjim dijelom u cilju osiguranja općih saznanja o dinamici promjena stanja podzemnih voda. S obzirom na vrlo mali udio neposrednog zahvata podzemnih voda iz podzemnih krških vodonosnika u vidu zdenaca, bunara ili izgrađenih galerija, za sada na krškom području Hrvatske i ne postoji sustavni monitoring dinamike kolebanja razina podzemnih voda na širem regionalnom prostoru. Višegodišnji kontinuitet praćenja dinamike kolebanja razine podzemnih voda postojao je samo na području zapadne i južne Istre (1995.-2002.), kao i na području doline – ušća rijeke Neretve radi praćenja dinamike zaslanjivanja u aluvijalnom dolinskim vodonosniku (počev od 2003.g.), a dijelom i u zaleđu Vranskog jezera na Cresu, te akumulacije Ponikve na Krku i akumulacije Boljunčica, gdje su razine podzemnih voda u najvećoj mjeri pod neposrednim uplivom režima površinskih voda u akumulacijama.

Stoga je značajke količinskog stanja vodnih resursa podzemnih voda krškog područja Hrvatske moguće utvrditi jedino na osnovi hidroloških praćenja po njihovom istjecanju na površinu, na krškim izvorima i na stalnim površinskim vodotocima kojima se dreniraju podzemne vode te koje i daju glavninu njihova dotoka, posebno tijekom sušnijih razdoblja. Radi se o hidrološkim podacima s državne mreži hidroloških postaja, a na kojima postojeći monitoring provodi Državni hidrometeorološki zavod. Uz to, s obzirom na vrlo rasprostranjena područja na kojima ne postoji ni mreža opažanja dinamike kolebanja podzemnih voda, ni površinska hidrografska mreža, kao ni površinske manifestacije pojava podzemnih voda na površini, procjene količinskog stanja provedene su i na temelju dopunskih analiza i podloga - bilančnih procjena dobivenih iz raspoloživih klimatoloških podataka s tog prostora – oborina i temperatura, odnosno kombinacijom informacija dobivenih na osnovu mjerenih hidroloških i općih klimatoloških podataka.

## 4.2. Procjena količinskog stanja cjelina podzemnih voda u kontekstu Okvirne direktive o vodama

### OPĆENITO O DIREKTIVI

Okvirna direktiva o vodama (dalje: ODV) predstavlja jednu od najznačajnijih reformi u području gospodarenja vodama uvodeći pristup integralnog upravljanja na održivi način. Direktiva od država članica Europske unije zahtijeva da kroz izradu Planova upravljanja riječnim slivom postave obvezujuće ciljeve, jasne rokove i programe mjera kojima će svako utvrđeno pogoršanje količine i/ili kakvoće voda biti spriječeno ili poboljšano.

### PROCJENA STANJA

ODV razlikuje kemijsko i ekološko stanje (ili potencijal) površinskih voda te kemijsko (kvalitativno) i količinsko (kvantitativno) stanje podzemnih voda. I kemijsko i količinsko stanje podzemnih voda se prema ODV- a, ocjenjuje sa dvije klase: kao dobro ili loše.

Stanje vodnih tijela i podzemnih vodnih cjelina procjenjuje se na temelju dostupnog nadzornog, operativnog i istraživačkog monitoringa, koji je uspostavljen na temelju provedene analize rizika (tj. procjene pritisaka i utjecaja) u razdoblju izrade Plana upravljanja.

Procjena stanja vrši se tek na kraju izrade Plana kako bi ukazala na efikasnost prethodno uspostavljenog programa mjera. Karta na kojoj su prikazani rezultati procjene stanja, sastavni je dio Plana upravljanja, a stanje svakog vodnog tijela označeno je odgovarajućom bojom.

Postizanje dobrog stanja podzemnih voda podrazumijeva postizanje uvjeta koji su definirani ODV-a (Dodatak V, Tablice 2.1.2 i 2.3.2) i Direktivom o zaštiti podzemnih voda od onečišćenja i pogoršanja kakvoće (kraće: Direktiva o podzemnim vodama- DPV).



Za **dobro količinsko stanje** važno je da se raspoložive zalihe podzemnih voda ne smanjuju uz dugoročnu godišnju količinu zahvaćanja (što se određuje vodnom bilancom) i da, u skladu s tim, razina podzemne vode nije podložna antropogenim promjenama koje bi mogle dovesti do:

- neuspjeha u postizanju okolišnih ciljeva iz Čl. 4 za pridružene površinske vode i značajnog pogoršanja stanja pridruženih površinskih voda;
- značajnih šteta po kopnene ekosustave ovisne o podzemnoj vodi;
- ne dolazi do promjene smjera toka zbog promjene razina podzemnih voda, a koji dovodi do prodiranje slane vode ili drugih voda;

ODV-a zahtjeva sprječavanje pogoršanja stanja svih podzemnih vodnih cjelina te implementaciju potrebnih mjera za prevenciju ili ograničenje unosa onečišćenja u podzemne vode kao i preokretanje svakog značajnijeg trenda povećanja koncentracije bilo kojeg onečišćenja, a koje je rezultat utjecaja aktivnosti čovjeka.

**Okolišni ciljevi za podzemne vode** su slijedeći:

1. implementirati potrebne mjere za prevenciju ili ograničenje unosa zagađenja u podzemne vode, sprječavati pogoršanje stanja svih vodnih tijela podzemnih voda.
2. štiti, unaprijediti i obnavljati sve podzemne vode, osiguravati ravnotežu zahvaćanja i nadoknađivanja podzemnih voda, u cilju osiguranja dobrog stanja podzemnih voda
3. preokrenuti svaki značajniji trend povećanja koncentracije kod bilo kojeg zagađenja koje je rezultat utjecaja aktivnosti čovjeka, a u cilju progresivnog umanjivanja zagađenja podzemne vode.

Osim procjene utjecaja onečišćivača, ODV-a također zahtjeva razmatranje utjecaja crpljenja podzemnih voda na CPV-e, o njima ovisna površinska vodna tijela i ekosustave i procjenu količinskog stanja.

Prema definiciji iz vodiča o močvarama (Horizontalni vodič o ulozi močvara u ODV-a, CIS br. 12), relevantni kopneni ekosustavi koji bi se trebali razmatrati u procjeni stanja podzemnih voda (i za koje je potrebno definirati granične vrijednosti) su lokacije iz Nature 2000 koje direktno ovise o podzemnim vodama i drugi kopneni ekosustavi ovisni o podzemnim vodama (GWDTE), a koji imaju značajnu ekološku i/ ili socio-ekonomsku vrijednost.

#### KLASIFIKACIJSKE ANALIZE

Postizanje dobrog stanja podzemnih voda uključuje postizanje nekoliko uvjeta koji su definirani ODV-a i DPV-a. Da bi se procijenilo da li su ti uvjeti zadovoljeni, razvijen je cijeli niz klasifikacijskih testova, odnosno analiza količinskog i kemijskog stanja (Slika 4-2).



Slika 4-2. Analize procjene količinskog stanja voda

Prema Vodiču o Procjeni stanja i trendova podzemnih voda, postoji 5 standardnih analiza kemijskog i 4 analize količine, s nekim zajedničkim elementima za procjenu i kemijskog i količinskog stanja. Svaka relevantna analiza treba se provesti neovisno, a rezultati se kombiniraju da bi se dobila ukupna ocjena količinskog i kemijskog stanja CPV-a. Najlošiji rezultat klasifikacije iz relevantnih kemijskih analiza uzima se kao konačni za ocjenu kemijskog stanja isto kao i najlošiji rezultat klasifikacije relevantnih količinskih analiza uzima se kao konačna za ocjenu količinskog stanja.

Ako bilo koja od analiza rezultira lošim stanjem (kemijskim ili količinskim), tada će i ukupna ocjena stanja CPV biti loša.

## PROCJENA KOLIČINSKOG STANJA

### Elementi procjene količinskog stanja

Da bi CPV imala dobro količinsko stanje, svaki od kriterija (ciljeva) pokrivenih definicijom dobrog stanja (prethodno navedeno) mora biti ostvaren.

To su slijedeći ciljevi:

- dostupne zalihe podzemnih voda ne prekoračuju se dugoročnim srednjim godišnjim količinama crpljenja;
- nema značajnog pogoršanja kakvoće površinskih voda, a koje su rezultat antropogenog utjecaja na razine ili promjena toka podzemnih voda koje bi dovele do nepostizanja ciljeva prema iz čl. 4. za bilo koje pridruženo površinsko vodno tijelo;
- nema značajne štete za kopnene ekosustave ovisne o podzemnim vodama, a koje su rezultat antropogenog utjecaja na razine podzemnih voda;
- nema slanosti ni drugih intruzija koje su rezultat antropogeno izazvanih promjena smjera toka.

U ODV-a naznačeno je da bi osnovni pokazatelj u procjeni količinskog stanja trebala biti razina podzemne vode. Međutim, iako je monitoring razina podzemne vode neophodan za određivanje utjecaja i definiranje dugoročnih trendova, nedostatan je sam po sebi zbog čega su potrebni i drugi podatci, prije svega monitoring manifestacija podzemnih voda na mjestima njihova pojave na površini, kao i na mjestima njihova zahvaćanja za različite vidove korištenja. Kao što je uvedeno rečeno, u područjima kakav je i analizirani prostor hrvatskog krša, poseban je problem što praktički nema sustavnih dugogodišnjih nizova podataka o dinamici kolebanja razina podzemnih voda i njihovim pripadajućim trendovima, a uglavnom su vrlo skromno kvantificirane i heterogene informacije o zahvaćenim količinama podzemnih voda za različite vidove njihova korištenja.

### Procedura za procjenu količinskog stanja podzemnih voda

Da bi se definiralo ukupno količinsko stanje CPV- e, primjenjuje se niz analiza (Slika 4.2) kojima se razmatra utjecaj antropogeno izazvanih višegodišnjih izmjena razina podzemne vode i/ ili toka. Svakom se od tih analiza ocjenjuje se da li CPV-e zadovoljava odgovarajuće okolišne ciljeve. Ne primjenjuju se svi okolišni ciljevi za svaku CPV- e.

#### 1. ANALIZA: SLANE (ILI DRUGE) INTRUZIJE

Da bi CPV- e po ovoj analizi bila dobrog stanja ne smije biti dugoročnih intruzija slane (ili druge vode lošije kakvoće), a koje su rezultat antropogeno izazvanih promjena razine vode ili potencijala, smanjenja protoka ili promjene smjera toka zbog zahvaćanja.

Dugoročne intruzije slane vode mogu se pojaviti čak i bez promjene smjera toka. Zbog razlike u gustoći između slane i slatke vode, smanjenje razine vode (ili potencijala) samo po sebi dovest će do intruzije. Smanjenje hidrauličkog gradijenta prema izvoru slane vode i odgovarajuće opadanje podzemnog toka dovest će do pojave intruzije i prije nego je pad razine vode bio takav da je doveo do promjene smjera.

Na dijelu priobalnih vodnih vodonosnika povremena zaslanjenja vodnih resursa javljaju se i neovisno o antropogenim utjecajima, kao dio prirodnog hidrološkog mehanizma cirkulacije podzemnih voda i mora u kojima se zaslanjenje vrlo često javlja i pri vodnijim stanjima – prilikom naglog promjena hidoloških prilika.

#### 2. ANALIZA: POVRŠINSKE VODE

Da bi prema ovom testu CPV- e bila dobrog stanja, ne bi smjelo biti značajnijeg pogoršanja kemizma površinskih voda ili ekologije koji bi doveli do nepostizanja ciljeva iz Članka 4..

Ovaj test razmatra da li na lokalnom mjerilu pritisak zahvaćanja podzemne vode ima značajan utjecaj na individualno tijelo površinske vode. Ovisno o delineaciji vodnih tijela, CPV- e može se sastojati od više površinskih vodnih tijela sa zasebno definiranim okolišnim ciljevima.

### 3. ANALIZA: KOPNENI EKOSUSTAVI OVISNI O PODZEMNIM VODAMA (GWDTE)

Da bi CPV-e bila dobrog stanja, ne smije postojati značajnija šteta kopnenih ekosustava ovisnih o podzemnim vodama. Ova analiza zahtjeva da budu određeni okolišni uvjeti nužni za podršku i održavanje životnih zajednica.

Kao dio inicijalne i daljnje karakterizacije, provodi se preliminarna identifikacija kopnenih ekosustava ovisnih o podzemnim vodama (GWDTE) koji su oštećeni (ili su pod rizikom od oštećenja) kao posljedica zahvaćanja podzemnih voda. Procjena - identifikacija bi se trebala napraviti na temelju kriterija kao što su ekološki indikatori, vjerojatna povezanost s podzemnom vodom, udaljenost od antropogenih utjecaja i istraživačkih izvještaja.

Za mnoge lokacije nemoguće je s točnošću kvantificirati održavajuće uvjete zbog toga što nisu dostupni detaljniji tip - specifični podatci. Upravo zbog specifičnosti i tih nedostajajućih podataka, kao i samih lokacija GWDTE, taj je segment izdvojen iz predmetne kategorizacije i obrađen u zasebnom poglavlju (t.6). Pri tome valja napomenuti da su lokacije identificirane kao one u riziku trebale bi biti prioritet za daljnja istraživanja.

### 4. ANALIZA: VODNA BILANCA (u mjerilu CPV- a)

Da bi CPV- e bila dobrog stanja, višegodišnje srednje godišnje količine crpljenja CPV- e ne smiju premašivati višegodišnje srednje godišnje prihranjivanje (dotok) umanjeno za višegodišnji ekološki prihvatljivi protok (EPP). Ova se analiza primjenjuje na cjelovitoj površini CPV- e.

Tamo gdje su pouzdani podatci o razinama podzemne vode dostupni, isti mogu biti korišteni za identifikaciju prisutnosti kontinuiranog višegodišnjeg pada razina podzemne vode, uzrokovanog višegodišnjim zahvaćanjem podzemne vode. Prisutnost takvog pada ukazivat će na to da nisu postignuti uvjeti za postizanje dobrog stanja te će CPV- e biti lošeg stanja. Međutim, razine podzemne vode, same po sebi ne omogućavaju pouzdanu klasifikaciju pa je alternativa izrada vodne bilance.

Za analizu vodne bilance potrebno je procijeniti prosječnu godišnju količinu crpljenja u odnosu na raspoložive zalihe podzemne vode u CPV- e. Raspoložive zalihe podzemne vode predstavljaju višegodišnje srednje godišnje prihranjivanje (dotok) CPV- e umanjeno za višegodišnji ekološki prihvatljivi protok (EPP). EPP je nužan za postizanje ekološke kakvoće pridruženih površinskih voda (prema Čl. 4 ODV- a) s ciljem sprječavanja pogoršanja ekološkog stanja i sprječavanja značajne štete u kopnenim sustavima ovisnim o podzemnim vodama. Upravo je zanemarivanje potrebe definiranja i kontrole EPP bio i jedan od najvećih problema prilikom provedenih bilančnih ocjena stanja u predmetnom dokumentu, pa su one dijelom i bez poznavanja EPP donesene na temelju ekspertnih sagledavanja.

Treba napomenuti da nije uvijek moguće jasno definirati lokalni ekološki prihvatljiv protok rijeka i močvara. Isto tako, raspoložive zalihe podzemne vode CPV- e ne moraju u cijelosti biti iskoristive za zahvaćanje zbog hidrogeoloških uvjeta (npr. transmisivnost i akumulativnosti) koji to onemogućuju.

## IZVJEŠĆIVANJE

Dodatkom V ODV-a i DPV-a definiran je način izvješćivanja o stanju podzemnih voda. Slijedeći podaci moraju biti uključeni u Izvještaj:

- o granične vrijednosti i metodologija njihovog određivanja. Pri tom treba uzeti u obzir zahtjeve DPV-a (Čl. 3,5 i Dodatak II, Dio C). Pri uspostavljanju graničnih vrijednosti za CPV-e trebalo bi uzeti u obzir Popis tvari sadržan u DPV- a (Dodatak II, Dio B)
- o rezultati kemijskog stanja i metodologija korištena za klasifikaciju CPV-a, a u skladu s DPV-a (Čl. 4.4 i Dodatak III, točka 5) i ODV-a (Dodatak V, 2.5)
- o rezultati procjene količinskog stanja i metodologija korištena za klasifikaciju CPV- a u skladu s Dodatkom V 2.5 ODV-a.
- o rezultate procjene trendova i preokreta trendova i za to korištena metodologija u skladu s DPV- a (Čl.5.4, 5.5 i Dodatak IV, Dio A, točka 3). Dodatak V 2.4.5 zahtjeva bojano naznačavanje trendova i promjene trendova na kartama koje prikazuju kemijsko stanje voda.

Prema Dodatku V ODV-a, u Planu upravljanja moraju se nalaziti karte koje prikazuju količinsko i kemijsko stanje svake CPV- e. Dobro stanje prikazuje se zelenom bojom, a loše crvenom.

## TUMAČENJE I PREZENTIRANJE STANJA PODZEMNIH VODA

Rezultati dobiveni monitoringom podzemnih voda koriste se za ocjenu stanja podzemnih voda. Prema točki 2.5. Dodatka V ODV- a, države članice dužne su pripremiti karte ocjene količinskog i kemijskog stanja, označene bojama kako slijedi:

- o **KOLIČINSKO STANJE** - dobro stanje zelenom bojom;  
- loše stanje crvenom bojom.
- o **KEMIJSKO STANJE** - dobro stanje zelenom bojom;  
- loše stanje crvenom bojom.

Na karti kemijskog stanja voda, crnom točkom označuju se one podzemne vode koje su izložene značajnom i stalno rastućem trendu koncentracije onečišćivača zbog utjecaja ljudskih aktivnosti. Pozitivne promjene trenda označuju se na karti plavom točkom.

S obzirom na spomenuti nedostatak dijela nužnih podloga, kao i kriterija za kvantificiranu provedbu ocjene količinskog stanja (npr. pri prethodno spomenutim analizama za ocjenu stanja Ekosustava ovisnih o podzemnoj vodi), u predmetnom su dokumentu uz standardne kategorije „Dobro stanje“ (pri grafičkom označivanju istaknuto zelenom bojom) i „Loše stanje“ (istaknuto crvenom bojom, klasificirane i dvije podkategorije takvih ocjena – „Vjerojatno dobro stanje“ (istaknuto plavom bojom) i „Vjerojatno loše stanje“ (istaknuto ljubičastom bojom. Na sličan je način i pri ocjeni rizika od neispunjavanja uvjeta ODV do 2015.g. uz standardne rezolutne ocjene „Ne postoji rizik“ (istaknuto zelenom bojom) te „Postoji rizik“ (istaknuto crvenom bojom), uvedena i kategorija „Vjerojatno postoji rizik“ (istaknuto ljubičastom bojom). Na taj se je način, poštujući koncept vrednovanja ODV, pokušalo u datoj situaciji objektivizirati provedene procjene stanja i rizika.

Zahtjevi Direktive za postizanjem dobrog količinskog stanja podzemne vode su trostruki:

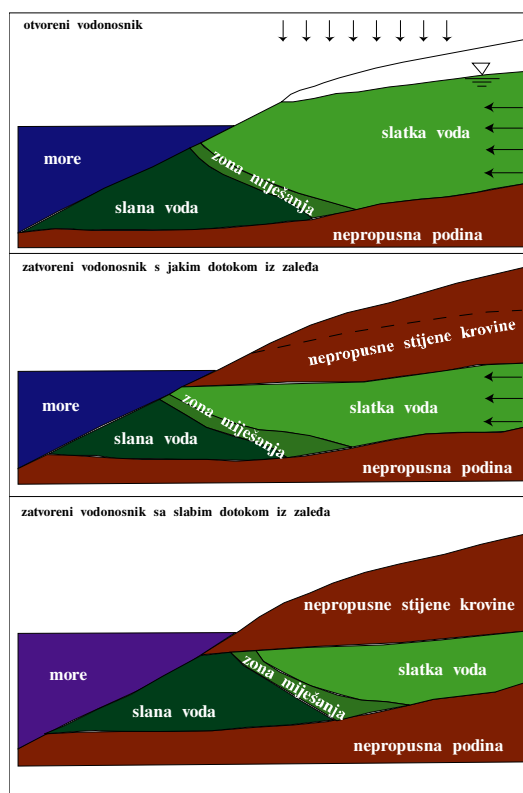
- o zahtjev da se postigne da svi dostupni resursi podzemne vode ne budu prekoračeni višegodišnjim srednjim godišnjim količinama crpljenja;
- o crpljenja i drugi antropogeni utjecaji na razine podzemne vode ne bi smjeli imati negativan učinak na pridružene površinske vode i kopnene ekosustave koji neposredno svojim potrebama za vodom ovise o podzemnim vodama;
- o antropogene izmjene smjera toka ne bi smjele uzrokovati slane ili druge intruzije

Same ocjene stanja dane se u nastavku – po kriterijima i redosljedu danom na Slici 4.2., i to na način da je najprije u okviru t. 4.3.- 4.7. provedena analiza raspoloživih podloga i saznanja. U t.8 provedena je pojedinačna ocjena stanja CPV po prethodno navedenim testovima/analizama, a u t. 4.9. dana je sumarna ocjena stanja.

### 4.3. Zaslanjenja priobalnih vodonosnika

U priobalnom području brojni su problemi povremenog povišenja saliniteta na crpilištima kao posljedica prekomjerne eksploatacije podzemnih voda, ali postoje i brojne pojave istjecanja bočate vode na priobalnim izvorima u potpuno prirodnim uvjetima. Rezultat je to labilne ravnoteže slane i slatke vode u priobalnim vodonosnicima. U području kontakta slane i slatke vode nema oštre granice već je formirana zona miješanja. Veličina, ali i položaj zone miješanja ovisi o nekoliko glavnih faktora. Prije svega to je hidraulički gradijent u samom vodonosniku, ali i geološka građa vodonosnika.

CUSTODIO (1985) objašnjava odnos slatke i slane vode kroz različitosti geološke građe i prihranjivanja vodonosnika i iznosi nekoliko modela, od kojih su tri osnovna grafički prikazana na **slici 4-3**. Prvi je slučaj otvorenoga vodonosnika s prihranjivanjem iz zaleđa i izravno iz padalina. To je najčešći slučaj u našim krškim prostorima. Sljedeći je slučaj zatvorenoga vodonosnika sa značajnim dotocima iz zaleđa, a treći, također zatvoreni, bez značajnoga napajanja iz zaleđa. U odnosu na položaj zone miješanja prva dva slučaja su slična, a razlika je uočljiva tek na trećem primjeru. Dakle, što su dotoci iz zaleđa manji zona miješanja je pomaknuta dublje u kopno. Na **slici 4-3** su prikazani slučajevi kada su u podlozi nepropusne naslage. Kada je vodonepropusna podina na velikim dubinama ili je nema, slana voda prodire dublje u kopno i uobičajeno se nalazi ispod leće slatke vode.

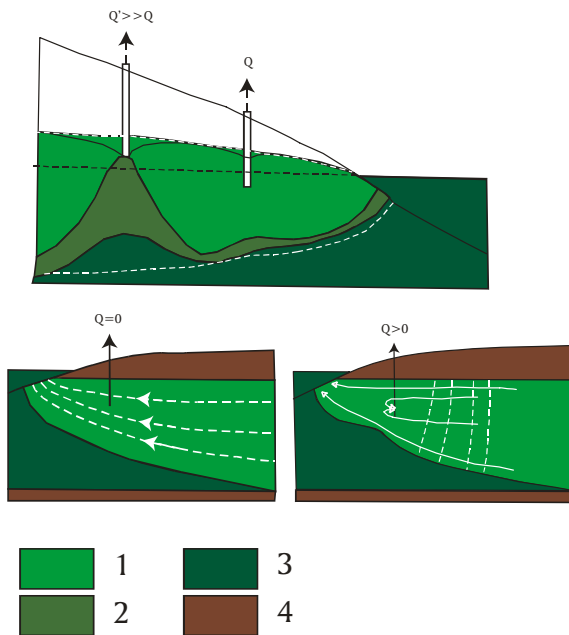


Slika 4-3. Različite situacije u priobalnim vodonosnicima (prema CUSTODIO, 1985)

Jedan od glavnih faktora koji dodatno utječe na stabilnost sustava slane i slatke vode je eksploatacija podzemnih voda (Slika 4-4). Lokacije, na kojima se formiraju crpilišta, mogu biti prirodni izvori, zone istjecanja, ali isto tako mogu biti i umjetno načinjeni objekti. To su npr. razne vrste kaptažnih galerija, eksploatacijski zdenci (kopani, bušeni), tuneli, površinske akumulacije i slično. Teoretski, dozvoljena količina crpljenja ne bi trebala dovesti do povećanja saliniteta crpljene vode. No, eksploatacija, a posebno preeksploatacija podzemnih voda tijekom ljetnih sušnih razdoblja narušava prirodni odnos i više ili manje djeluje na položaj zone miješanja. Crpljenje uzrokuje konusno podizanje slane vode i granice miješanja prema objektu. Ovisno o vertikalnoj propusnosti stijena, dotoku vode iz zaleđa i dubini zdenaca ovo podizanje može biti većih ili manjih razmjera.

Kada se govori o priobalnim krškim vodonosnicima i razlozima zaslanjenja onda prvenstveno treba razmišljati o promjenama razine mora tijekom najmlađeg geološkog razdoblja – Kvartara i zbivanjima u Jadranskom bazenu i cijelome Sredozemlju. Kraj pliocena i početak pleistocena obilježen je pojavama izoliranih jezera (Krbavsko polje, dolina rijeke Zrmanje, Grobničko polje, Vransko jezero na otoku Cresu i sl.), jakih erozijskih procesa u Dinaridima, ali i vrijeme aktiviranja vrlo jakih procesa okršavanja karbonatnog masiva Dinarida. Postepeno dio vode s površine seli u krško podzemlje, a baza okršavanja se spušta do tadašnje razine mora. Iskustva istraživača na području Mediterana govore o dubinama do 150 m ispod današnjih razina mora, a to se može dokazati i debljinama nanosa delti rijeka koje utječu u Jadransko more od preko 100 m (BIONDIĆ, B. et al., 2000).

Prema ŠEGOTI (1968) tijekom zadnjeg glacijala (Virm) razina Jadranskog mora je bila oko 100 m niža od današnje. Delta rijeke Po i njenih pritoka u sjevernojadranskom području sezala je do Dugog otoka (Slika 4-5). Obzirom na smanjeni donos vode (led) u delti su vladali pustinjaški uvjeti, što je vidljivo prema velikoj količini eolskih sedimenata na rubnim otocima (Susak, Unije, Lošinj, Srakane). Kod toga je za današnje priobalne krške vodonosnike najvažnije okršavanje karbonatnih masa Dinarida, posebice rubnih dijelova usmjereno prema tadašnjoj razini mora. Zatopljenje nakon zadnje oledbe donijelo je s jedne strane ogromne količine vode od topljenja ledenoga pokrivača, a s druge strane povećanje volumena vode zbog povišene temperature. Morem je potopljena delta, a slatkovodni sustavi su u cijelosti izdignuti od specifično teže morske vode. Međutim, more je ušlo i u okršeno karbonatno podzemlje rubnog dijela delte, ponegdje i više desetaka kilometara u kopno.



Slika 4.4. Skica konusnoga podizanja slane vode zbog efekta precrpljivanja  
1. slatka voda; 2. bočata (zaslanjena) voda; 3. slana voda; 4. nepropusne stijene



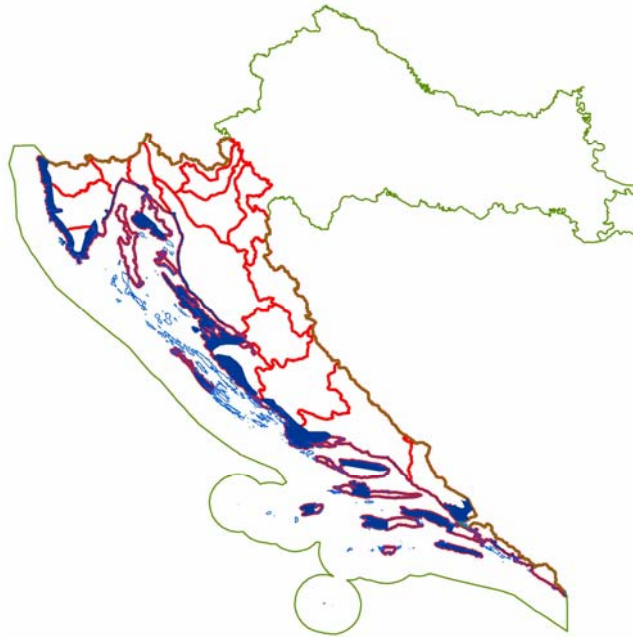
Slika 4-5. Jadransko more za vrijeme najnižega položaja morske razine u posljednjem glacijalu prije 25000 godina (Crna površina označava današnje dno Jadranskog mora koje je prije 25000 godina bilo kopno; ŠEGOTA, 1968).

Na taj način može se objasniti današnje stanje priobalnih krških vodonosnika, međutim aktualne klimatske promjene prouzročene uglavnom ljudskom djelatnošću dodatni su problem za upravljanje priobalnim krškim vodonosnicima. Efekt "staklenika" vrlo vjerojatno će izazvati daljnje topljenje ledenoga pokrivača na zemlji i ekspanziju morske mase, pa prema tome i dizanje razine mora. Za priobalne krške vodonosnike to znači ponovni poremećaj odnosa slatke i morske vode i bitno povećane probleme u korištenju priobalnih vodnih resursa, posebno izraženih u krškim medijima, gdje su uspostavljanja novih ravnotežnih stanja razmjerno brza.

Priobalno područje krškog dijela Hrvatske najvećim je dijelom pod većim ili manjim utjecajem zaslanjenja priobalnih vodonosnika. Prvenstveno se to odnosi na manje otoke gdje se, ovisno o geološkoj građi, slana voda prostire ispod cijelih otoka, a na njoj se nalazi vrlo tanka leća slatke vode. Rezultat je to ograničene površine otoka, ali i relativno malih količina padalina u tom području. Na većim otocima postoji mogućnost i zahvata podzemne vode, ali na velikom broju zahvata dolazi do povremenog povišenja koncentracije klorida crijepene vode zbog ograničenog vodonosnika i blizine zone miješanja slane i slatke vode.

U nastavku je dat kratki prikaz priobalnih područja, gdje se zaslanjenje javlja kao rezultat precrpljivanja, ali i u potpuno prirodnim uvjetima istjecanja. Također, prikazani su neki primjeri gdje zaslanjenja samih kaptažnih zahvata nema, ali je hidrogeološkim istraživanjima dokazan položaj zone miješanja u vodonosniku i povećanjem crpnih količina zaslanjenje se može pojaviti.

Na **slici 4-6** su shematizirano prikazane zone potencijalnog utjecaja zaslanjenja, odnosno zone gdje bar povremeno dolazi do povećanja saliniteta. Prava veličina toga utjecaja nije poznata jer ne postoji dovoljan broj opažackih mjesta na kojima bi se mogla pratiti dinamika zona miješanja.



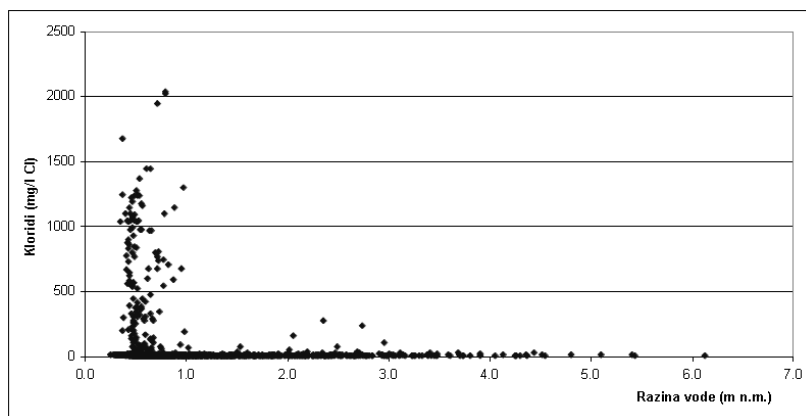
Slika 4-6. Područja priobalnih vodonosnika pod utjecajem zaslanjenja

U **CPV Sjeverna Istra** zaslanjenje se pojavljuje samo u priobalnoj zoni od Novigrada do Savudrije gdje postoji uglavnom difuzno istjecanje, odnosno u toj zoni nema koncentriranih točaka istjecanja (većih izvora). Unutar zone potencijalnog zaslanjenja nema crpilišta javne vodoopskrbe, niti ta zona negativno djeluje na crpilišta koja se nalaze dublje u zaleđu. Samo priobalno područje izrazito je turističko područje, no u neposrednom zaleđu je razvijena poljoprivredna proizvodnja i izveden je značajan broj privatnih zdenaca za potrebe navodnjavanja, na čijim se rubnim dijelovima osjećaju i povećanja saliniteta tijekom ljetnih razdoblja. Prema procjeni, na njima se ne crpe veće količine podzemne vode i do sada nemaju većih utjecaja na dubinu prodora zaslanjenja u vodonosnik. U području u kojem se može očekivati pojava zaslanjenja nema točaka opažanja (piezometarskih bušotina) gdje je moguće pratiti dinamiku zone miješanja slane i slatke vode.

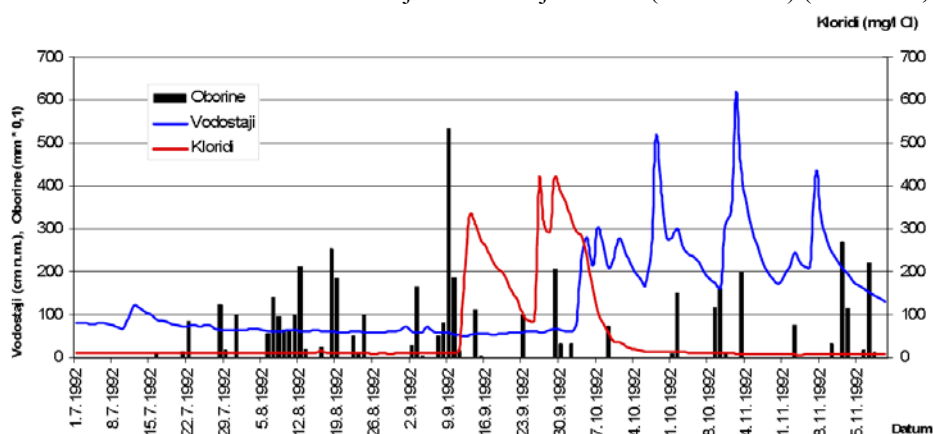
U **CPV Središnja Istra** utjecaj zaslanjenja moguć je uz zapadnu obalu Istre slično kao i u CPV Sjeverna Istra. U tom području također je izveden veliki broj zdenaca za potrebe navodnjavanja poljoprivrednih površina. Na njima se prema procjenama ne crpe značajne količine, a dio njih je i zaslanjen tijekom sušnih razdoblja. U neposrednom zaleđu Rovinja su zdenci koji su nekada služili za vodoopskrbu Rovinja, a poslije izgradnje Istarskog vodovoda prenamijenjeni su za tehnološku vodu tvornice sardina Mirna Rovinj. U tom području nema crpilišta javne vodoopskrbe. Za određivanje dubine prodora zaslanjene vode u krški vodonosnik potrebno je uspostaviti mrežu opažanja mjerenja razina podzemnih voda i elektrolitičke vodljivosti (ili sadržaja klorida) po dubini na piezometarskim bušotinama, odnosno opažanja u izvedenim zdcencima.

Na istočnoj strani Istarskog poluotoka u CPV Središnja Istra zona potencijalnog zaslanjenja prati obalnu liniju od Rabca do Mošćeničke Drage, a zaslanjenje je posebno izraženo na jedinom zahvaćenom vodnom objektu Bubić jami zahvaćenom za potrebe TE Plomin. Radi se o prirodnoj jami do vode, površine 40x60 m, ukupne dubine oko 25 m. Razina vode u jami kreće se u rasponu do iznimno oko 7 m n.m., a srednja razina vode

iznosi 1,16 m n.m. Dno jame je na koti – 15,3 m, a i crpke se nalaze ispod srednje razine mora. Potrebe TE Plomin su oko 100 l/s. Crpi se prosječno oko 20-30 l/s upravo zbog problema zaslanjenja, a iskazane potrebe zahvata vode iznose i do 100 l/s. Povećane koncentracije klorida javljaju se u sušnim razdobljima uslijed crpljenja, ali i nakon jakih kiša kada dolazi do širenja zone miješanja slane i slatke vode zbog povećane turbulencije (Slika 4-7 i 4-8). Prema tome, Bubić jama se nalazi u zoni labilne ravnoteže slane i slatke vode tijekom jakih sušnih razdoblja.



Slika 4-7. Međuodnos razine vode u Bubić jami i sadržaja klorida (1990.-2005.) (RUBINIĆ, 2007)

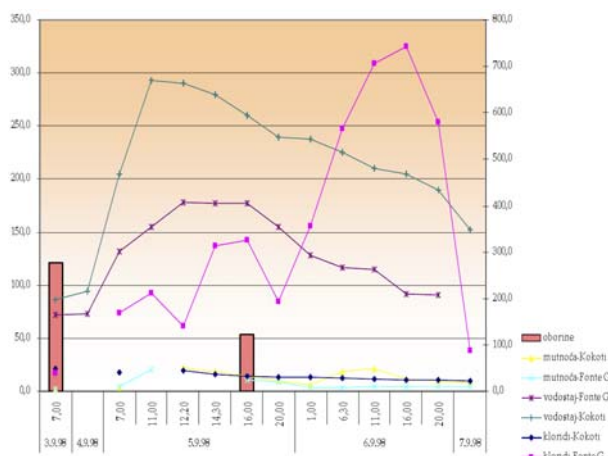


Slika 4-8. Prikaz hoda padalina, kolebanja razine vode i sadržaja klorida u Bubić jami (1.7.1992.-30.11.1992.) (RUBINIĆ, 2007b)

U neposrednom zaleđu Raškog zaljeva na rubu doline Raše nalaze se crpilišta Fonte Gaia i Kokoti, međusobno udaljena svega 300-tinjak metara. Izvor Fonte Gaia je nešto niže hipsometrijski smješten od izvora Kokoti i na njemu je izrazitiji utjecaj morske vode (Slika 4-9). Pojava zaslanjenja na izvorima je posljedica jakih padalina, a tijekom jednog takovog događaja u studenom 2000. godine zabilježena je koncentracija klorida na Fonte Gaiu od čak 1743 mg/l Cl. Istovremeno je na izvoru Kokoti koncentracija klorida iznosila 43,8 mg/l Cl. Kao glavni razlog povišenih klorida na ovom crpilištu ističe se hidromelioracijski kanal u dolini koji je potrebno rekonstruirati, odnosno izgraditi zapornicu na obuhvatnom kanalu broj 2 čime bi se onemogućio prodor zaslanjenja do neposredne blizine izvorišne zone Fonte Gaio-Kokoti (RUBINIĆ et al., 2000).

U CPV Južna Istra veliko je područje izdvojeno kao područje mogućeg zaslanjenja. Osim izvora Blaž u Raškom zaljevu izdvojena je i priobalna zona u gradu Puli gdje je smješteno 12 zdenaca rađenih za potrebe vodoopskrbe grada Pule.





Slika 4-9. Usporedni prikaz oscilacija vodostaja, klorida i mutnoća na izvoru Fonte Gaia i Kokoti, te hod padalina za postaju Labin u razdoblju 3.9.1998.-7.9.1998.

Pulski zdenci su većinom izrađeni krajem 19. i početkom 20. stoljeća proširenjem jama do vode. Ovisno o položaju zdenaca unutar krškog vodonosnika kapacitet zdenaca varira od nekoliko l/s do oko 40 l/s (zdenac Jadreški). Ti objekti su ranije potpuno zadovoljavali potrebe za pitkom vodom grada Pule. Širenjem urbanih područja grada Pule zdenci su se postepeno našli u urbanoj zoni Pule i veliki je problem s kakvoćom njihove vode, što je i uzrokovalo isključenje većine zdenaca iz javne vodoopskrbe. Treba istaći da je izradom brojnih privatnih zdenaca bitno povećana eksploatacija vode i dolazi do povišenja sadržaja klorida tijekom ljetnih sušnih razdoblja.

Od zdenaca javne vodoopskrbe zaslanjivali su Tivoli, Karpi i Peroj, a bušeni zdenac Ševe, iako u normalnoj eksploataciji nije zaslanjivao, zaslanio je uslijed probnog precrpljivanja izvedenog od strane Vodovoda Pula. I na drugim zdencima dolazi povremeno do povišenih sadržaja klorida, ali su koncentracije ispod MDK vrijednosti za pitke vode.

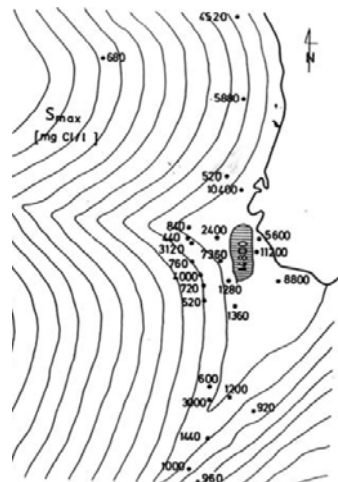
Tablica 4-1. Karakteristični parametri pulskih zdenaca.

Oznake:  $H_0$  – razina terena;  $Q$  – prosječna godišnja količina crpljenja;  $h_{\min}$  – minimalna razina vode u zdencu;  $h_{\max}$  – maksimalna razina vode u zdencu; SAL – raspon saliniteta (URUMOVIĆ, 2000)

N		$H_0$ (m)	$Q$ (l/s)	$h_{\min}$ (m)	$h_{\max}$ (m)	SAL (mg/l NaCl)
1	Šišan	49,41	25	-2,91	13,81	59 - 95
2	Jadreški	50,80	32	-0,70	16,76	52 - 118
3	Valdragon 3	23,37	8	-1,53	8,19	35 - 87
3	Valdragon 4	24,80	10	-2,00	8,49	43 - 85
3	Valdragon 5	28,97	5	-2,18	13,97	30 - 83
4	Škatari	23,40	3	-1,32	19,53	37 - 75
5	Fojbon	25,90	6	-2,20	15,40	27-74
6	Tivoli	18,84	34	0,60	4,44	30-1740
7	Karolina		35	0,30	1,67	> 200
8	Peroj	31,19	1	-0,81	8,19	18 - >200
9	Campanož	35,64	16	-1,70 (?)	9,09	35 - 105
10	Lokvere	23,70	4	-4,50	23,50	40 - 73
11	Ševe	21,58	8	-5,45	13,00	58 - 240
12	Rizzi	9,47	9	-4,58	6,30	35 - 65

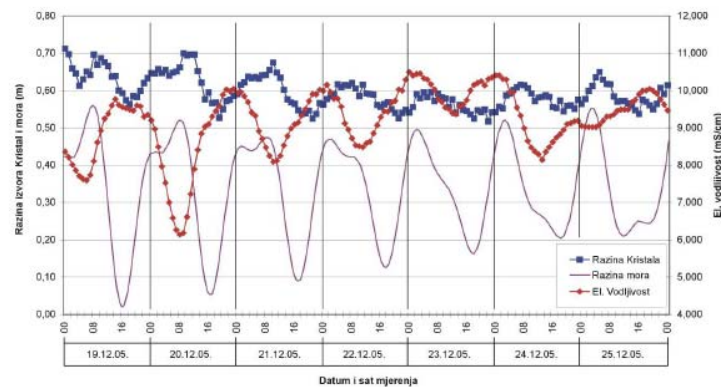
Izvor Blaž je jedan od najizdašnijih nekaptiranih izvora u Istri. Srednja godišnja izdašnost mu iznosi oko 1 m<sup>3</sup>/s, a minimalna između 50 i 200 l/s, ovisno o plimi i oseki i rubnim uvjetima istjecanja. Nalazi se u uvali Blaž u Raškom zaljevu. Na izvoru istječe stalno voda pod blagim utjecajem mora (oko 100 mg/l Cl), a pojave visokih zaslanjenja vezane su uz duga sušna razdoblja i razdoblja nakon jakih padalina. Na izvoru su rađena brojna istraživanja, jer je postojala ideja zahvata izvora Blaž za potrebe vodoopskrbe, no bez definiranog zahvata kojim bi se osigurala zaštita od zaslanjenja. Za te je potrebe izveden i veći broj piezometarskih bušotina (24

bušotine) i jedna podzemna galerija na kojima su mjerene razine podzemne vode i koncentracije klorida (Slika 4-10).



Slika 4-10. Koncentracije klorida na izvorištu Blaž i okolnim piezometarskim bušotinama (BONACCI, 1997)

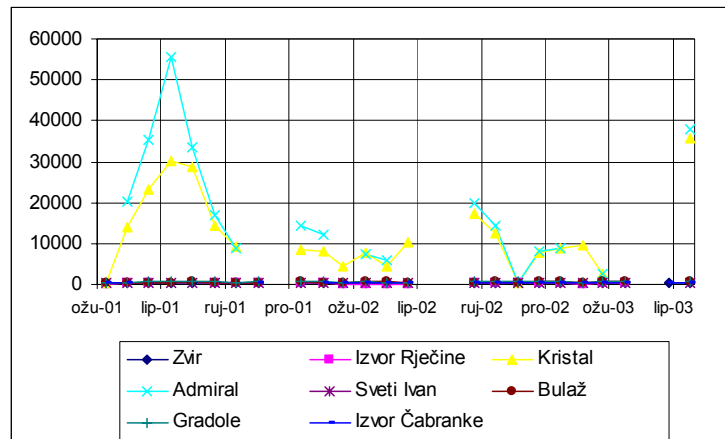
U CPV Riječki zaljev zona utjecaja mora vezana je uz priobalnu zonu od Medveje do Voloskog. U toj zoni niti jedan izvor nije zahvaćen za potrebe javne vodoopskrbe. Najveći od njih su izvori Kristal i Admiral u Opatiji, bočati izvori, čije vode slobodno otječu u more. Osamdesetih godina prošlog stoljeća postojala je ideja zahvata te izvorišne zone. Rađena su hidrogeološka istraživanja i izvedene su tri duboke istražne bušotine (BIONDIĆ & DUKARIĆ, 1988). Tijekom 2005. godine istraživanja su nastavljena (KUHTA, 2005) strukturnom analizom, mjerenjem razina i protoka, elektrolitičke vodljivosti i temperature na Kristalu i piezometrima u zaleđu i obradom satelitskih snimaka. Prema KUHTA (2005) uobičajeni minimalni kapacitet izvora Kristal je oko 400-500 l/s, a izvora Admiral puno manji, a tijekom 2003. godine čak je i presušio. U izvor Kristal postavljen je uređaj za kontinuirano mjerenje elektrolitičke vodljivosti, temperature i razine vode. Rezultati su pokazali visoke vrijednosti elektrolitičke vodljivosti od 6 mS/cm do čak 11,5 mS/cm što ukazuje na izraziti utjecaj mora (Slika 4-11).



Slika 4-11. Oscilacije razina mora i izvora Kristal i kretanje CND na izvoru Kristal (KUHTA, 2005)

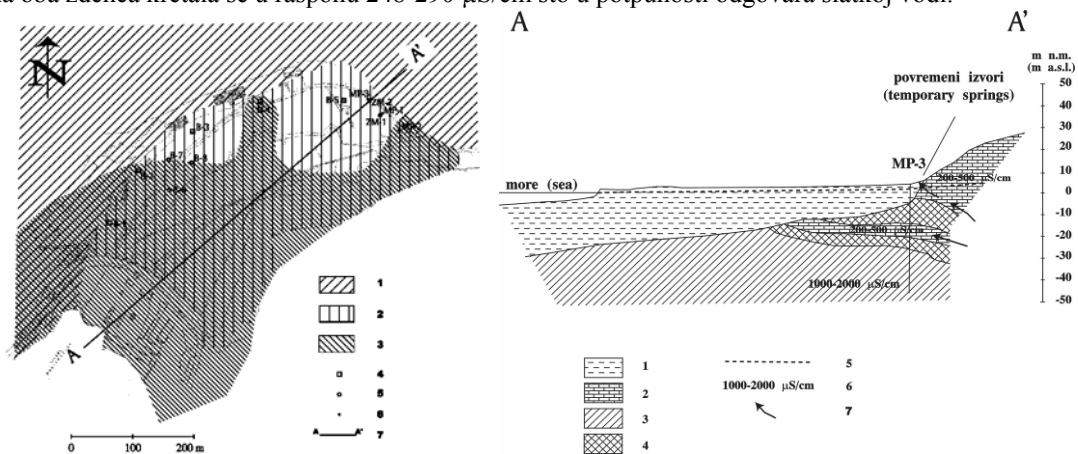
Slični podaci dobiveni su i u sklopu istraživanja prekograničnih vodonosnika Hrvatske i Slovenije između Tršćanskog i Kvarnerskog zaljeva, gdje su izvori Kristal i Admiral bile točke opažanja u mjesečnim intervalima mjerenja u razdoblju 2001.-2003. godine. Maksimalno izmjerena vrijednosti elektrolitičke vodljivosti na Kristalu iznosila je oko 30 mS/cm (Slika 4-12) što je zapravo bočata voda u omjeru *slatka voda:more = 1:1*.

U CPV Rijeka – Bakar nalaze se vrlo veliki i značajni izvori na kojima počiva sustav vodoopskrbe grada Rijeke. To su izvor Rječine, izvor Zvir, kaptazni zahvat Zvir II, Martinšćica, Perilo, Dobra i Dobrica. Od spomenutih povremeno povišenje saliniteta zabilježeno je na pojedinim zdencima na crpilištu Martinšćica, kaptazi Perilo u Bakru i izvoru Dobrica u Bakarskom zaljevu.



Slika 4-12. Elektrolitička vodljivost ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) na izvorima u intervalu 2001.-2003. (BIONDIĆ, R., 2004)

Na crpilištu Martinšćica koje sastoji od 10-tak zdenaca povremeno zaslanjenje registrirano je na zdencima B-1 i B-2 koji se nalaze najbliže moru, na zdencu B-4 i na bušenom zdencu B-6 (Slika 4-13). Na pojedinim zdencima povremeno dolazi do povećanog bakteriološkog sadržaja što je bio razlog pokretanja hidrogeoloških istraživanja za određivanje lokacija novih zdenaca izvan utjecaja mora i povremenog bakteriološkog onečišćenja. U dnu uvale izvedeni su tijekom 1999. godine zdenci MB-1 i MB-2 (BIONDIĆ, R. et al., 2000), na kojima je tijekom 2004. godine rađeno probno crpljenje. Određen je kapacitet od 50 l/s na MB-1, dok je MB-2 pokazivao bolje rezultate i crpne količine mogu i prelaziti 50 l/s. Elektrolitička vodljivost crpljene vode na oba zdence kretala se u rasponu 248-290  $\mu\text{S}/\text{cm}$  što u potpunosti odgovara slatkoj vodi.



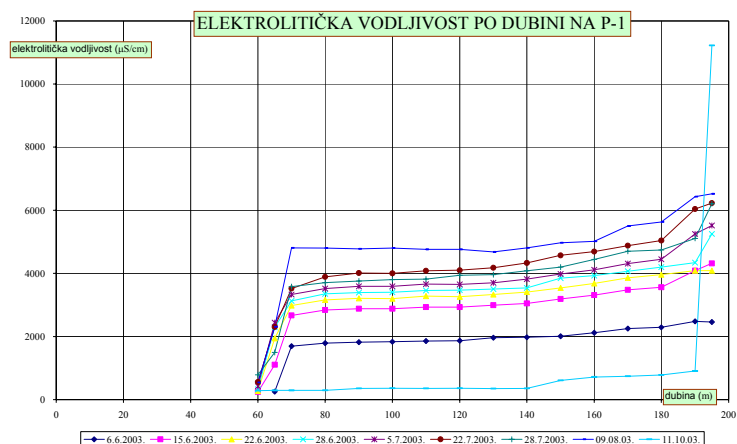
Slika 4-13. Odnos slane i slatke vode u području crpilišta Martinšćica (preuzeto iz BIONDIĆ et al, 2000)

KARTA: 1. okršene karbonatne stijene kredne starosti; 2. klastične naslage kvartarne starosti; 3. dio vodonosnika pod povremenim utjecajem mora; 4. kopani zdenac; 5. bušeni zdenac; 6. piezometarska bušotina; 7. presjek A-A'.

PROFIL: 1. naslage kvartarne starosti; 2. dobro vodopropusne kavernozni vapnenci; 3. srednje vodopropusni vapnenci; 4. slabo vodopropusni dolomiti; 5. razina podzemne vode; 6. elektrolitička vodljivost; 7. smjer tečenja podzemne vode.

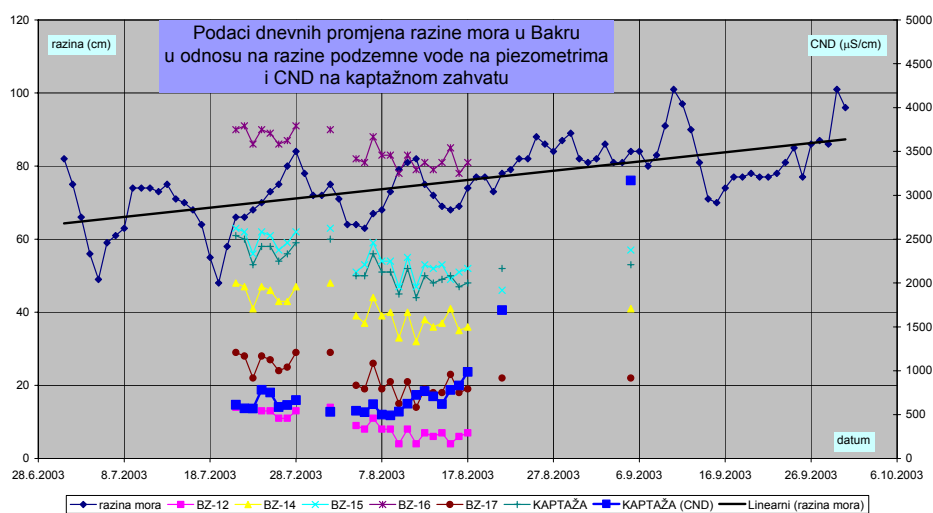
Crpilište Perilo u gradu Baku tijekom ljetnih razdoblja ima problema sa povišenjem saliniteta i tada se crpilište isključuje iz vodoopskrbe do potpunog oslađenja. Zbog tih su razloga tijekom 2003. godine pokrenuta hidrogeološka istraživanja za kontrolu odnosa slatke i slane vode (BIONDIĆ, B., 2004). Pokraj same kaptažne galerije izvedena je bušotina dubine 201 m u kojoj je mjerena elektrolitička vodljivost i temperatura po dubini. Proljeće i ljeto 2003. godina bilo je izrazito sušno, pa je sloj potpuno slatke vode u zoni kaptažnog zahvata bio svega 10 - 15 metara, a ispod tog slatkovodnog sloja je bila vrlo široka zona miješanja slatke i slane vode, koja je bila daleko od saliniteta mora, ali već izvan standarda za pitku vodu. U to je vrijeme kaptažni zahvat crpljen s oko 50 l/s, a prirodni izvori Jaz i Perilo su bili potpuno slatki (371  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Mjerenja u bušotini (Slika 4-14) su

pokazala da se je salinitet zone miješanja postepeno povećavao, a sloj slatke vode smanjivao s blagim povećanjem provodljivosti. Svo vrijeme opažanja do 9. kolovoza prirodni izvori Jaz i Perilo su bili niskih vrijednosti električne provodljivosti, a tada je prirodni sustav "pukao" i prirodni izvori su zaslanili uz znatne poraste električne provodljivosti u zoni miješanja, pa čak i u dijelu slatkovodnog sloja uz kaptažni zahvat. Saliniteti izvora su sve do polovice mjeseca rujna bili visoki (7000 – 12000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), a zatim su počele kiše, koje su postepeno oslađivale sustav. Zona miješanja je pritiskom slatke vode potiskivana u dublje podzemlje, pa je 11. listopada slatkovodni sustav dosegao do dubine 140 m, a u zoni postepenog rasta saliniteta nije bilo većih razlika do dubine 190 m. Na dubini većoj od 190 m zabilježena je električna vodljivost od 11.220  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .



Slika 4-14. Opažanje elektrolitičke vodljivosti ma bušotini P-1 na Perilu u Bakru (BIONDIĆ, B., 2004)

Izvor Dobrica zahvaćen je za potrebe riječkog vodoopskrbnog sustava, no tijekom ljetnih razdoblja njegova upotrebljivost za vodoopskrbu pada na svega 15-tak l/s zbog porasta zaslanjenja. Stoga su istraživanja na Dobrici uz kraće prekinde počela još 1997. godine i trajala sve do 2007. godine kada je izveden zdenac u zaleđu izvora uz magistralnu cestu Rijeka – Split. Naime, crpilište se nalazi na samoj morskoj obali, a vodonosnik je otvoren prema utjecaju mora. Na slici 4-15 je prikazan međuodnos promjene razine mora i razina podzemne vode u piezometarskim bušotinama i kaptažnom zahvatu tijekom procesa zaslanjenja u ljetnom razdoblju izrazito sušne 2003. godine. Vidljiv je porast razine mora od mjeseca lipnja do listopada, a ujedno i postepeno snižavanje razina podzemnih voda u vodonosniku. U mjesecu kolovozu dolazi do "sloma" sustava i kaptažni zahvat zaslanjuje. Do trenutka zaslanjenja na kaptažnom zahvatu crpljeno je oko 20 l/s, a nakon zaslanjenja je crpljenje prekinuto do potpunog oslađivanja nakon velikih padalina.

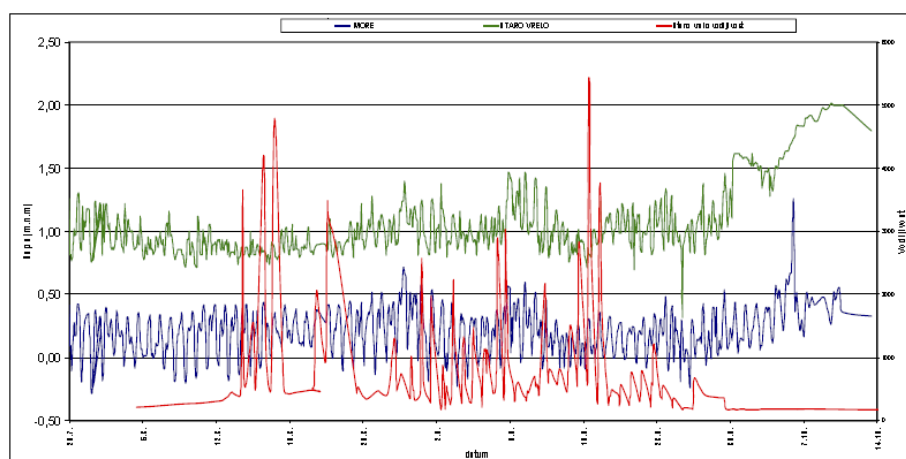


Slika 4-15. Odnos promjena razine mora i razina podzemne vode na piezometrima i kaptaži i vrijednost elektrolitičke vodljivosti na kaptaži (BIONDIĆ, R., 2003)

Za definiranje i praćenje dinamike zaslanjenja izvedeno je nekoliko istražnih bušotina dubina do 150 m, gdje je mjereno ponašanje zone miješanja po dubini vodonosnika. Praćenjem vodonosnika kroz nekoliko sušnih razdoblja i prateći mehanizam zaslanjenja ukazala se je mogućnost izgradnje kaptažnog zahvata u dubljem zaleđu izvorišta, gdje je utjecaj zaslanjenja manji ili ga nema. U tu je svrhu izveden novi zdenac uz magistralnu cestu.

Na sjeveroistočnoj strani Bakarskog zaljeva nalazi se izvorište Žminjca, koje nije zahvaćeno za vodoopskrbu, ali je takovih planova bilo u prošlosti. Naime, izvorište se nalazi na samoj morskoj obali i na njemu istječe bočata voda. Tijekom ljetnih sušnih razdoblja kapacitet se izrazito smanji dok je tijekom kišnog razdoblja izvor vrlo izdašan.

U CPV Lika – Gacka zona utjecaja zaslanjenja priobalnog vodonosnika se prostire na uskoj priobalnoj zoni od Novog Vinodolskog na sjeveru pa sve do Starigrada na jugu. Utjecaj nije ravnomjeran na cijelom području, ali na gotovo svim izvorima zapaža se povremeni ili stalni, veći ili manji utjecaj povišenja saliniteta izvorske vode posebice tijekom ljetnih sušnih razdoblja. Najveći izvor na cijelom području je Novljanska Žrnovnica kod Novog Vinodolskog zahvaćen za vodoopskrbu Crikveničko-novljanske rivijere.



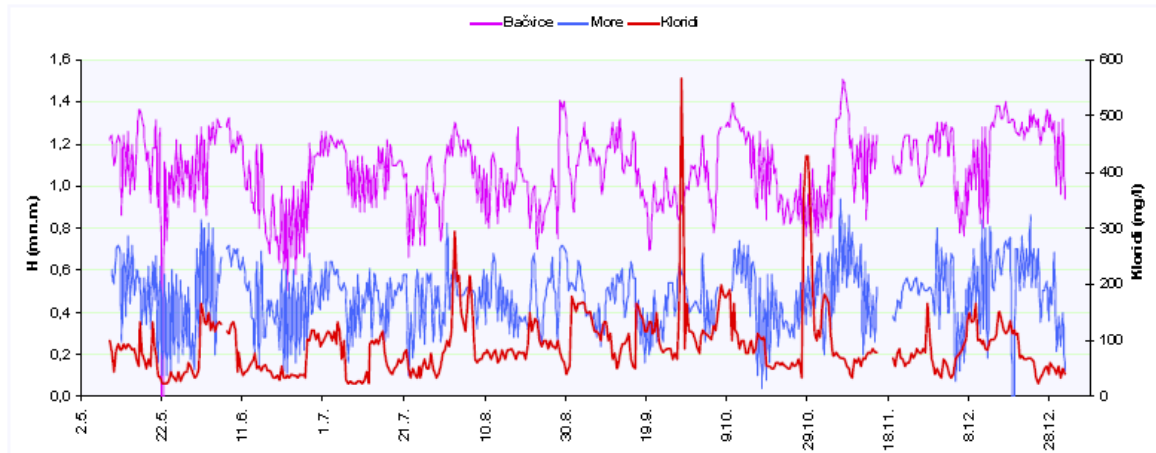
Slika 4-16. Zaslanjenje izvorišta Novljanska Žrnovnica tijekom kolovoza 2003. godine (RUBINIĆ et al., 2007)

Crpilište Novljanska Žrnovnica sastoji se od tri kaptažna zahvata: Stara kaptaža, Nova kaptaža i kaptaža Čardak. Utjecaj zaslanjenja povremeno se pojavljuje na Staroj i Novoj kaptaži, a kaptaža Čardak je hipsometrijski nešto viša i na njoj nema povišenja saliniteta. Povišenje saliniteta se na Staroj i Novoj kaptaži javlja isključivo tijekom izrazito sušnih razdoblja (ne svake godine) kao posljedica precrpljivanja. Posljednja takova pojava zabilježena je 2003. godine, kojom su prilikom u kolovozu rujnu te godine, uz ukupnu izdašnost oko 200 l/s, zabilježene slijedeće maksimalne koncentracije klorida – Stara kaptaža 1.800 mg/l Cl i Nova kaptaža 700 mg/l Cl, dok je istovremeno na kaptaži Čardak registriran sadržaj klorida od svega 25 mg/l (Slika 4-16). Tijekom 2008. i 2009. godine izvedena su istraživanja zaleđa Stare i Nove kaptaže i određeno mjesto izvođenja novog eksploatacijskog zdenca izvan utjecaja zaslanjenja. Nakon izvođenja ovoga zdenca u zoni istjecanja izvora Sušica (povremenog izvora) tijekom ljetnih sušnih razdoblja eksploatacija će se moći "prebaciti" na novoizvedeni zdenac sa Stare i Nove kaptaže i u kombinaciji s kaptažom Čardak osigurati opskrbu dovoljne količine kvalitetne pitke vode za potrebe javne vodoopskrbe.

Od priobalnih izvora južno od Novljanske Žrnovnice potrebno je istaći izvorište Jurjevska Žrnovnica, koje se nalazi nekih desetak kilometara južno od Senja. Radi se o pojavama jakih izvora i velikog broja vrulja. Područje prihranjivanja su ličke rijeke ponornice Lika i Gacka, što je potvrđeno velikim brojem trasiranja podzemnih tokova. Tijekom kišnih razdoblja teško je procijeniti izdašnost izvorišne zone (do 50 m<sup>3</sup>/s), ali tijekom ljetnih sušnih razdoblja sa smanjenjem kapaciteta rastu problemi povišenja saliniteta izvorske vode. Kapacitet padne ispod nekoliko stotina l/s, a kloridi narastu i preko 3.000 mg/l. Na izvorištu nema sustava opažanja.

Od podvelebitskih priobalnih izvora za istaknuti je i izvorište Bačvice, krajem osamdesetih godina prošlog stoljeća kaptirano za potrebe vodoopskrbe otoka Paga, a u koju svrhu je između izvorište i otoka

postavljen i podmorski cjevovod. Izvor ima srednju izdašnost 20-30 l/s, koliko je i crpljeno, ali su se unatoč izvedenoj injekcijskoj zavjesi učestalo javljala zaslanjenja >500 mg/l Cl (Slika 4-17). Izvorište je 1990. godine napušteno.

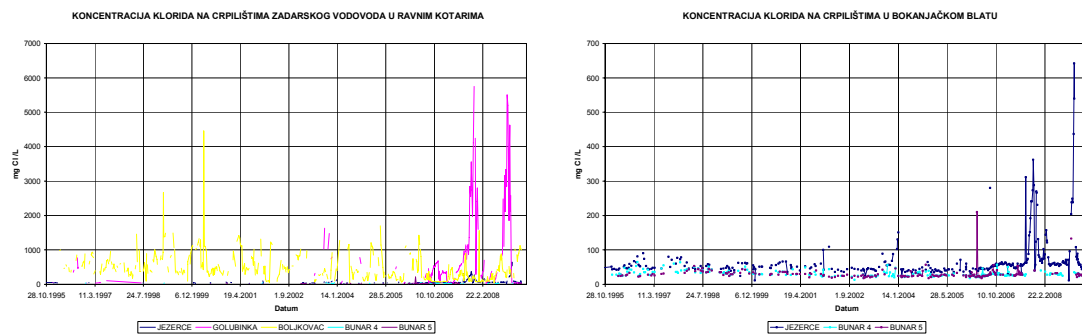


Slika 4-17. Situacija zaslanjenja izvorišta Bačvice tijekom 1989. godine (RUBINIĆ et al., 2007)

U CPV Ravni kotari izdvojene su dvije zone gdje je moguće zaslanjenje priobalnih vodonosnika. Prvo je područje između Bokanjačkog blata i Nina, a drugo od Zadra do područja Vranskog jezera kod Biograda n/m.

Bokanjačko Blato je najveći vodni potencijal neposrednog Zadarskog područja. Do 1981. godine vodozahvati u Bokanjačkom Blatu davali su najveći dio vode za vodoopskrbu grada Zadra. Do 1966. godine na dva glavna bunara crpljeno je oko 100 l/s vode i tada nije bilo problema s prodorom slane vode u zonu crpilišta. Kaptiranjem estavele Jezerce povećana je količina crpljenja iz Bokanjačkog Blata za oko 3 puta i tada je prvi puta zabilježeno ozbiljnije zaslanjenje cijelog sustava (1972). Pokušaj brtvljenja otjecajne drenažne zone prema moru nije uspio. Radi se o daleko preplitkom zahvatu injekcijskom zavjesom.

Na području između Bokanjačkog blata i Ninskog zaljeva nalazi se nekoliko crpilišta koji su u sustavu Zadarskog vodovoda. To su: zdenci Bokanjačkog blata "bunar-4" i "bunar-5", Jezerce, i crpilišta Boljkovac i Golubinka. Na usporednom grafu koncentracije klorida (Slika 4-18) na navedenim crpilištima vidljiv je izraziti utjecaj zaslanjenja na kaptažnom zahvatu Golubinki (5751 mg/l Cl) i nešto slabiji utjecaj na Boljkovcu (4460 mg/l Cl). Također, povremeno su povišeni kloridi i na crpilištu Jezerce u zapadnom dijelu Bokanjačkog blata. Već na zdencima broj 4 i 5 nema toliko izraženog utjecaja zaslanjenja iako su koncentracije klorida i tamo u prosjeku oko 30 mg/l Cl što ukazuje na blagi utjecaj zaslanjenja. Koncentracije klorida na Bokanjcu i Golubinki u direktnoj su vezi s razinom podzemne vode. Smanjenjem razine podzemne vode dolazi do povišenja sadržaja klorida. Može se zaključiti da su vode cijelog tog područja pod jačim ili manjim utjecajem mora, pogotovo ukoliko se nastave negativni trendovi smanjenja dotoka, kao i ukoliko se nastavi s nekontroliranim povećanjem zahvata vode iz podzemlja za navodnjavanje.

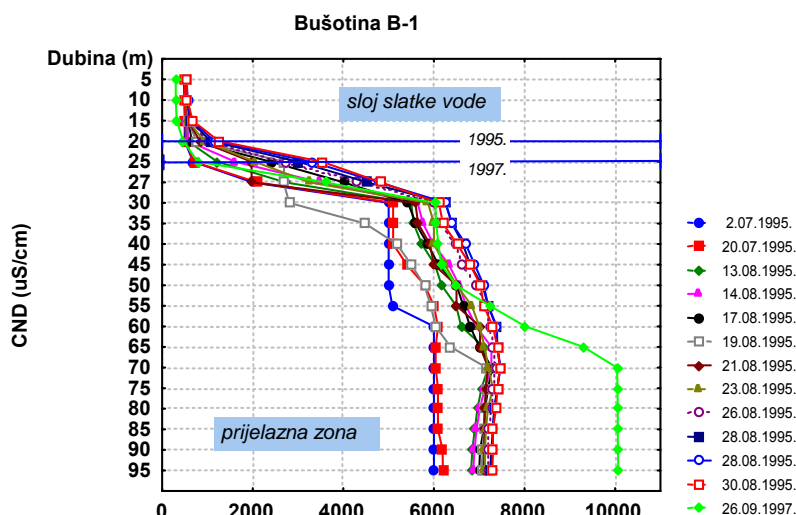


Slika 4-18. Koncentracije klorida na crpilištima Zadarskog vodovoda u Ravnim kotarima

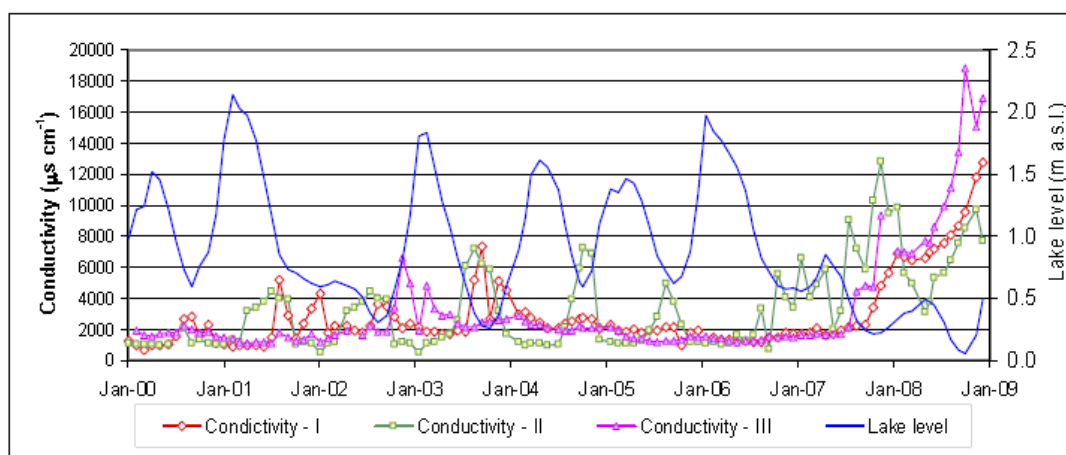
U zaleđu Vranskog jezera kod Biograda n/m nalazi se nekoliko crpilišta javne vodoopskrbe kaptiranih za potrebe grada Biograda i okolnih mjesta i dijela otoka Pašmana i Ugljana. To su: Turanjsko jezero (40 l/s), Kakma (110 l/s), Begovača (15 l/s) i Biba (15 l/s). Crpilište Kutijin stan (20 l/s) zadnjih se godina ne koristi za potrebe javne vodoopskrbe već za potrebe navodnjavanja. Problem zaslanjenja na crpilištima nije izražen kao kod crpilišta Zadarskog vodovoda i crpljenjem navedenih količina vode ne dolazi do povišenja saliniteta crpljene vode. Ipak, neki pokazatelji govore o postojanju zone miješanja slane i slatke vode u krškom podzemlju.

Uz crpilište Kutijin stan izvedene su dvije piezometarske bušotine za kontrolu zaslanjenja. Mjerenjima elektrolitičke vodljivosti po dubini vodonosnika dobivene su ustaljene vrijednosti od oko 1 mS/cm (BK-1), odnosno gotovo ustaljene od oko 1-1,5 mS/cm (BK-2). Dubine bušotina su 100 m i mjerenja na BK-2 pokazuju blagi porast CND-a na dubini od 20-30 m što upozorava na mogućnost povišenja saliniteta prercpljivanjem.

Uz izvor Begovača neposredno uz Vransko jezero mjerenja CND-a po dubini vodonosnika pokazuju položaj zone miješanja na dubini od 20 do 30 m (Slika 4-19) što pokazuje da se približavanjem jezeru pojačava utjecaj mora. Istovremeno na samom crpilištu CND se kretao u rasponu 700 do 800  $\mu\text{S/cm}$  što odgovara slatkoj vodi.



Slika 4-19. Elektrolitička vodljivost po dubini na piezometru B-1 kod Begovače



Slika 4-20. Hod kolebanja razine vode i el. vodljivosti u Vranskom jezeru na mjernim opažajkim postajama (I – ušće kanala Kotarke; II – zapadni rub jezera ispred autokampa; III – jugoistočni dio jezera kod kanala Prosike)

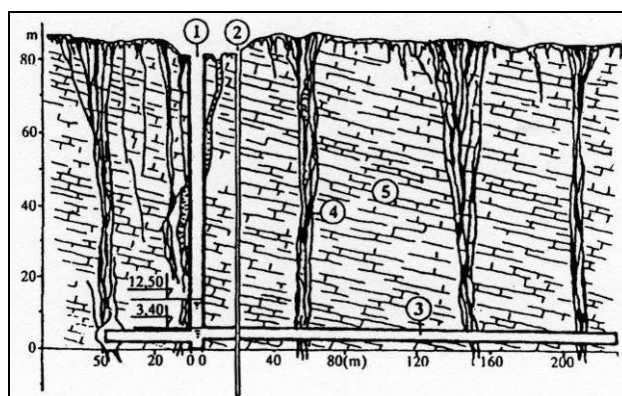
Cijelo Vransko jezero je pod utjecajem zaslanjenja posebice tijekom ljetnih sušnih razdoblja. Bez obzira na malu dubinu jezera (1-5 m) voda je boćata do površine. Razloge treba tražiti u 800 m dugom kanalu Prosika

prokopanom u 18. stoljeću zbog odvodnje i sprječavanje plavljenja polja i naselja, što uzrokuje brzo otjecanje i snižavanje razina podzemnih voda i jezera i ovisno o morskim mijenama i razinama jezera utjecanje morske vode putem estavela u jezero koje na taj način zaslanjenje. Tijekom 2007. i 2008. godine, kao posljedica dugotrajnih sušnih prilika, došlo je do procesa intenzivnog zaslanjivanja jezera (Slika 4-20), a kakav je u sličnim razmjerima zabilježen 1989.-1990. (RUBINIĆ, 2009). Naime, razina vode u jezeru oscilira u vrlo uskom rasponu između 0,03 m n.m. (1990. i 2008.) i 2,24 m n.m. (1974. i 1994.), pa kako je kota dna prokopa na svega 0,43 m n.m., javljaju se i situacije da morska voda za vrijeme plime utječe u jezero kroz kanal Prosiku.

U CPV Krka pod utjecajem zaslanjenja je priobalna zona ušća rijeke Krke, Morinjski zaljev i područje između Prokljanskog jezera i Pirovačkog zaljeva gdje se nalaze crpilišta Kovča (18 l/s) i Jandrići I (25 l/s) i Jandrići II (12 l/s). Prema ŠTAMBUK-GILJANOVIĆ (2005) prosječna koncentracija klorida za razdoblje 1998-2002. na crpilištu Kovča iznosila je 40 mg/l Cl, a na Jandrićima 21,2 mg/l Cl. Koncentracije su daleko ispod MDK vrijednosti za pitke vode, no ukazuju na blagi utjecaj zaslanjenja na kaptažne zahvate. Vode ovih crpilišta se koriste za vodoopskrbu otoka Murtera i dijela naselja na kopnu.

U CPV Cetina dvije su priobalne zone pod utjecajem mora. Prva je na sjeverozapadnoj strani CPV prema slivu Krke. U tom području postoji objekt javne vodoopskrbe Rimski bunar – Gustirna u Marini. Najveći priobalni izvor je Pantan kod Trogira i s njim vezane povremene vrulje u Kaštelanskom zaljevu. Radi se o vrlo kompleksnom odnosu slatke i slane vode.

Rimski bunar je izveden za potrebe vodoopskrbe naselja Marina tijekom sedamdesetih godina prošlog stoljeća. Sastoji se od vertikalnog okna dubine 82 m i dvije horizontalne galerije; zapadne duljine 18 m, te istočne duljine 230 m (Slika 4-21). Dno galerije se nalazi na visinama od 1,5 do 2,5 m n.m. gdje je i RPV na tome području. Izdašnost zahvata je oko 60 l/s, ali tijekom ljetnih sušnih razdoblja izdašnost pada na 15-tak l/s i dolazi do povećanja saliniteta iznad MDK koncentracija za pitke vode (250-300 mg/l Cl).



Slika 4-21. Hidrogeološki profil kroz Rimski bunar (MIJATOVIĆ, 1984)  
1. Vertikalno okno; 2. Piezometer; 3. Galerija; 4. Tektionska zona; 5. Vapnenci

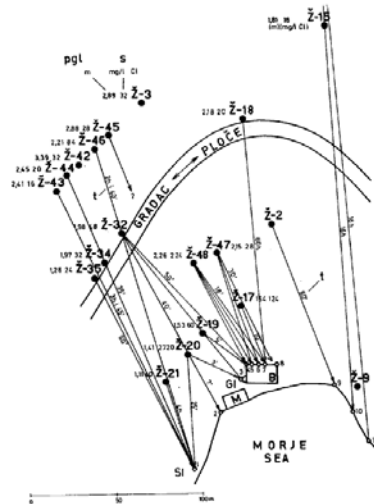
Izvor Pantan je veliki krški izvor kapaciteta u maksimumu do 12 m<sup>3</sup>/s, a tijekom ljetnih sušnih razdoblja oko 600 l/s. Tijekom kišnih razdoblja aktiviraju se i dvije vrulje u Kaštelanskom zaljevu Arbanija i Slatina i vrlo rijetko izvor Slanac koji se nalazi istočno od Pantana. Na izvoru tada istječe slatka voda dok tijekom ljetnih sušnih razdoblja izvor zaslanjuje i kloridi dosežu koncentraciju do 10.600 mg/l Cl (BULJAN, 2004).

Druga zona potencijalnog zaslanjenja je uvala Vrulja kod Donjih Brela i priobalno područje Baške Vode. U uvali Vrulja se nalazi jedna od najvećih vrulja na Jadranu, a sastoji se od dva glavna mjesta izviranja, jedno se nalazi uz samu strmu obalu i aktivno je stalno, a drugo mjesto izviranja je nešto dalje od obale i aktivno je samo u kišnom razdoblju. Na vruljama istječe bočata voda, a koncentracije klorida su 14.500-19.000 mg/l Cl.

U CPV Neretva veliki su problemi s utjecajem mora na slatkovodne sustave. Posebno se to odnosi na deltu rijeke Neretve, gdje je utjecaj mora registriran sve do Metkovića. Razlozi zaslanjenja su kompleksni, prevladavajuće prirodni, a dijelom i inicirani ljudskom djelatnošću u slivovima na lijevoj i desnoj obali rijeke. U delti Neretve je izgrađena mreža piezometara za praćenje kolebanja razina podzemne vode i saliniteta po dubini vodonosnika. Mreža piezometara pokriva područje od ušća Neretve do Metkovića, a rezultati mjerenja pokazuju



zaslanjenu zonu vodonosnika na dubini od oko 2 m u zoni ušća, oko 2,5 m kod Opuzena, a kod Metkovića je dubina do zone miješanja oko 3 m. Uz rub doline Neretve nalazi se veliki krški izvor Prud koji povremeno ima povišene koncentracije klorida, a kao glavni razlog navodi se zaslanjenje koje dolazi rijekom Neretvom. Tome pridonosi i veliki broj prokopanih kanala za navodnjavanje poljoprivrednih površina. Izvor Prud opažačko je mjesto Državne mreže opažanja Hrvatskih voda, ali tijekom razdoblja opažanja nije zabilježeno niti jedno povišenje koncentracije klorida. Prosječna koncentracija iznosila je 29 mg/l Cl, maksimalna 60 mg/l Cl, a minimalna 10 mg/l Cl. Analiza stanja je rađena temeljem 94 analize.



Slika 4-22. Izvor Žrnovica južno od Gradca (KRZNAR et al., 1970)

Kod Gradca se nalazi izvor Žrnovica na kojem su tijekom šezdesetih i sedamdesetih godina prošlog stoljeća bila izvedena brojna istraživanja. U sušnom razdoblju protok je procijenjen na oko 500 l/s, ali se izvor u kišnom razdoblju povećava na 2-3 m<sup>3</sup>/s. Izvor se sastoji od nekoliko točaka istjecanja, a na njima istječe bočata voda. Istraživanja su bila usmjerena na definiranje glavnih "kanala" istjecanja i dizanja razine istjecanja branom i injekcijskom zavjesom. U tu su svrhu izvedene brojne piezometarske bušotine, trasiranja podzemnih tokova i geofizička istraživanja (Slika 4-22). Salinitet izvorske vode varira od 3.000 do 11.000 mg/l Cl.

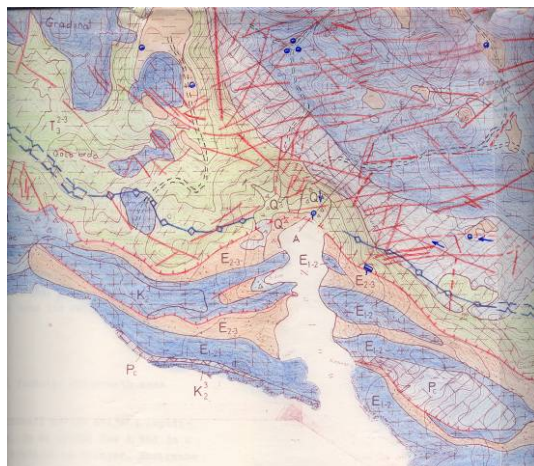
Južno od poluotoka Pelješac zaslanjenje priobalnih vodonosnika je registrirana na tri vodoopskrbna objekta: crpilište Nereze u Slanom, Palata u Zatonu i Robinzon (Duboka Ljuta) kod Plata.

Crpilište Nereze u Slanom sastoji se od dva zdenca udaljenih oko 1 km od obale unutar vodonepropusnih naslaga fliša koje se kao tektonsko okno pojavljuju unutar karbonatnog okružja. Tijekom ljetnih sušnih razdoblja salinitet crpljene vode poraste do 700 mg/L Cl (BULJAN & RENIC, 2000), a jedan od razloga je i sve veći kapacitet crpljenja zbog rastućih potreba za pitkom vodom. Osim tijekom ljetnih sušnih razdoblja, povećanje saliniteta događa se i nakon jakih kiša koje svojom turbulencijom "prošire" zonu miješanja slane i slatke vode, no nakon takovih događaja sustav se brzo stabilizira.

Izvorište Palata u Malom Zatonu je izgrađeno na rasjednom kontaktu okršenog karbonatnog masiva i vodonepropusnog fliša (Slika 4-23). Podzemni tokovi su koncentrirano usmjereni prema centralnom izvorištu (crpilište pitke vode), s manjim bočnim dreniranjima prema malim povremenim i stalnim vodnim pojavama u široj izvorišnoj zoni. Izvor je kaptiran za potrebe javne vodoopskrbe Zaton – Orašac – Elafiti. U ljetnim sušnim razdobljima registrirana su blaga zaslanjenja.

Crpilište Duboka Ljuta (Robinzon) jedan je od značajnijih izvora Dubrovačkog primorja. Nalazi se između Dubrovnika i Cavtata, oko tri kilometara sjeverno od Cavtata, a zahvaćen je za potrebe javne vodoopskrbe Cavtata i okolnih naselja. Sam zahvat je sedamdesetak metara udaljen od morske obale, kapaciteta je od 165 l/s (u minimumu) do 2 m<sup>3</sup>/s (u maksimumu). Pojavljuje se na kontaktu dobro vodopropusnih karbonatnih stijena i nepropusnih fliških naslaga. U zoni istjecanja izvedene su 4 piezometarske bušotine dubine do 100 m na kojima se pratilo ponašanje vodonosnika po dubini u uvjetima crpljenja. Izvor ne zaslanjuje, ali je u

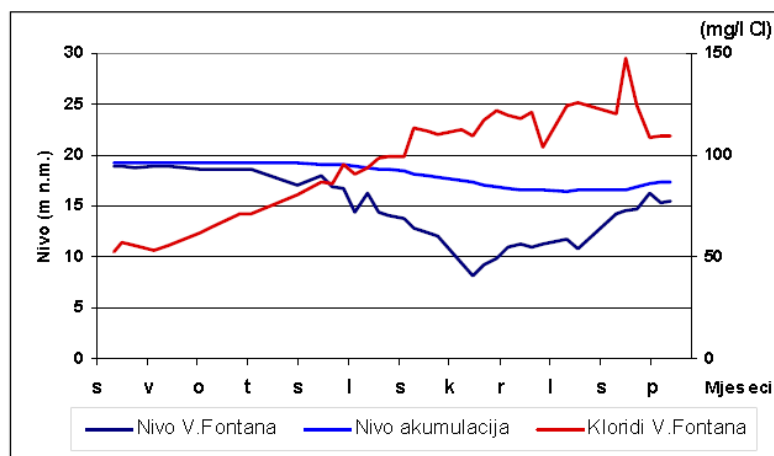
piezometarskim bušotinama detektirana i praćena zona miješanja slane i slatke vode na dubini od 60 do 85 m (BULJAN et al., 2006).



Slika 4-23. Isječak iz hidrogeološke karte područja Zatona

Na procese zaslanjenja posebno su osjetljivi otočki krški vodonosnici. Na otoku Cresu je najpoznatiji otočki vodni resurs Vransko jezero s oko 220 mil. m<sup>3</sup> vode, koja mada je jezero kriptodepresija s kotom dna na - 61,3 m n.m. ispod razine mora, uspijeva održati ravnotežu s kojom se sprječava prodor mora u jezerski sustav. Puno je uobičajenija situacija da su otočki vodonosnici otvoreniji i da imaju znatno manje vodne zalihe, te su stoga podložniji procesima zaslanjivanja. Tako se čak i u središnjem dijelu otoka Krka, gdje je izvedena akumulacija Ponikve kojom se usporava otjecanje voda u prirodnoj depresiji udaljenoj oko 5 km od mora, na vodozahvatu Vela Fontana, koji se nalazi neposredno uz spomenutu akumulaciju, osjeća utjecaj zaslanjenja. To je bilo posebno izraženo izrazito sušne 2003. godine (Slika 4-24). Isto tako, povećanje zaslanjenja zapaža se i na više bušotina lociranih u okruženju jezera (RUBINIĆ, 2005). Kod manjih otoka problemi zaslanjivanja vodnih resursa koji se koriste za vodoopskrbu su još više izraženi. Ima i primjera gdje se na nekim otocima zahvaćaju i ograničeno koriste i vode povećanih saliniteta (bunar u Kolanu, otok Pag) ili se na nekim otocima zahvaćaju bočate vode, koje se nakon desalinizacije koriste za javnu vodoopskrbu (Lastovo, Mljet).

Povremena zaslanjenja priobalnih vodonosnika značajan je problem u organizaciji javne vodoopskrbe u priobalnom području u Hrvatskoj. Tijekom ljetnih sušnih razdoblja dolazi do poklapanja dva faktora: smanjuju se dotoci podzemne vode na izvorišta i povećava se potrošnja pitke vode zbog turizma. Tada na izvorima istječu minimalne količine, a na brojnim crpilištima dodatni ograničavajući faktor je i prijeteeće zaslanjenje. Razvojni planovi priobalnih područja u Hrvatskoj predviđaju dodatno povećanje potreba za pitkom vodom, a predviđanja su i podvostručenje broja stanovnika u priobalnim zonama što će stvoriti dodatne probleme.



Slika 4-24. Usporedni prikaz kolebanja razine vode u akumulaciji i Veloj Fontani i sadržaj klorida tijekom 2003. godine (RUBINIĆ, 2005)

U Hrvatskoj ne postoji sustavno praćenje problema zaslanjenja, već se kakvoća pitke vode prati u Zavodima za javno zdravstvo i laboratorijima samih vodovoda kroz kakvoću crpljene vode samo na crpilištima koja imaju povremenih problema sa zaslanjenjem. Zaslanjenje priobalnih vodonosnika izuzetno je složen proces i opažanja takovog tipa ne mogu pokazati trendove smanjenja i povećanja utjecaja zaslanjenja već eventualno "uhvatiti" sama zaslanjenja. Za definiranje svakog zasebnog procesa zaslanjenja potrebno je "ući" u duboke dijelove vodonosnika piezometarskim bušotinama i na njima postaviti stalni sustav opažanja elektrolitičke vodljivosti koja je dobar "marker" povišenja saliniteta i to na referentnim dubinama za pojedini vodonosnik koje pokazu detaljna istraživanja.

## 4.4. Podloge, nedostatni podaci i metodologija provedenih hidroloških obrada

### 4.4.1. Raspoložive podloge

Osnovnu podlogu za provedbu obrada količinskog stanja voda na krškom području Hrvatske činila je raspoloživa recentna dokumentacija hidrološke tematike napravljena za Hrvatske vode tijekom posljednjih 7-8 godina, tj. tijekom i nakon provedenih aktivnosti na izradi Strategije upravljanja vodama, usvojenoj 2008.g., ali čija je izrada započela počev od 2000.g. Radi se o slijedećim studijama:

- Studija malih voda sliva Save (Hrvatske vode, VGO Sava, 2005), u kojoj je analizirana i hidrološka problematika dijelova sliva Save i njenih pritoka koji se nalaze na krškom dijelu Hrvatske, području krša a se su obrađena koje su za područje VGO Zagreb,
- Studija Vodni resursi i značajke kopnenih voda Istre u sušnim razdobljima – hidrološka studija (Građevinski fakultet Rijeka, 2005),
- Niz od pet studija koje je izradio Institut za elektroprivredu i energetiku (2005-2007) kojom je provedena hidrološka obrada malih voda obrađena na slivu Zrmanje i Ličkom platou (2005), Ravnih kotara i Vranskog jezera s priobalnim područjem (2007), Krke s priobalnim područjem (2007), Cetine, Jadra i Žrnovnice (2007), Sliva Neretve sa slivnim područjem Bačinskih jezera i Imotskog polja (2007) te Sliva Dubrovačkog primorja (2007),
- Studija Prostorna sistematizacija hidrografskih podataka za vodno područje dalmatinskih slivova (Vodotok, 2008) u kojoj je provedena i hidrološka analiza vodne bilance pojedinih izdvojenih cjelina,
- Hidrogeološki objekti zapadne i južne Istre – Elaborat praćenja razina podzemnih voda na području Zapadne i južne Istre u period 1996.-2002.g. (Geo-eko, 2009), kao i niz parcijalnih godišnjih izvještaja o promatranjima razina podzemnih voda na tom prostoru, dokumentiranih od strane neposrednog izvršitelja tih opažanja Geo-5 iz Rovinja (1995-2003).

Korištene su i neke početkom 2000.-tih izrađene studije, prije svega vezane uz izradu Vodnogospodarske osnove Hrvatske / Strategije upravljanja vodama, i to:

- Studija Vodnogospodarska osnova Hrvatske – Hidrologija – Sliv Save (Hrvatske vode VGO Zagreb, 2001),
- Studija Vodnogospodarska osnova Hrvatske – Hidrološka studija za vodno područje primorsko-istarskih slivova (Hrvatske vode VGO Rijeka, Institut za elektroprivredu i energetiku, 2002),
- Studija Vodnogospodarska osnova Hrvatske – Hidrološka studija za vodno područje dalmatinskih slivova (Hrvatske vode VGO Split, Institut za elektroprivredu i energetiku, 2002),
- Studija Bilanca voda Hrvatske - prva faza na razini prosječnih tridesetogodišnjih vrijednosti u razdoblju 1961.-90. (Građevinski fakultet Sveučilišta u Splitu, 2002),
- a korišten je i niz drugih ovdje posebno ne istaknutih dokumenata i publiciranih radova, posebno recentnih županijskih planova za navodnjavanje i vodoopskrbnih planova.

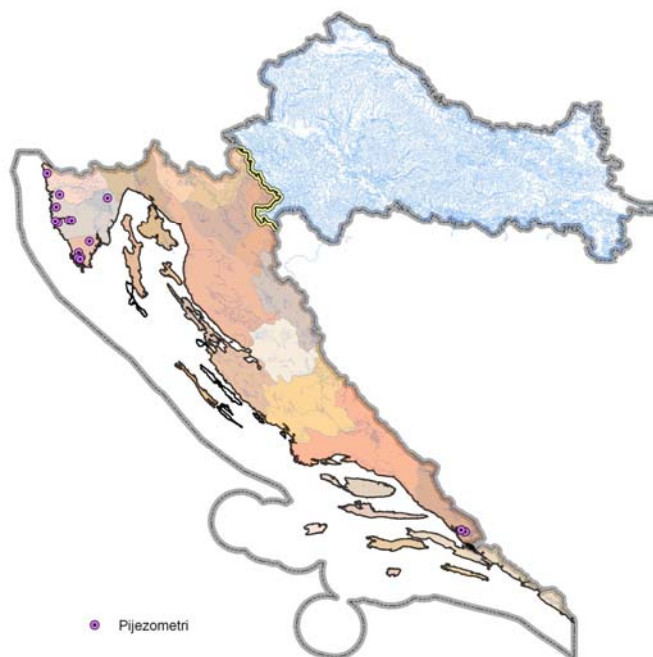
Korišteni su i numerički podaci slijedećih osmatranja:

- Razine podzemnih voda - samo na dijelu područja Istre (1995.-02.) i ušća rijeke Neretve (2003.- 07.) – čiji je položaj dan na Slici 4.
- Hidrološki podaci s postaja na važnijim izvorima i vodotocima (1961.-2007.) - 45 odabranih (Slika 4-26)

- Podaci s klimatoloških postaja (1961.-90.; 1961.-2007.) – 24 odabrane – Slika 6)
- Podaci o crpljenim količinama voda za potrebe vodoopskrbe, a dijelom i tehnoloških voda (2000.-2007.; dijelom 2008.)

Pri obradama korišten referentni klimatološki niz 1961.-90. te razdoblje 2000.-07. Pri tako raspoloživim duljim višegodišnjim nizovima opažanja u provedenim analizama su osim kalendarskih, pri pojedinim sagledavanjima korištene i hidrološke godine (X-IX mjesec) radi smanjenja utjecaja oborinskih prilika palih potkraj kalendarske godine na vodnu bilancu slijedeće godine.

Među osnovnim korištenim podlogama su i digitalne karte izoterma (Slika 4-28) i izohijeta (Slika 4-29) za referentno razdoblje 1961.-90., napravljene 2000.g. od strane DHMZ-a i kasnije (2009) dopunjene (Perčec-Tadić, 2009). Iz danih se prikaza ujedno vide i osnovne značajke prostorne raspodjele sr.god. temperatura zraka i oborna u Hrvatskoj, a posebice na njezinom krškom području gdje je i njihova prostorna izdiferenciranost najizraženija.

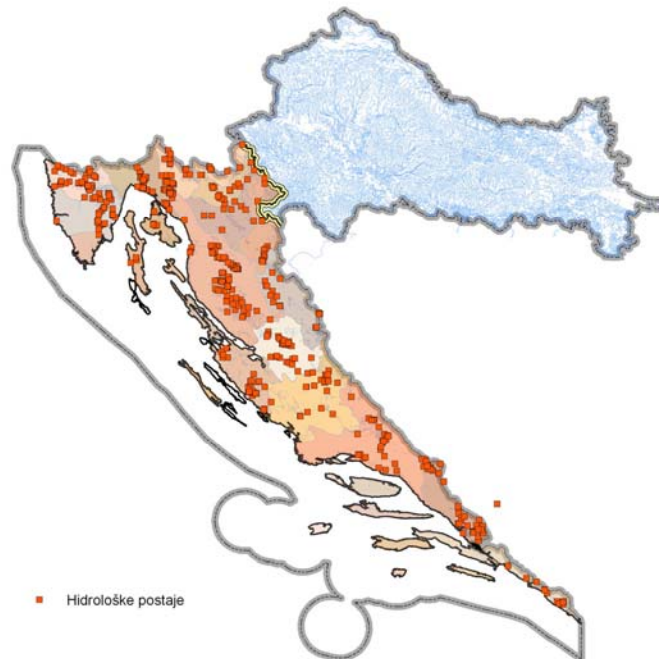


Slika 4-25. Lokacije osmatranja razina podzemnih voda u krškom području Hrvatske

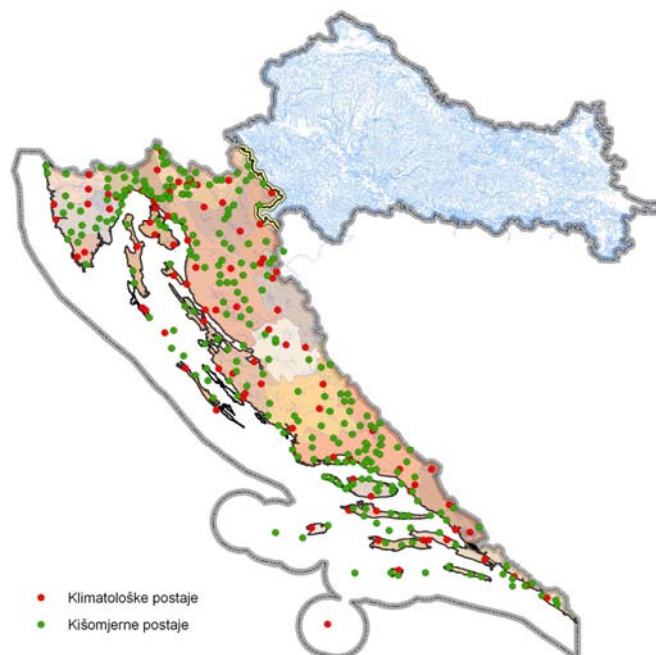
Vežano uz raspoložive podloge, za istaći je i njihovu nedostatnost u pojedinim segmentima. Prije svega se to odnosi na razine podzemnih voda, koje su na području krša Hrvatske vjerojatno jedan od parametara za koji ima najmanje egzaktnih podataka, pa se podaci o razinama podzemnih voda temelje na ekspertnim procjenama i iskustvima istraživača tamo gdje nema piezometarskih bušotina. Razlozi tomu su velike nadmorske visine već u neposrednom zaleđu obalnog područja (visoka planinska područja), kao i dosadašnja orijentacija na praćenje i zahvate podzemnih voda na mjestima njihova prirodna istjecanja.

Podaci o crpljenjima podzemnih voda u bazi podataka su prilično heterogeni, i na većem dijelu analiziranog područja tek počev od 2008.g. koncipirani na način da se prate mjesečne količine crpljenja sa svakoga od vodozahvata. Potrebno je realizirati taj koncept na svim zahvaćenim izvorištima, kao i formirati jedinstvenu bazu unutar Hrvatskih voda sa podacima s još većom razinom detaljnosti - dnevnim količinama crpljenja po pojedinim izvorištima za svaki pojedini vodovod, kao i podacima o hidrološkom stanju na tim izvorištima tijekom cjelokupnog razdoblja njihova korištenja (razine vode, preljevne protoke, ukupne izdašnosti). U taj sustav nužno je uključiti i organizirane korisnike vode za navodnjavanje, kako sadašnje tako i buduće, posebno iz razloga što se procjenjuje da bi razvojem navodnjavanja mogli porasti i ukupni količinski pritisci na vodne resurse.

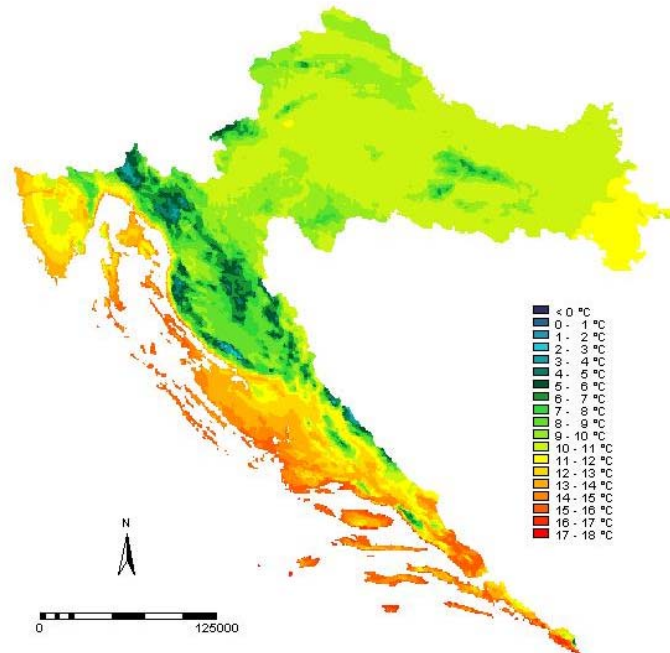
Na analiziranom području nije utvrđen problem precrcpljivanja vodonosnika u smislu trajnijih posljedica na režim kolebanja podzemnih voda. Koriste se uglavnom preljevne podzemne vode koje slobodno istječu na krškim izvorištima vodoopskrbe. No, zato je na nekim lokalitetima evidentno prisustvo obrnutog problema - utjecaj korištenja podzemnih voda na vodni režim površinskih vodotoka nizvodnijeg dijela toka ukoliko zahvaćena izvorišta vode prihranjuju vodotok. Razlog tomu je nepostojanje propisanih vrijednosti ekološki prihvatljivog protoka. Stoga bi bilo nužno da se provedu definiranja i toga parametra na kritičnim vodotocima gdje zahvaćene vode formiraju površinska otjecanja, kao i definiraju upravljačka ili strukturalna rješenja za njegovo osiguranje ili nadoknadu.



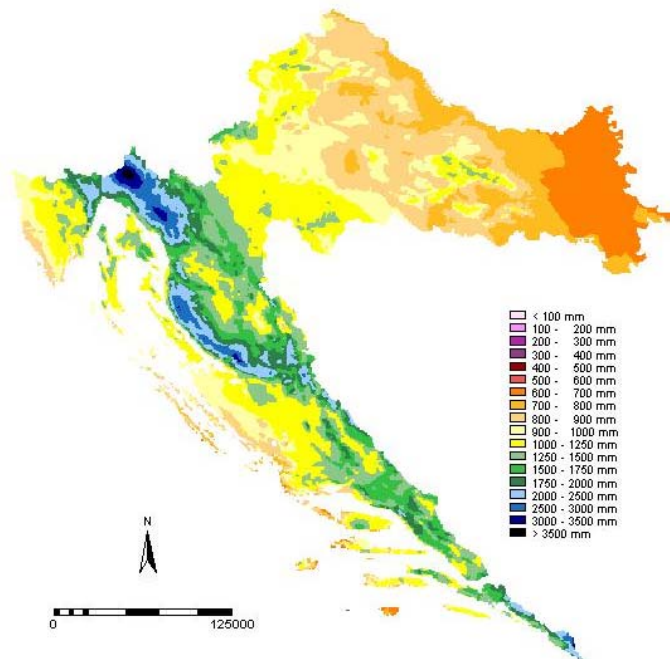
Slika 4-26. Mreža hidrološkog monitoringa na krškom području Hrvatske



Slika 4-27. Mreža klimatoloških i oborinskih postaja na krškom području Hrvatske



Slika 4-28. Karta izoterma srednjih godišnjih temperatura zraka (1961.-90.) – (DHMZ, 2002)



Slika 4-29. Karta izohijeta srednjih godišnjih oborina (1961.-90.) – (DHMZ, 2002)

#### 4.4.2. Metodologija provedenih obrada

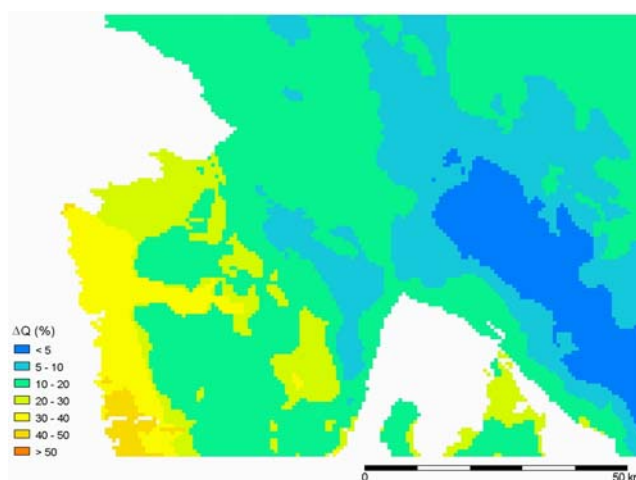
Cilj provedenih obrada u danom dokumentu bio je utvrditi kakvo je količinsko stanje CPV respektirajući raspoložive podloge na analiziranom prostoru. Pri tome su analizirani slijedeći segmenti:

- Kolike su globalni vodni potencijali po CPV za referentni 30-godišnji niz (1961.-90.), kao i za promatrano recentno referentno razdoblje (2000.-2007)., a za neke elemente i samo 2008. kao jedino godinu za koje su osigurane raspoložive informacije)
- Kolika su recentna globalna korištenja voda (vodoopskrba, industrija, poljoprivreda, energetika) po pojedinom izvorištu-vodnom resursu za analizirano recentno razdoblje (2000.-2007)., pri čemu valja napomenuti da su za neke lokalitete i vidove korištenja takvi kvantificirani podaci bili raspoloživi samo 2008., ili su pak bili nedostadni pa su procijenjeni na osnovu nekih drugih pokazatelja.
- Koliki su minimalne bilance voda, pri čemu je kao kritično razdoblje obuhvaćen mjesec u kome su zabilježene najmanje srednje mjesečne protoke.
- Kakvi su trendovi hoda oborina, vodostaja i protoka kao mjerila dinamike promjene hidroloških prilika tijekom analiziranog razdoblja.

Tim je ciljevima i raspoloživim podlogama prilagođena i primijenjena metodologija.

**Bilančne procjene** prosječne bilance CPV provedene su u kombinaciji procjene bilančnog doprinosa slivova na temelju mjenjenih nizova hidroloških podataka za dijelove sliva pojedinih CPV koji su pokriveni dugogodišnjim hidrološkim praćenjima, te njihove dopune bilančnim procjena temeljenim na klimatološkim podlogama i/ili hidrološkim analogijama za dijelove sliva na kojima nisu bili na raspolaganju takvi podaci, ili su ti podaci bili nedostadni ili nepouzdana.

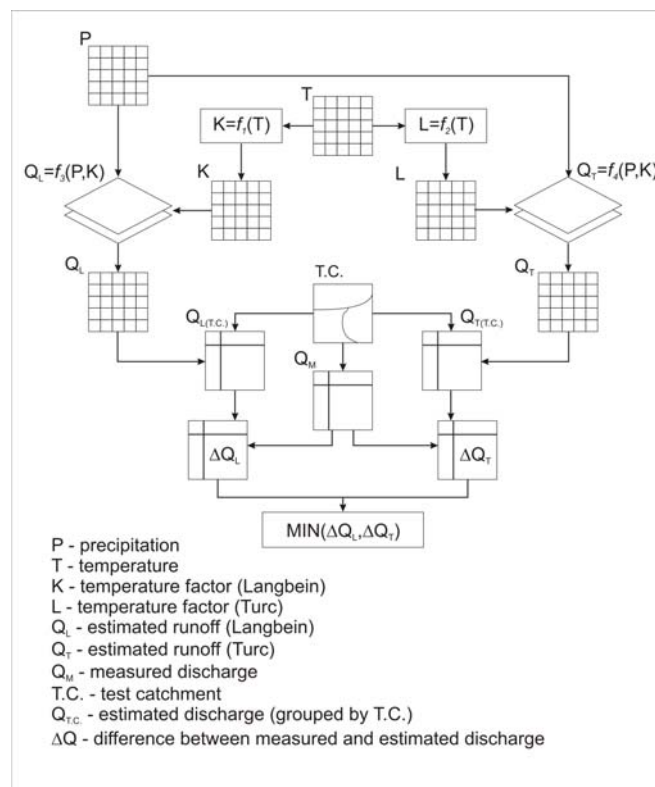
Procjene vodne bilance temeljene na klimatološkim podlogama provedene su s digitalnim kartama prostornog rasporeda srednjih godišnjih oborina i temperature za referentni 30-godišnji niz – klimatološku normalu 1961.-1990., izrađene od strane Državnog hidrometeorološkog zavoda (2008). Pri tome je primijenjena metoda geostatističkog „regresijskog kriginga”, s prostornom rezolucijom od 1 km, te koristeći kao pomoćne prediktore digitalni model reljefa (DMR – s varijablama nadmorske visine, geografskog položaja i otežane udaljenosti od Jadranskog mora) i globalnu kartu zemljišnog pokrova (CLC, 2000) s izdvojenih osam kategorija pokrovnosti. Kao glavni ulazni podaci korištene su podloge s 30-godišnjim nizovima podataka o temperaturama s klimatoloških postaja na području Hrvatske (152 postaje), kao i oborinskih postaja (567 postaja), a za bolje prostorno pokrivanje rubnih područja korišteni su i podaci s još 85 postaja sa područja susjednih država (Perčec Tadić, 2008). Rezultirajuća karta prostornog rasporeda srednjih godišnjih temperatura s izdvojenim izolinijama dana je na [Slici 4-28](#), a srednjih godišnjih oborina na [Slici 4-29](#).



Slika 4-30. Prikaz razlika u rezultatima procjene vodene bilance po modelima Langbeina i Turca za razdoblje obrade 1961.-90. na SZ dijelu analiziranog područja

Na temelju digitalnih karata prostornog rasporeda temperatura zraka i oborina (s rasterom 1 x 1 km), provedene su procjene srednjih godišnjih protoka produciranih na analiziranom prostoru Hrvatske prema na krškom prostoru Hrvatske regionalno najčešće upotrebljavanim modelima Turca (1954) i Langbeina (1962), te provedena testiranja rezultata tih modeliranja s mjenim hidrološkim podacima na nekolicini testnih slivova za koje su definirane i njihove slivne površine. Spomenute su modeli modificirani i prilagođena za rad u GIS okruženju (Horvat i Rubinić, 2006). Prikaz razlika u rezultatima dan je na **Slici 4-30**, iz koje je vidljivo da su one relativno najveće na užem priobalnom području gdje su i temperature najveće.

Kao mjerodavni, na temelju provedenih testiranja odstupanja rezultata obrada na temelju mjenim i modelom proračunatih podataka (Horvat i Rubinić, 2006), usvojeni su rezultati modeliranja po Langbeinu. Procedura provedenog proračuna prosječne bilance voda za dijelove slivova bez primjenjenih hidroloških podataka, te je stoga korišten dani model, prikazana je na **Slici 4-31**.



Slika 4-31. Procjena prostorne raspodjele vodne bilance srednjih mjesečnih protoka na osnovi modelske analize raspodjele klimatoloških parametara – srednjih godišnjih temperatura i oborina (Horvat i Rubinić, 2007)

Procjena godišnje vodne bilance za analizirano razdoblje 2000.-2007. provedena je na temelju analize regresijskih zavisnosti, temeljene na odabranim referentnim hidrološkim postajama.

Prilikom provedenih obrada analizirane su i vjerojatnosti pojave srednjih godišnjih protoka, kao i srednjih mjesečnih protoka tijekom kritičnog mjeseca (kolovoza) u kome je potrošnja vode najveća. Pri tome su korištene standardne probabilističke funkcije raspodjele (Gambel, Galton, Pearson-3 i Log-Pearson 3, GEV, Gama2), a odabir mjerodavnih rezultata proveden je na osnovu testiranja dobrote prilagođavanja spomenutih funkcija empirijskim frekvencijama. Pri tome su korišteni testovi  $\chi^2$ , te SK-test (test Smirnov-Kolmogorova).

Pri prikazivanju međuodnosa pojedinih mjenim klimatoloških i hidroloških veličina, korišteni su uobičajeni parametri deskriptivne statistike – srednje vrijednosti i njihove standardne devijacije ( $\sigma$ ) te koeficijent varijacije ( $C_v$ ), kao i maksimalne i minimalne opažane vrijednosti u tom nizu.

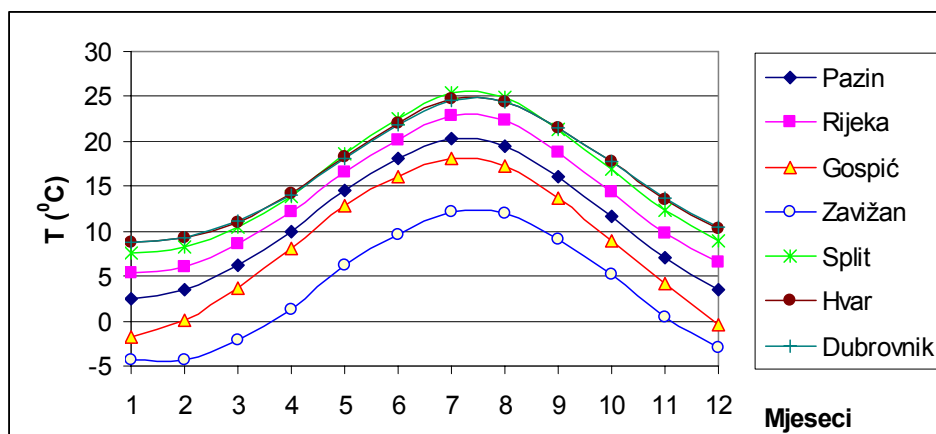


Pri analizama vremenskih serija analiziranih nizova podataka, provedene su i analize njihova hoda te trenda, pri čemu su korišteni linearni trendovi, s karakterističnim pokazateljem – koeficijentom nagiba toga trenda.

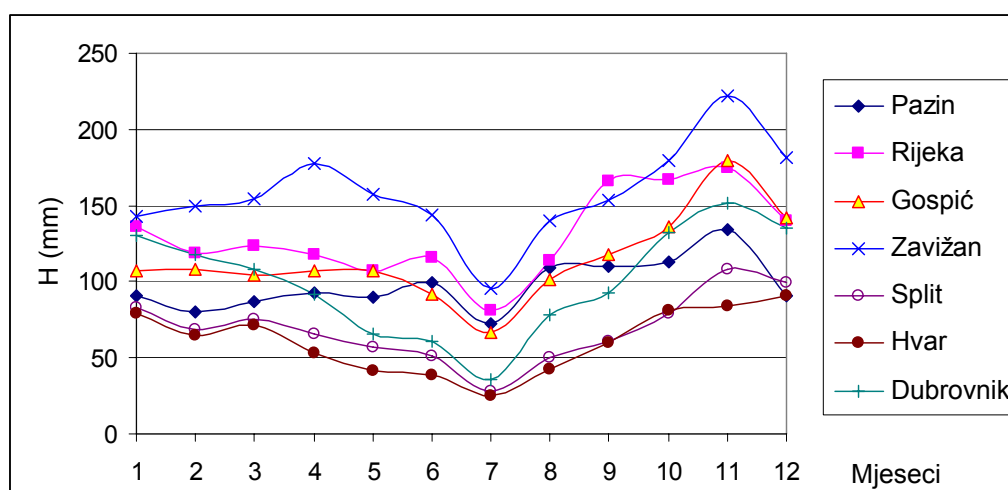
Radi primjerenijeg uspoređivanja vremenskih serija različitih klimatoloških i hidroloških parametara, kao i istoimenih parametara ali različitih raspona njihovih vrijednosti, pri pojedinim su analizama korištene njihove modularne vrijednosti.

## 4.5. Analiza podataka o temperaturama zraka i oborinama

Režim kolebanja temperatura i oborina neposredno utječe na režim otjecanja, a geološka podloga uvjetuje u kojoj će se mjeri to otjecanje provoditi površinskim ili podzemnim drenažnim pravcima. Prostorna raspodjela temp. zraka i oborina na području Hrvatske za referentno 30-godišnje razdoblje (1961.-90.) dana je na [Slikama 4-28 i 4-32.](#), dok je za odabrane postaje unutargodišnja raspodjela srednjih mjesečnih temperatura dana u vidu grafičkog prikaza na [Slici 4-32](#), a srednjih godišnjih oborina na [Slici 4-33](#). Iz prikazanih je grafikona vidljiv naglašeni sezonski karakter pojava temperatura i oborina – kod svih analiziranih postaja najmanje oborina u prosjeku ima tijekom srpnja, kada su i temperature najveće.



Slika 4-32. Prikaz srednjih mjesečnih temperatura zraka (1961.-90.)



Slika 4-33. Prikaz srednjih mjesečnih oborina (1961.-90.)

Prilikom usporedbe podataka iz razdoblja 2000.-2007. s podacima iz 30-godišnjeg referentnog razdoblja ([Tablica 4-2](#)), utvrđeno je da je analizirano recentno razdoblje imalo značajnije više srednje godišnje temperature

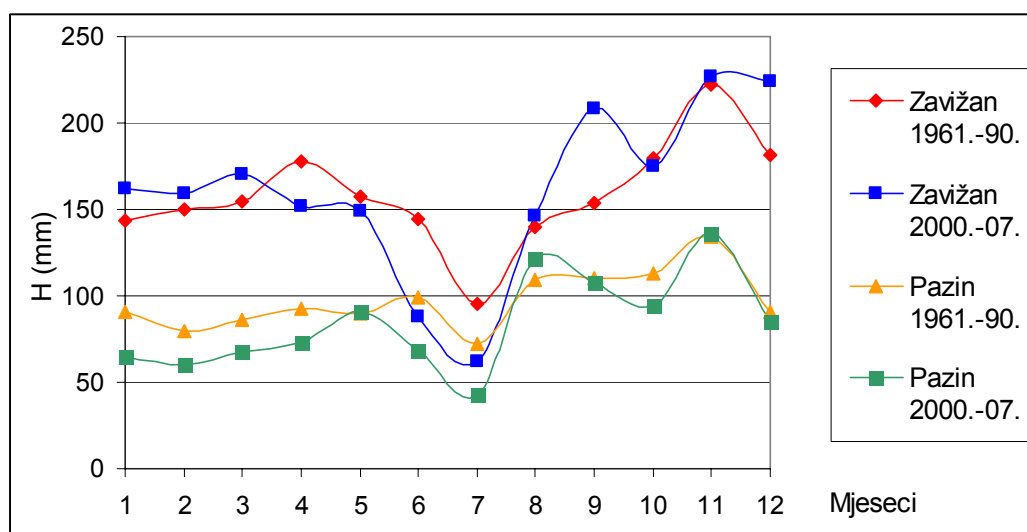
zraka – na analiziranim postajama s područja Dalmacije 5-6%, na području sjevernojadranskog primorja 8-10% više, a na visokogorskom području (Zavižan) čak 15%. Što se pak tiče oborinskog režima tijekom tog recentnog razdoblja, generalno gledajući na južnom dijelu krškog područja Hrvatske one su se kretale +/- 2% oko prosjeka, s najvećim deficitom na području Istre (u Pazinu zabilježeno - %), a najveći porast (oko 6%) zabilježen je na Zavižanu (Slika 4-34).

U Tablici 4-2 sadržani su i rezultati proračuna vjerojatnosti pojave najmanjih godišnjih količina oborina. Iz njih je vidljivo da su proračunate vrijednosti rijetkih pojava vrlo niske, ali i da su tijekom 1988./89., te posebice 1989./90. zabilježene upravo tako niske vrijednosti koje su imale karakter 50 – 100-god povratnog perioda.

Tablica 4.2. Usporedni prikaz registriranih količina oborina tijekom analiziranih razdoblja te proračun vjerojatnosti pojave najmanjih godišnjih količina oborina

Postaja	OSMOT. 2000./01. -2006./07.	Odnos nizova rec./ 30-god %	OSMOTRENO 1961/62.-1989/90.					PRORAČUNATO			
			SR	St.dev	CV	MAX	MIN	5- god	20- god	100- god	Rasp.
Poreč			905	153.5	0.17	1338.9	619.1	774	659	568	LP3
Pazin	1072	92.3	1169	221.9	0.19	1865.2	754.5	982	841	735	LP3
Pula			850	177.8	0.21	1204.9	496.1*	697	567	468	LP3
M. Lošinj			940	187.6	0.20	1295.5	606.8*	779	642	537	LP3
Rijeka	1531.9	98.1	1565	272.9	0.17	2165.2	1073.6*	1333	1159	1030	Galt
Parg			1851	216.7	0.12	2370.9	1340.4*	1668	1494	1349	LP3
Skrad			1722	247.8	0.14	2256.7	1016.1*	1523	1281	1051	P3
Ogulin			1577	243.0	0.15	1991.1	902.2*	1601	1140	909	P3
Karlovac			1093	195.6	0.18	1462.2	603.3*	928	754	612	LP3
Slunj			1260	230.5	0.18	1723.7	681.3*	1053	901	790	Galt
Gospić	1354.2	98.9	1375	216.7	0.16	1817.1	863.5*	1191	1008	859	LP3
Gračac			2004	388.2	0.19	2709.8	1129.3*	1670	1317	1033	LP3
Zavižan	2022.0	106.5	1900	312.9	0.16	2759.2	1422.5*	1849	1492	1387	Gumb
Senj			1265	280.5	0.22	1972.2	813.4*	1024	860	745	P3
Zadar			918	189.0	0.21	1340.0	465.7*	765	585	417	P3
Šibenik			812	189.8	0.23	1210.5	448.4*	647	505	397	LP3
Knin			1079	202.3	0.19	1437.6	601.1*	907	720	567	LP3
Drniš			1069	217.7	0.20	1443.9	564.5*	882	687	532	LP3
Split	840.3	101.8	830	157.2	0.19	1112.9	481.1*	696	494	452	LP3
Sinj			1213	195.1	0.16	1610.5	780.9	1052	881	728	P3
Imotski			1305	284.5	0.22	1878.0	675.2*	1059	835	662	LP3
Hvar	756.1	103.5	733	145.2	0.20	967.3	422.4*	735	490	397	LP3
Dubrovnik	1176	98.0	1194	301.3	0.25	1940.8	703.2*	937	747	609	P3

\* ekstrem registriran tijekom dvaju najkritičnijih sušnih godina - 1988/89 ili 1989/90



Slika 4-34. – Usporedni prikaz registriranih prosječnih oborina na postajama Zavižan i Pazin

## 4.6. Analiza podataka s hidroloških postaja

### 4.6.1. Kolebanja razina podzemnih voda

#### Područje Istre

Na analiziranom području krškog dijela Hrvatske nema sustavnih praćenja kolebanja razina podzemnih voda koja bi imala karakter općeg monitoringa količinskog stanja i stanja kakvoća pozemne vode. Inicijalna praćenja uspostavljena su 1995.g. na području južnog i zapadnog dijela Istre (Slika 4-25, Tablica 4-3), gdje su i rizici ugrožavanja krškog vodonosnika u smislu promjene kvalitativnog, pa i količinskog stanja stanja bili najveći. Nažalost, ta su praćenja prekinuta 2002.g. tako da ne postoji kontinuitet informacija. Zbog problema s kakvoćom voda koja se na prostoru Južne Istre zahvaćala za potrebe vodoopskrbe Pule, sukcesivno su iz pogona izlazili pojedini bunari. Tako je npr. maksimalni kapacitet crpljenja zdenaca i bunara Vodovoda Pula smanjen s nekadašnjih  $0.190 - 0.200$  na manje od  $0.100 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  (Radetić i Medančić, 2001), a da bi se tijekom posljednih nekoliko godina na svega  $0.040-0.050 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  (IGH PC Rijeka, 2006).

Za napomenuti je da se na analiziranom prostoru južne i zapadne obale Istre nalazi i veći broj (prema raspoloživim informacijama i procjenama čak i više tisuća) kopanih ili bušenih bunara, koji se uglavnom koriste za navodnjavanje ili su se nekada koristili za potrebe lokalne vodoopskrbe. Neki od tih bunara, kao i dio aktivnih ili napuštenih bunara Vodovoda Pula, iskorišteni su kao mjerna mjesta za potrebe monitoringa podzemnih voda (s učestalošću uglavnom jednom tjedno), a čiji su osnovni rezultati prikupljeni tijekom analiziranog razdoblja opažanja dani u Tablici 4-4. Na Slici 4-35 dan je usporedni prikaz opaženih nivograma kolebanja razina podzemnih voda sa svih analiziranih pijezometara, dok je na Slici 4-36 dan prikaz međudnosa palih oborina na području Pule i Pazina i razina podzemnih voda na četiri odabrana pijezometra.

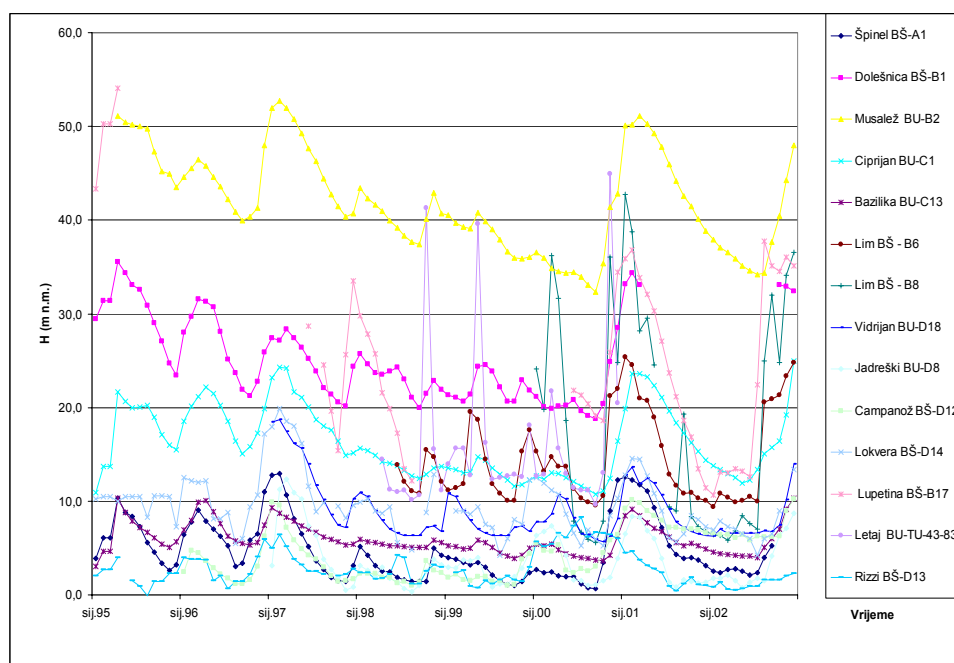
Tablica 4-3. Osnovni podaci o odabranim lokalitetima na kojima se vrše praćenja razina podzemnih voda na području Istre

ŠIFRA	CPV	NAZIV I LOKACIJA	VRSTA	NADM. VISINA (m n.m.)	DU-BINA (m)	UDALJ. OD MORA (km)	KORIŠT.	PRIMJEDBE:
BŠ-A1	Sj.Istra	Špinel - Umag	Bušotina	13.5	42	1.70	Navodnj.	Izdaš. 5 l/s
BŠ-B1	Središnja Istra	Delašnica - Kaštelir	Bušotina	139.0	136	5.24	Navod.	Vrlo mala izdašnost
BU-B2		Musalež - Poreč	Bunar	55.0	35	3.79	Osobne potrebe	Kopan u 19.st.
BU-C1		S.Ciprijan - Rovinj	Bunar	32.0	24	2.45	Navodnj.	Kopan u 19.st.
BŠ-C13		Bazilika - Rovinj	Bušotina	18.0	25	1.74	Ne	Izdaš. 0.2 l/s
BŠ-B6		Lim – nizv.	Bušotina	40.0	47	2.83	Monitoring	Izdaš. < 0.1 l/s
BŠ-B8		Lim – uzv.	Bušotina	75.0	136	4.90	Monitoring	Izdaš. < 0.1 l/s
BU-TU 43-83		Letaj – Boljunčica – Boljunsko polje	Bušotina	158.33	210	10.48	Monitoring	ex. rudnička buš.– za praćenje ak. Boljunčica
BU-D18		Vidrijan - Pula	Bunar	52.5	cca 50	2.90	Vodopskrba	Izdaš. > 4 l/s
BU-D8	Južna Istra	Jadreški - Pula	Bunar	50.8	52	4.15	Vodovod Pula	Izdaš. 28 - 41 l/s
BŠ-D12		Campanož - Pula	Bušotina	35.64	Isp. 0	2.70		Izdaš. 11 l/s
BŠ-D13		Rizzi - Pula	Bušotina	9.47	Isp. 0	2.22		Izdaš. 11 l/s – onečišć.
BŠ-D14		Lokvera - Pula	Bušotina	23.7	Isp. 0	3.03		Izdaš. 5 l/s – onečišć.
BŠ-D17		Lupetina - Marčana	Bušotina	128.0	150	5.250	Navodnj.	Izdaš. 0.5 l/s

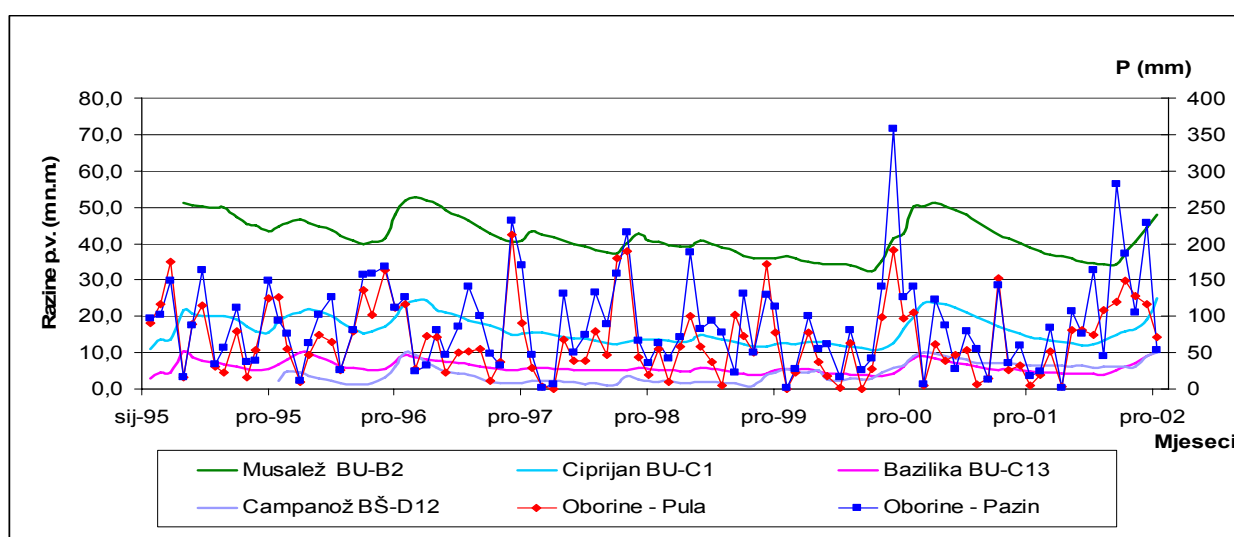
Tblica 4-4. Osnovni podaci o odabranim lokalitetima na kojima se vrše praćenja razina podzemnih voda na području Istre

ŠIFRA	NAZIV	NIZ 1995.-2002.				Max. sezonski raspon (m)	PRIMJEDBE VEZANE UZ KORIŠTENJE VODE IZ MJERNO-OSMATRAČKOG OBJEKTA TIJEKOM MONITORINGA:
		Hsr (m n.m.)	Hmax (m n.m.)	Hmin (m n.m.)	Max. raspon (m)		
BŠ-A1	Špinel	4,78	13,10	0,66	12,44	12,04	Nije se koristila tijekom analiziranog razdoblja
BŠ-B1	Delašnica	25,25	35,99	18,71	17,28	17,28	Nije se koristila tijekom analiziranog razdoblja
BU-B2	Musalež	41,67	52,90	32,20	20,70	19,22	Nije se koristila tijekom analiziranog razdoblja
BU-C1	S.Ciprijan	16,31	25,81	10,32	15,49	14,51	Povremeno korištenje za navodnjavanje
BŠ-C13	Bazilika	6,01	11,45	2,62	8,83	8,83	Nije se koristila tijekom analiziranog razdoblja
BŠ-B6	Lim – nizv.	14,49	27,68	8,86	18,82	18,27	Isključivo pijezometar
BŠ-B8	Lim – uzv.	18,63	44,80	5,52	39,28	37,32	Isključivo pijezometar
BU-TU 43-83	Letaj	16,94	67,71	9,57	58,14	58,14	Isključivo pijezometar
BU-D18	Vidrijan	8,90	18,85	5,35	13,50	11,75	Nije korištena
BU-D8	Jadreški	3,50	13,76	-0,47	14,23	12,51	Vodovod Pula – crpljeno prosječno preko 30 l/s
BŠ-D12	Campanož	4,37	11,00	0,10	10,90	10,01	Vodovod Pula – crpljeno prosječno 15-tak l/s
BŠ-D13	Rizzi	2,98	10,69	-0,10	10,79	6,20	Zbog onečišćenja crpljenje samo sporadično – radi održavanja postrojenja
BŠ-D14	Lokvera	9,32	19,90	3,20	16,70	14,40	
BŠ-D17	Lupetina	26,31	58,50	10,50	48,00	28,70	Povremeno korištenje za navodnjavanje

Dobiveni rezultati pokazuju da zapadnoistarska antiklinala ima sezonski, a za dijelove vodonosnika udaljenije od obale mora i višegodišnji akumulacijski kapacitet za zalihe podzemnih voda. Pri tome značajan utjecaj na režim prihranjivanja krškog vodonosnika ima i epikrška zona. Minimalne razine podzemnih voda javljaju se uglavnom tijekom kasno-jesenkih i zimskih mjeseci, mjesec-dva kasnije u odnosu na minimalna otjecanja podzemnih voda na krškim izvorima. Kako je na prostoru Južne Istre, upravo zbog narušavanja kakvoće podzemnih voda, došlo i do prestanka crpljenja na glavnini zdenaca Vodovoda Pula, to je stabiliziralo razine podzemnih voda na tom prostoru. No, ostaje velika nepoznanica količina crpljenja za potrebe navodnjavanja, kao i posljedice koje to ima na količinski status podzemnih vod atoga prostora.



Slika 4-35. Usporedni prikaz nivograma razina podzemnih voda na području Istre (1995.-02.)

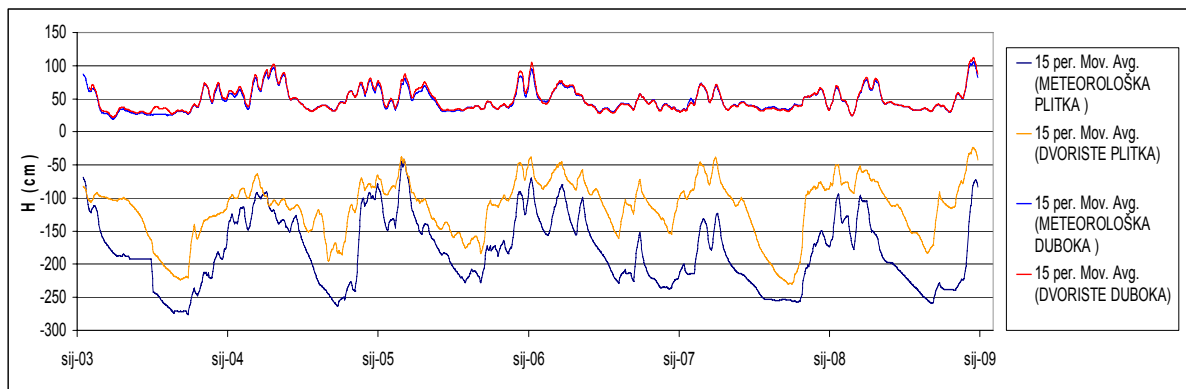


Slika 4-36. Usporedni prikaz mjesečnih količina oborina i nivograma razina podzemnih voda s odabranih lokaliteta na području Istre (1995.-02.)

### Područje doline rijeke Neretve

Na području ušća rijeke Neretve 2003.g. započela su sustavna limnografska opažanja dinamike kolebanja razine podzemnih voda u cilju analiziranja procesa zaslanjivanja koji se na tom prostoru sve učestalije javlja vezano uz zapažene promjene - smanjenje i promjena režima dotoka uslijed režima rada HE i akumulacija lociranih na uzvodnijim dijelovima toka Neretve u susjednoj državi BIH. Mjerenja se provode na dvama parovima pijezometara (plitke i duboke bušotine radi kontrole dinamike infiltracije mora u priobalni aluvijalni vodonosnik), a na dva nova para pijezometara uspostavljena su motrenja početkom 2009.g.. Radi se u pijezometrijskim postajama Meteorološka i Dvorište (s plitkim i dubokim bušotinama). Duboki su pijezometri izvedeni do dubokog sloja šljunka ispod sloja gline, a plitki su pijezometri iznad sloja gline. Zbog potrebe provjere položaja geodetska nula, rezultati opažanja dani su u relativnim vrijednostima (Slika 4-37). Na sva 4 pijezometra razine vode se mjere kontinuirano tijekom cijele godine, dok se ostali parametri (temperatura,

slanost, vodljivost, pH i otopljeni kisik) mjere povremeno. Sa danog prikaza na **Slici 4-37** vidljivo je da postoje sezonske oscilacije kolebanja razina podzemnih voda, a koje su izraženije na plitkim bušotinama. S obzirom na kratko razdoblje od uspostave motrenja, kao i blizinu mora koje predstavlja najnižu drenažnu bazu, podaci s analiziranih postaja nisu primjereni za ocjenu trendova. Ipak, generalno gledajući, nikakvi trendovi nisu zapažene.



Slika 4-37. Prikaz dinamike kolebanja razina podzemnih voda na pijezometrima na području ušća Neretve (2003.-2008.)

#### 4.6.2. Hidrološka praćenja na odabranim lokalitetima s raspoloživim duljim nizovima unutar pojedinih CPV

Zbog karaktera otjecanja u kršu, hidrološki režim dinamike otjecanja površinskih voda i istjecanja iz krških vodonosnika prati se na krškom području Hrvatske na hidrološkim postajama na kojima se te dvije komponente protoka uglavnom i zajedno prate. Kao što je u t.4.4.1. prikazano, praćenja kolebanja razina podzemnih voda provode se na minornom broju lokacija. Nešto je malo bolja situacija na izvorištima vode uključenim u vodoopskrbni sustav na području Istre, čiji su podaci sadržani u t. 4.6. Stoga, kako stanja otjecanja površinskih voda dijelom sadržavaju informacije i o istjecanjima podzemnih voda, i podaci s odabranih hidroloških postaja na površinskoj hidrografskoj mreži krškog dijela Hrvatske analizirani su i uzeti kao jedno od mjerila stanja količinskog stanja podzemnih voda.

U **Tablici 4-5** dan je prikaz osnovnih statističkih pokazatelja osmotrenih nizova hidroloških podataka na 37 odabranih hidroloških postaja – srednjih godišnjih vrijednosti protoka tijekom dva analizirana razdoblja – refereno 30-godišnje 1961.-90., kao i za recentno promatrano razdoblje 2000.-07. Za ta su razdoblja prikazane prosječne srednje god. protoke, kao i minimalne sr.god. protoke zapažene tijekom spomenutih razdoblja. Radi usporedbe vodnosti recentnog 8-godišnjeg razdoblja u odnosu na 30-godišnji referentni niz, da je i koeficijent međuodnosa njihovih odgovarajućih prosječnih vrijednosti protoka -  $K_{SR}$ . Uz to, prikazane su i proračunate vjerojatnosti srednjih godišnjih protoka za odabrane karakteristične povratne periode od 5, 20 i 100 godina. Pri tome su dane procjene pojave njihovih najmanjih i najvećih vrijednosti. Rezultati tih obrada, uz provedena bilančna razmatranja u okviru t. 4.7., poslužili su za procjenu vodne bilance tijekom promatranog niza 2000.-2007.g., kao i za akritična sušna razdoblja.

Tablica 4-5. Rezultati provedenih hidroloških analiza srednjih godišnjih protoka s odabranih hidroloških postaja

Hidrološka postaja	Osmotr. 2000.-07. (m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> )		Osmotr. 1961.-90. (m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> )		K <sub>SR</sub> 2000.-07./ 1961.-90. (%)	Proračunate vjerojatnosti Min/Max (m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> )				Napomene:
	SR	MIN	SR	MIN		5-god.	20-god	100-god	Rasp.	
<b>HR_KCPV_01</b>	<b>SJEVERNA ISTRA</b>									
Mirna – Portonski most	5.05	3.55	7.74	3.65	65.2	5.14 8.82	3.969 11.78	3.818 14.15	LogP3	
Mirna – Buzet	1.82	1.34	2.761	1.62	66.0	1.84 3.013	1.408 3.814	1.102 4.397	Gamma2	1971.-72. dopunjeno
<b>HR_KCPV_05</b>	<b>RIJEKA – BAKAR</b>									
Rječina – Martinovo selo	6.78	5.18	7.64	5.18	88.8	5.96 8.53	5.15 10.73	4.59 12.56	Gumb.	Nema 2000. i 2007.
Sušica – Dražice	.477	.163	.717	.090	66.5	.314 .961	.191 1.50	.048 1.92	P3	1961.-74. dopunjeno
<b>HR_KCPV_06</b>	<b>LIKA – GACKA</b>									
Gacka - Podgora	13.1	8.91	13.26	9.26	98.9	11.546 15.923	9.555 18.405	7.915 20.02	LP3	1961.- 71. dopunjeno
Gacka – Izvor	3.35	3.02	3.48	2.77	96.3	3.16 3.88	2.897 4.38	2.703 4.725	GEV	1961.- 80. dopunjeno
Lika – Bilaj	4.67	2.62	7.333	4.04	63.6	5.142 8.81	3.394 10.52	1.955 11.35	P3	1991.-02. nema
Jadova – Barlete	3.04	.963	5.083	1.06	59.7	2.883 6.4	1.007 8.06	0.872 8.83	Gamma2	1991.- 98. nema
Velika Ličanka	.303	.228	.458	.308	66.2	.347 .542	.274 .672	.221 .763	Gamma2	
Mala Ličanka	.473	.341	.364	.227	129.9	.319 .466	.25 .536	.193 .570	GEV	
<b>HR_KCPV_07</b>	<b>ZRMANJA</b>									
Zrmanja – Berberov buk	18.2	9.71	20.96	11.2	87.0	15.7 24.7	12.3 30.7	9.896 35	Gamma2	1991.- 98. nema
Zrmanja – Žegar	7.7	5.32	9.92	4.01	77.6	7.036 11.7	5.544 15.1	4.585 17.7	P3	1991.- 98. nema
Zrmanja – Morkro polje	3.59	2.34	4.7	2.32	76.4	3.385 5.47	2.014 6.89	2.064 7.9	Gamma2	1991.- 99. nema
<b>HR_KCPV_09</b>	<b>KRKA</b>									
Krka - Skradinski buk	47.5	30.5	54.62	22.6	87.0	41.67 63.1	32.1 75.4	24.3 83.4	P3	
Krka – Topolje most	10.5	8.16	12.19	8.31	85.7	9.625 13.6	8.341 16.9	7.444 19.6	GEV	1991.- 97. nema
Drniš – Čikola	4.31	2.15	5.97	1.26	72.2	3.655 7.45	1.961 9.39	0.604 10.43	GEV	1991.- 97. nema
<b>HR_KCPV_10</b>	<b>CETINA</b>									
Cetina – Vinalić	10.2	6.46	12.28	6.87	82.9	10.18 14.3	6.46 17.2	12.28 19	GEV	1991.- 97. nema
Jadro - izvor	7.04	5.45	9.73	6.23	72.4	7.545 10.7	6.164 12.4	5.094 10.5	LP3	
Žrnovnica - Laboratorij	1.78	1.38	1.839	0.89	97.0	1.445 2.136 27.4	1.204 2.651 33.4	1.031 3.027 37	Galton	1961.- 86 dopunjeno

Tablica 4-5. - nastavak

Hidrološka postaja	Osmotr. 2000.-07. (m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> )		Osmotr. 1961.-90. (m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> )		K <sub>SR</sub> 2000.-07./ 1961.-90. (%)	Proračunate vjerojatnosti Min/Max (m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> )				Napomene:
	SR	MIN	SR	MIN		5-god.	20-god	100-god	Rasp.	
<b>HR_KCPV_11</b>	<b>NERETVA</b>									
Suvaja – Proložac	.044	.001	.850	.005	5.20	.105 .946	0 1.749	0 2.473	GEV	
Matica - Krotuša	8.40	6.5	7.975	1.68	105.2	5.699 10.18	4.139 13.3	3.075 15.6	Gamma2	1971.- 72. dopunjeno
Vrlika – Kameni most	6.74	1.35	9.38	1.55	71.9	6.233 10.6	4.839 14.1	3.904 16.9	Galton	
Baćina Jezera - Šipak	9.3	7.54	11.91	4.32	78.1	7.756 13.9	5.513 18.9	3.863 21.1	LP3	1961.- 79. dopunjeno
Ombla – Komolac	24.2	20.2	24.1	15.9	100.4	20.8 27.5	18.3 32	16.4 35.2	Gauss	1961.- 74. dopunjeno
Zavrelje – Mlini	.491	.332	.848	.428	57.9	.474 0.948	.348 1.413	.27 1.835	P3	
Konavočica – Gruda	0.61 6	0.539	0.716	0.221	86.0	.557 .890	.381 1.080	.251 1.20	P3	
<b>HR_KCPV_13</b>	<b>KUPA</b>									
Kupa - Kamanje	65.2	44.6	73.89	48.8	88.3	55.6 82.4	51.1 98	44.8 109.3	Galton	
Kupa – Kupari	13.0 3	9.35	13.53	9.6	96.3	11.77 15.1	10.27 16.9	9.07 18.1	LP3	
Čabranka – Zamost	3.27 4	2.37	3.73	2.45	87.8	3.274 4.1	2.37 4.66	3.73 5.02	P3	
Kupica – Brod na Kupi	11.6 9	8.34	13.8	8.42	84.7	11.23 15.2	9.34 17.3	7.73 18.7	Gauss	
<b>HR_KCPV_14</b>	<b>DOBRA</b>									
Dobra – Stative	35.4	24.9	34.9	22.9	101.4	29.32 40.5	23.72 45.3	19.03 47.5	GEV	
Gornja Dobra – Luke	6.47	4.39	7.19	4.61	90.0	5.82 8.1	4.91 9.6	4.22 10.5	Gamma2	1993. nema
Vitunjčica – Brestovac	3.3	2.59	3.41	2.33	96.8	2.86 3.77	2.529 4.43	2.29 4.93	LP3	1978. nema
<b>HR_KCPV_15</b>	<b>MREŽNICA</b>									
Mrežnica – Mrzlo polje	26.7	15.4	26.7	14.8	100.0	20.5 32.2	15.8 39.6	12.5 43.8	GEV	
Mrežnica – Juzbašići	11.8	7.77	12.37	7.71	95.4	9.61 14.4	7.92 18	6.7 20.6	GEV	1991.-96. nema
<b>HR_KCPV_16</b>	<b>KORANA</b>									
Korana – Vlemerić	25.1	13.5	28.9	16.9	86.9	21.7 34.9	16.6 43	12.9 48.3	LP3	1991.-95., 98. nema
Korana - Veljun	19.1	10.9	22.9	13.4	83.4	16.97 27.4	12.74 33.4	9.46 37.0	GEV	1991.-96. nema

Također su provedene usporedbe analiziranih vrijednosti najmanjih srednje-mjesečnih protoka tijekom spomenutih karakterističnih razdoblja. Njihovi su rezultati dani u [Tablici 4-6](#).



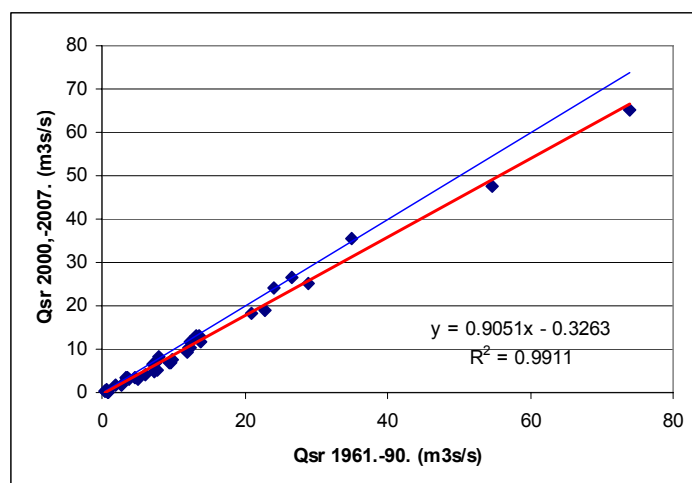
Tablica 4-6. Rezultati provedenih hidroloških analiza najmanjih srednje mjesečnih protoka s odabranih hidroloških postaja

Postaja	Osmotr. 2000.-07. (m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> )		Osmotr. 1961.-90. (m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> )		K <sub>SR</sub> 2000.-07./ 1961.-90. (%)	Proračunate vjerojatnosti Min pojava (m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> )				Napomene:
	SR	MIN	SR	MIN		5- god	20- god	100- god	Rasp.	
<b>HR_KCPV_01</b>	<b>SJEVERNA ISTRA</b>									
Mirna – Portonski most	.559	.295	1.05	.874	53.2	.491	.308	.211	LP3	
Mirna – Buzet	.152	.007	.523	.152	29.1	.141	.051	.017	Gamma2	1971.-72. dopunjeno
<b>HR_KCPV_05</b>	<b>RIJEKA – BAKAR</b>									
Rječina – Martinovo selo	.200	0	.727	0	27.5	0.068	0	0	Gumbel	Nema 2000. i 2007.
Sušica – Dražice	0	0	0	0	-	0	0	0	-	1961.-74. dopunjeno
<b>HR_KCPV_06</b>	<b>LIKA – GACKA</b>									
Gacka - Podgora	5.4	3	6.14	2.96	87.9	4.239	3.178	2.407	P3	1961.- 71. dopunjeno
Gacka – Izvor	2.12	1.45	2.24	1.46	94.6	1.838	1.542	1.321	GEV	1961.- 80. dopunjeno
Lika – Bilaj	.088	0	.316	0	27.8	0.056	0	0	P3	1961.- 80. dopunjeno
Jadova – Barlete	.002	0	.075	0	2.7	0	0	0	Gamma2	1991.- 98. nema
Velika Ličanka	.014	0	.064	.010	21.9	.019	.007	.002	Gamma2	
Mala Ličanka	.026	.006	.057	.006	45.6	.022	.004	0	GEV	
<b>HR_KCPV_07</b>	<b>ZRMANJA</b>									
Zrmanja – Berberov buk	2.14	1.21	2.219	0.811	96.4	1.473	1.137	0.933	LP3	1991.- 98. nema
Zrmanja – Žegar	0.984	0.659	1.578	0.788	62.4	0.902	0.585	0.365	Gumbel	1991.- 98. nema
Zrmanja – Morkro polje	0.307	0.075	0.437	0	70.3	0.039	0	0	P3	1991.- 99. nema
<b>HR_KCPV_09</b>	<b>KRKA</b>									
Krka - Skradinski buk	11.43	8.64	16	6.24	71.4	9.724	7.92	6.79	GEV	
Krka – Topolje most	4.12	2.92	4.23	1.73	97.4	3.157	2.369	1.807	LP3	1991.- 97. nema
Drniš – Čikola	0	0	.046	0	0.0	0	0	0	Gamma2	1991.- 97. nema
<b>HR_KCPV_10</b>	<b>CETINA</b>									
Cetina – Vinalić	2.38	1.43	3.09	.056	77.0	2.044	1.442	1.003	GEV	
Jadro - izvor	1.99	1.47	4.59	3.15	43.4	2.991	1.701	.516	GEV	
Žrnovnica - Laboratorij	.426	.282	.472	.19	90.3	.317	.241	.191	Galton	

Tablica 4-6. - nastavak

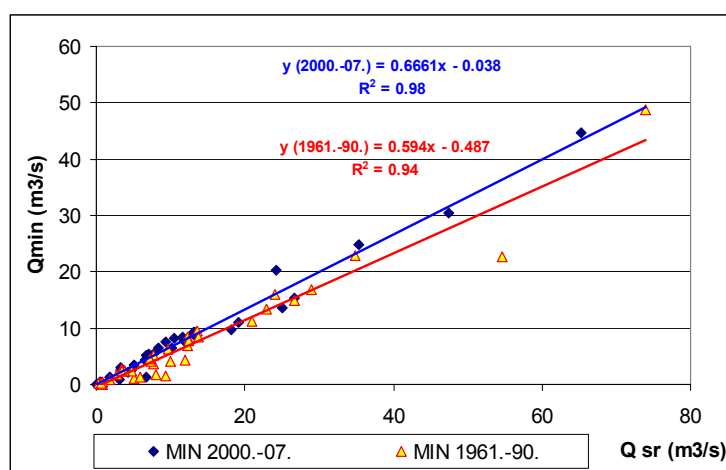
postaja	Osmotr. 2000.-07. (m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> )		Osmotr. 1961.- 90. (m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> )		K <sub>SR</sub> 2000.- 07./ 1961.- 90. (%)	Proračunate vjerojatnosti Min pojava (m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> )				Napomene:
	SR	MIN	SR	MIN		5- god	20- god	100- god	Rasp.	
<b>HR_KCPV_10</b>	<b>CETINA</b>									
Cetina – Vinalić	2.38	1.43	3.09	.056	77.0	2.044	1.442	1.003	GEV	
Jadro - izvor	1.99	1.47	4.59	3.15	43.4	2.991	1.701	.516	GEV	
Žrnovnica - Laboratorij	.426	.282	.472	.19	90.3	.317	.241	.191	Galton	
<b>HR_KCPV_11</b>	<b>NERETVA</b>									
Suvaja – Proložac	0	0	.003	0	0.0	0	0	0	P3	
Matica - Krotuša	.062	0	0	0		0	0	0	-	1971.- 72. dopunjeno
Vrlika – Kameni most	1.35	0.775	1.55	.797	87.1	1.085	0.841	0.678	Galton	
Baćina Jezera - Šipak	.103	.049	.269	.019	38.3	.072	.038	.023	LP#	1961.- 79. dopunjeno
Ombla – Komolac	7.23	4.68	6.73	2.51	107.4	5.3	3.65	2.25	Gauss	1961.- 74. dopunjeno
Zavrelje – Mlini	.004	0	0.034	0	11.8	0	0	0	P3	
Konavočica – Gruda	0	0	0.011	0	0.0	0	0	0	P3	
<b>HR_KCPV_13</b>	<b>KUPA</b>									
Kupa – Kamanje	13.24	6.89	17.5	6.05	75.7	10.6	7.36	5.65	Galton	
Kupa – Kupari	2.12	0.424	2.57	0.835	82.5	1.503	0.934	0.59	Gamma2	
Čabranka – Zamost	0.844	0.469	0.983	0.426	85.9	0.702	0.483	0.308	GEV	
Kupica – Brod na Kupi	2.65	1.58	3.3	1.49	80.3	2.167	1.64	1.286	GEV	
<b>HR_KCPV_14</b>	<b>DOBRA</b>									
Dobra – Stative	5.26	2.41	7.76	3.34	67.8	4.175	2.97	2.209	GEV	
Gornja Dobra – Luke	1.3	0.633	1.72	0.773	75.6	1.095	0.756	0.34	LP3	1993. nema
Vitunjčica – Brestovac	0.597	0.321	0.768	0.206	77.7	0.454	0.316	0.232	Galton	1978. nema
<b>HR_KCPV_15</b>	<b>MREŽNICA</b>									
Mrežnica – Mrzlo polje	5.36	3.13	7	2.98	76.6	4.196	3.316	2.788	GEV	
Mrežnica – Juzbašići	2.86	1.63	3.13	1.21	91.4	1.79	1.274	0.953	GEV	1991.-96. nema
<b>HR_KCPV_16</b>	<b>KORANA</b>									
Korana – Vlemerić	4.52	2.48	6.46	2.62	70.0	3.662	2.798	2.261	LP3	1991.-95., 98. nema
Korana – Veljun	3.16	1.59	5.06	1.91	62.5	2.828	1.931	1.397	Galton	1991.-96. nema

Karakteristični međuodnosi analiziranih parametara prikazani su i na grafičkim prikazima (Slika 4-38). Tako je na Slici 4.39. prikazan je međuodnos srednjih godišnjih protoka analiziranog 30-godišnjeg razdoblja (1961.-90.) i recentnog razdoblja (2000.-2007.). Vidljivo je da je recentno 8-godišnje razdoblje bilo sušnije od ranijeg, s vrlo malo postaja čiji se podaci nalaze u blizini ili iznad korespondentnog pravca. Najmanje su razlike na slivovima Kupe, Dobre, Mrežnice, Korane i Gacke, gdje se prosjeci za novije razdoblje kreću u odnosu oko 85 - 100% u odnosu na ranije 30-godišnje razdoblje. S druge strane, najveće razlike, odnosno najznačajnije smanjenje vodnosti, zabilježeno je istarskih slivova gdje su prosječni protoci tijekom recentnog 8-godišnjeg razdoblja svega oko 65% u odnosu na raniji prosjek.



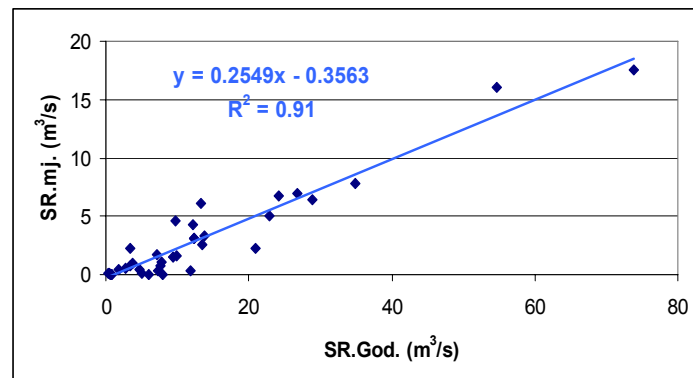
Slika 4-38. Međuodnos prosječnih srednjih godišnjih protoka s odabranih hidroloških postaja na području hrvatskog krša za analizirana razdoblja obrade

Na Slici 4-39 dan je prikaz prosječnih srednjih godišnjih protoka referentnog 30-godišnjeg razdoblja 1961.-90. i najnižih zabilježenih vrijednosti srednjih godišnjih protoka tijekom dvaju spomenutih obrađivanih razdoblja. Vidljivo je da postoji relativno čvrsta veza, pogotovo za lokalitete koji dreniraju veća slivna područja, odnosno imaju veću prosječno srednju godišnju protoku.



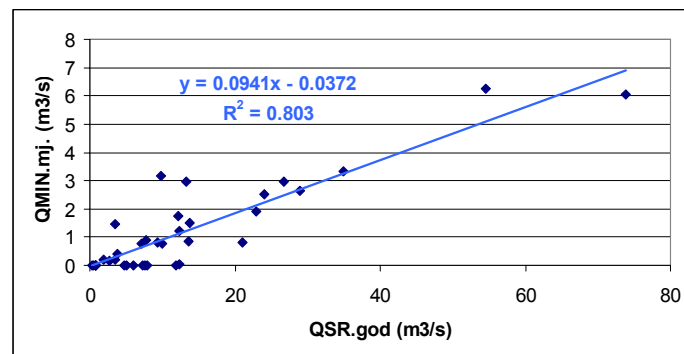
Slika 4-39. Međuodnos prosječnih srednjih godišnjih protoka s odabranih hidroloških postaja na području hrvatskog krša za analizirana razdoblja obrade

Nešto su veća odstupanja ukoliko se usporede prosječne srednje godišnje protoke i prosječne najmanje srednje mjesečne protoke (Slika 4-40), ali još uvijek s vrlo prihvatljivim koeficijentom determinacije  $R^2=0.91$ .

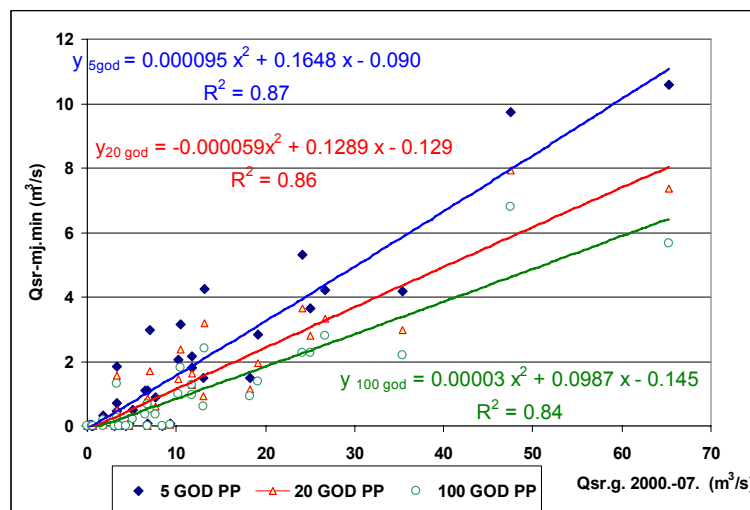


Slika 4-40. Međuodnos prosječnih srednjih godišnjih protoka i prosječnih najmanjih srednjih mjesečnih protoka s odabranih hidroloških postaja (1961.-90.)

Utvrđeno je da postoji i relativno zadovoljavajuća regresijska povezanost između prosječnih srednjih godišnjih protoka i zabilježenih najmanjih srednjih mjesečnih protoka s odabranih hidroloških postaja (1961.-90.) – Slika 4-41.



Slika 4-41. Međuodnos prosječnih srednjih godišnjih protoka i najmanjih registriranih srednjih mjesečnih protoka s odabranih hidroloških postaja (1961.-90.)



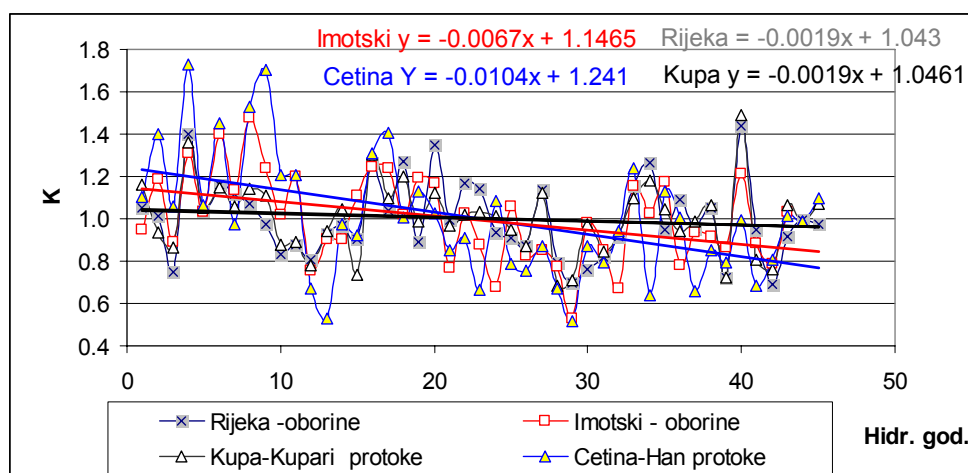
Slika 4-42. Međuodnos prosječnih srednjih godišnjih protoka (2000.-07.) i proračunatih minimalnih srednje mjesečnih protoka različitih povratnih perioda

Analizirani su i međuodnosi zabilježenih srednjih godišnjih protoka analiziranog razdoblja 2000—2007. i proračunatih vjerojatnosti protoka srednjih mjesečnih protoka odabranih vjerojatnosti pojave – povratnih

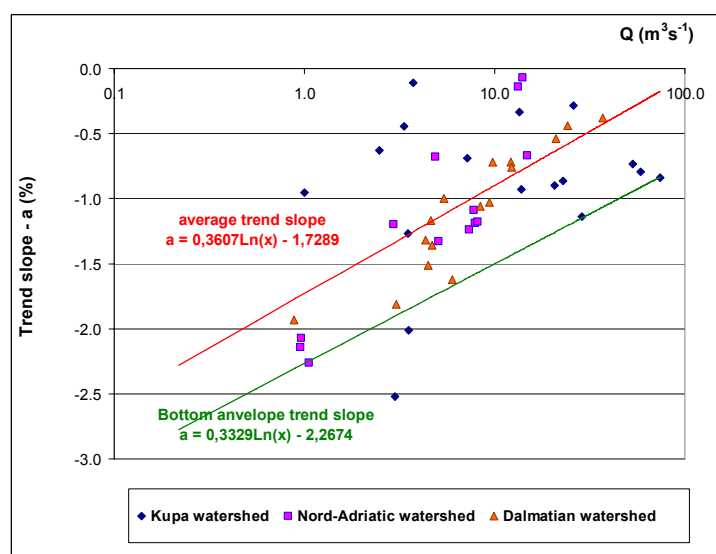
perioda od 5, 20 i 100-god (Slika 4-42). Iz danog je prikaza, na osnovu proračunatih visokih koeficijenata determinacije  $R^2$ , vidljivo da postoje relativno čvrste regionalne ovisnosti između srednjih godišnjih protoka i sušnih razdoblja, izraženih u datom slučaju parametrom srednje mjesečne protoke različitih povratnih perioda.

Analizirani su i trendovi hoda karakterističnih hidroloških podataka - srednjih godišnjih protoka, ali i oborina koje su glavna ulazna veličina u hidrološki ciklus. Rezultati tih obrada pokazali su na prisutne trendove smanjenja oborina i protoka, a koji su prije svega posljedica regionalnih klimatskih varijacija/promjena, a ne lokalnih antropogenih pritisaka. Na Slici 4-43 dan je prikaz karakterističnih trendova hoda godišnjih količina oborina (za postaje Rijeka i Imotski), te srednjih godišnjih protoka (za postaje izvor Kupe – Kupari, te Vinalić - Cetina, za razdoblje 1961.-2008.). Iz danog je prikaza, izraženog radi bolje međusobne usporedbe raznoimenih podataka u modularnim vrijednostima, vidljivo da su trendovi odabranih parametara naglašeniji kod postaja s područja Dalmacije nego li je to slučaj sa sjevernije lociranih postaja na području Rijeke i njenog zaleđa. Najizraženije razdoblje smanjenja godišnjih oborina i protoka bilo je osamdesetih godina, dok tijekom analiziranog recentnog razdoblja od posljednjih 7 godina oni nisu zabilježeni.

Provedene su analize podataka trendova smanjenja protoka na hidrološkim postajama tijekom spomenutog 30-godišnjeg razdoblja (Slika 4-44)



Slika 4-43. Prikaz karakterističnih trendova hoda godišnjih količina oborina i srednjih godišnjih protoka odabranih postaja na analiziranom području (1961/62-2006/07)



Slika 4-44. Međuodnos nagiba trendova opadanja srednjih godišnjih protoka (1961.-90.) i srednjih godišnjih protoka na krškom području Hrvatske

Rezultati te analize pokazali su manji slivovi, odnosno slivovi s manjim protokama, pokazuju veću osjetljivost na takve pojave smanjenja vodne bilance uslijed prisutnih klimatskih varijacija/promjena. Najveća odstupanja, odnosno najizraženije opadanje protoka u tim uvjetima zabilježeno je kod gornjeg toka Korane i Plitvičkih jezera (za hidrološke postaje Korana - Luketići i Kozjak – most), gdje zbog vrlo dinamičkih uvjeta stvaranja sedrenih barijera dolazi do povećanja infiltracije površinskih voda u podzemlje.

## 4.7. Značajni zahvati voda i analiza podatka o eksploataciji voda na izvorištima vodoopskrbe

Zahvati voda u krškom području Hrvatske uglavnom su vezani uz neposredno korištenje podzemnih voda na mjestima njihova istjecanja (krškim izvorima), kao i u vidu korištenja površinskih voda, prije svega za potrebe hidroenergetike, a u manjoj mjeri i za potrebe navodnjavanja i industrije. Većina najvećih priobalnih gradova ima najznačajnije zahvate za potrebe vodoopskrbe upravo iz krških izvorišta lociranih u njihovom okruženju pa čak i unutar samoga urbanog prostora tih sredina (Pula, Rijeka, Split, Dubrovnik ...). Obzirom na u kontekstu gospodarenja vodama u Hrvatskoj tradicionalno naglašenu ulogu vodoopskrbe u odnosu na druga korištenja voda, i informacije o režimu korištenja tih voda su kompletnije u odnosu na ostale korisnike podzemnih voda.

Izgradnja hidroenergetskih akumulacija, hidrotehničkih tunela i kanala, te velikog broja HE na vodotocima u kršu Hrvatske koja je provedena u najvećoj mjeri šezdesetih i sedamdesetih godina prošlog stoljeća, utjecala je ne samo na promjenu režima površinskih vodotoka, već i režim podzemnih voda. Tako su ponornice Lika, Gacka, Ričica, Lokvarka, Ličanka i više drugih vodotoka u prirodnom stanju završavale svoj tok u ponorskim zonama krških polja na višim horizontima priobalnog zaleđa te se dalje podzemljem drenirale ka moru. Na sličan način su se drenirala i krška polja u susjednoj Bosni i Hercegovini (vode Trebišnjice, kao i dijelovi sliva Cetine i Neretve) prije nego li su na tom području izgrađeni hidroenergetski objekti kojima su skrenute u odnosu na prirodno stanje. Time je promijenjen režim i podzemnih i površinskih voda na širem regionalnom prostoru, te formirano neko novo stanje u režimu prihranjivanja i otjecanja krških vodonosnika.

### 4.7.1. Zahvati voda za vodoopskrbu

Korištenje voda za vodoopskrbu se na krškom području Hrvatske provodi na temelju izdanih koncesija, a korisnici koncesija dužni su podatke o korištenju voda na razini mjesečnih količina zahvaćenih voda dostavljati Hrvatskim vodama po prostorno nadležnim ustrojbenim jedinicama – vodnogospodarskim odjelima. Podaci o izdanim koncesijama i korištenjima voda za potrebe vodoopskrbe odrađivačima predmetnog dokumenta stavljeni su na raspolaganje od strane stručnih službi Hrvatskih voda. Vrijedi napomenuti da prema raspoloživim podacima manji broj zahvata voda, uglavnom izvora relativno slabijih izdašnosti, koristi iako za njih nisu izdane koncesije, ili barem nije poznato da su im one izdane. Isto tako, postoji i određen broj vodozahvata na kojima nije ustrojen sustav praćenja količina voda, ili se one pak iskazuju na razini dijela ili cijeloga vodovoda. Pri tome valja napomenuti da je na većem dijelu vodozahvata na području Dalmacije i sliva Kupe i njenih pritoka tek početkom 2008.g. uvedeno redovito praćenje crpljenih količina voda po pojedinim mjesecima, tako da se podaci odnose samo na tu jedinu godinu s registriranim podacima. Kod tih sustava podaci o zahvaćenim količinama voda tijekom ranijeg razdoblja dani su u vidu spomenutih skupnih količina. Kompletna sustavna registracija protokana zahvaćenim krškim izvorima (zahvaćene količine za potrebe vodoopskrbe, preljevne količine i ukupne izdašnosti), provodi se pak na vrlo malo lokaliteta – praktički samo na području Istre. Detaljniji prikaz izdatih koncesija po pojedinim je CPV kao i po pojedinim vodovodima dan u [Tablicama 4-8 – 4-24](#). Sumarni prikaz dan je u [Tablici 4-7](#).

Iz danog je prikaza vidljivo da se na krškom području Hrvatske za potrebe javne vodoopskrbe koristi se 256 vodozahvata, s odobrenim koncesijama za korištenje od oko 372 mil. m<sup>3</sup>/god, te s odobrenom ukupnom vršnom protokom od 20.7 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>. Iz danog je prikaza vidljivo da potrošnja vode na zahvatima vode za je

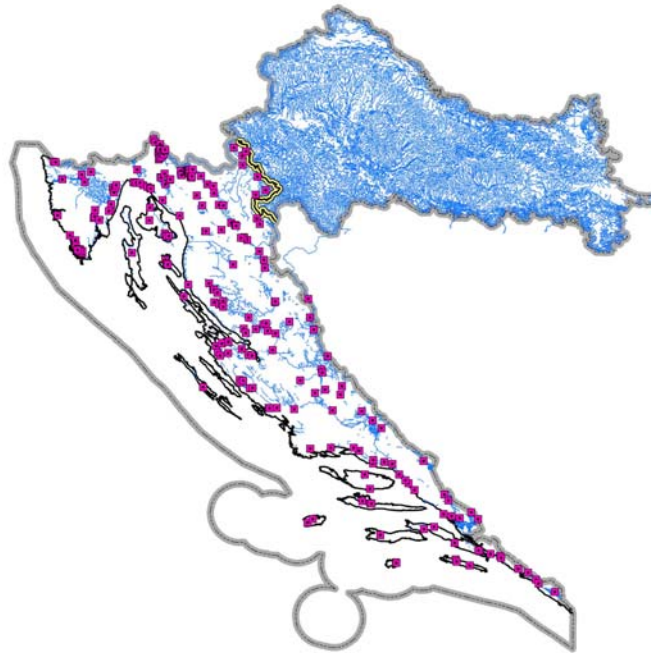
značajnije manja od koncesijama odobrenih količina, tako da je ukupna prosječna količina zahvaćenih voda na krškom području Hrvatske za analizirano recentno sedmogodišnje razdoblje (kod dijela vodozahvata korišteni podaci samo za 2008.g. ili za neko drugo raspoloživo razdoblje) iznosi 238.5 mil. m<sup>3</sup>/god, s vršnom protokom od oko 12 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>.

Tblica 4-7. Koncesije i korištenje vode za vodoopskrbu javnih vodoopskrbnih komunalnih firmi s krškog područja Hrvatske

Šifra CPV	Naziv CPV	Broj zahvata	Odobrena God. koncesija (·10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Odobreno maksimalno korištenje (l/s)	Prosječno god korištenje (·10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Max. registrirano sr.mj. korištenje (l/s)	Napomene
HR_KCPV_01	SJEVERNA ISTRA	4	34.37	2.545	22.96	1.825	* bez Bužina i Gabrijele
HR_KCPV_02	SREDIŠNJA ISTRA	8	12.906	528	7.989	428.2	* bez Mutvice i Sv. Antona
HR_KCPV_03	JUŽNA ISTRA	12	4.65	198	1.867	108.8	Dio vodozahvata sada izvan pogona
HR_KCPV_04	RIJEČKI ZALJEV	2	2.815	90	1.087	79.5	
HR_KCPV_05	RIJEKA – BAKAR	8	73.524	5190	27.227	2649	
HR_KCPV_06	LIKA – GACKA	19	24.937	1387	12.159	680.9	* Nekompletni podaci
HR_KCPV_07	ZRMANJA	8	20	1310	21.908	971	* Nekompletni podaci
HR_KCPV_08	RAVNI KOTARI	22	29.15	1935	10.98	717.3*	*Nekompletni podaci
HR_KCPV_09	KRKA	12	22.223	1615.5	24.384	1058	*Nekompletni podaci
HR_KCPV_10	CETINA	21	55.015	4003	66.191	2997	*Nekompletni podaci
HR_KCPV_11	NERETVA	17	53.293	2950	20.799	799.0	*Nekompletni podaci
HR_KCPV_12	JADRANSKI OTOCI	36	16.23	665.5	7.302	580.1	* Nekompletni podaci
HR_KCPV_13	KUPA	39	4.272	230.3	1.863	86.1	* Nekompletni podaci
HR_KCPV_14	DOBRA	14	4.656	106	3.12	87	*Nekompletni podaci
HR_KCPV_15	MREŽNICA	9	10.037	322	3.183	100**	* nekompletno ** procijenjeno
HR_KCPV_16	KORANA	14	1.147	36.4	4.0**	150**	* nekompletno ** procijenjeno
HR_KCPV_17	UNA	11	2.41	132	1.5**	75**	* nekompletno ** procijenjeno
<b>UKUPNO - KRŠKO PODRUČJE RH</b>		<b>256</b>	<b>371.635</b>	<b>20701.25</b>	<b>238.519</b>	<b>11568.73</b>	

Pri korištenju podzemnih voda za potrebe vodoopskrbe na krškom području Hrvatske prisutan je problem nepostojanja propisanih količina za osiguranje ekološki prihvatljivog protoka. Na nekim lokalitetima to dovodi i do bitnog osiromašenja površinskih vodotoka (npr. Mirna u Istri).

Na **Slici 4-45** dan je prikaz položaja zahvata voda za potrebe javne vodoopskrbe na krškom području Hrvatske.



Slika 4-45. Prikaz zahvata voda za javnu vodoopskrbu na krškom području Hrvatske

U nastavku je, na razini pojedinih cjelina podzemnih voda, dan detaljniji prikaz izdatih koncesija s navodima o ukupno dozvoljenim godišnjim količinama zahvata voda kao i maksimalnim crpnim količinama po pojedinim vodozahvatima. Također su dani i karakteristični podaci stvarno zahvaćenih količina voda – prosječno godišnje korištenje tijekom razdoblja 2000.-2007., kao i maksimalno registrirano srednje mjesečno korištenje tijekom spomenutog analiziranog perioda, iskazano u jedinicama mjere l/s. Za napomenuti je da bi radi kontrole maksimalnoga korištenja bilo primjerenije da su uzeti podaci o maksimalnom registriranim dnevnim količinama crpljenja nego li navedeno srednje mjesečno crpljenje, no zbog vrlo malo lokaliteta na kojima postoji registracija dnevnih crpljenih količina, uzet je u analizu spomenuti kritični mjesec. Kako vodoopskrbni sustavi crpljenje vrše diskontinuirano, uglavnom tijekom razdoblja jeftinije el. energije, to znači da su stvarni maksimumi i daleko izraženiji.

Uz spomenute numeričke podatke, na priloženim grafovima da je prikaz hoda godišnjih količina zahvaćenih voda po pojedinim CPV i odgovarajućeg linearnog trenda tijekom tog razdoblja. U nedostatku kompletnih praćenja zahvaćenih voda na razini CPV, kod nekih je područja dan je prikaz takvih hodova i odgovarajućih trendova za grupirane izvore i/ili vodovode koji su imali takvu cjelovitu registraciju.

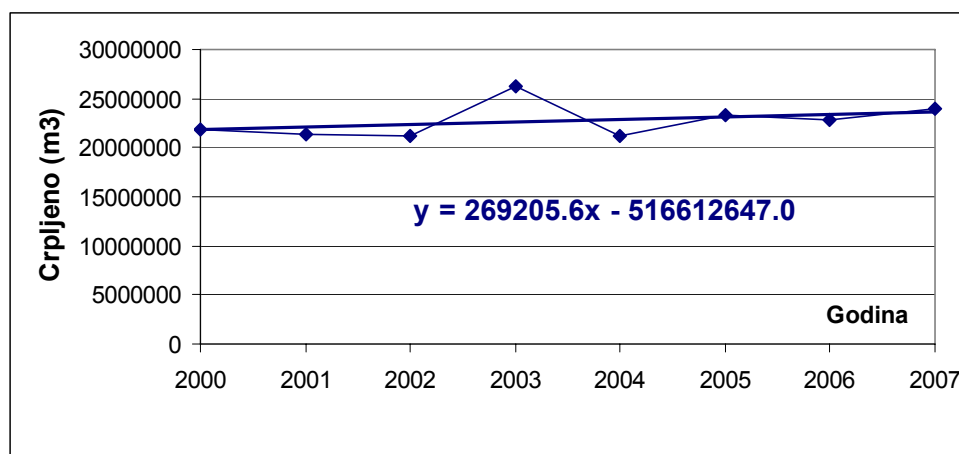
Osim postojećega režima korištenja vode za potrebe vodoopskrbe što je važno za ocjenu statusa voda, za ocjenu rizika od eventualnoga precrpljivanja vodnih zaliha važne su i procjene porasta potreba za vodom. Iako neki izrađeni županiski/regionalni vodoopskrbni planovi iskazuju izvjestan perspektivni porast potreba za vodom, prisutni trendovi hoda potrošnje vode na većini vodozahvata analiziranog područja pokazuju na stagnaciju, pa čak i smanjenje zahvaćenih količina voda. S obzirom na prisutne velike gubitke u značajnom dijelu vodoopskrbnih sustava a koji sežu i do preko 50% pa i više, za očekivati je da bi se dio novogeneriranih vodoopskrbnih potreba mogao zadovoljavati iz rezervi unutar sustava na račun smanjenja spomenutih gubitaka, tako da se može procijeniti da bi se do 2015.g. potrebe za vodom za vodoopskrbu kretale u granicama postojećega korištenja te eventualnoga povećanja do oko 5% u odnosu na postojeće stanje.



U **Tablici 4-8** i na **Slici 4-46** dan je prikaz stanja na području CPV Sjeverna Istra. Iz tih je prikaza vodljivo da se na tom području izvorišta koriste na način planiran koncesijskim okvirima, kao i da tijekom analiziranom razdoblja postoji blagi trend porasta zahvaćenih količina voda (1.1% u odnosu na prosječno korištenje). To je prije svega rezultat preraspodjele režima korištenja voda na području Istarske županije zbog postupnog napuštanja crpljenja vode iz većeg broja zdenaca na području Pule (Južna Istra) zbog problema s njihovom kakvoćom, pa se vodoopskrbne potrebe tog dijela Istre u još većem udjelu podmiruju s 2002.g. u pogon puštenog uređaja za kondicioniranje voda iz akumulacije Butoniga koja se nalazi na području Sjeverne Istre.

Tablica 4-8. Koncesije i korištenje vode za vodoopskrbu javnih vodoopskrbnih komunalnih firmi s krškog područja Hrvatske za CPV Sjeverna Istra

Vodovod	Vodo Zahvat	Tip zahvata	Odobrena God. koncesija ( $\cdot 10^6 \text{ m}^3$ )	Odobreno maksimalno korištenje (l/s)	Prosječno god korištenje ( $\cdot 10^6 \text{ m}^3$ )	Max. registrirano sr.mj. korištenje (l/s)	Napomene
<b>HR_KCPV 01 SJEVERNA ISTRA</b>							
Istarski vodovod – Buzet	Sv.Ivan	Izvor	24.37	300	5.370	246	Uklj. i sek. izvor
	Bulaž			145	0.195	101	Rezerv. crp.
	Gradole			1100	13.024	962	
	Ak. Butoniga	Površ.	10.0	1000	4.371	516	Zahvat iz ak.
Rižanski vodovod – Kopar	Bužin i Gabrijeli	Izvor	Nema koncesije - nekada se koristilo. do 3.15 mil.m <sup>3</sup> god, odnosno u prosjeku do 100 l/s. Posljednjih godina izvan upotrebe zbog problema s kakvoćom, a i dijelom zbog spor Hrvatske i Slovenije oko teritorijalne nadležnosti nad područjem na kome se nalaze spomenuti izvori.				
UKUPNO*	4		34.37	2.545	22.96	1.825	* bez Bužina i Gabrijeli

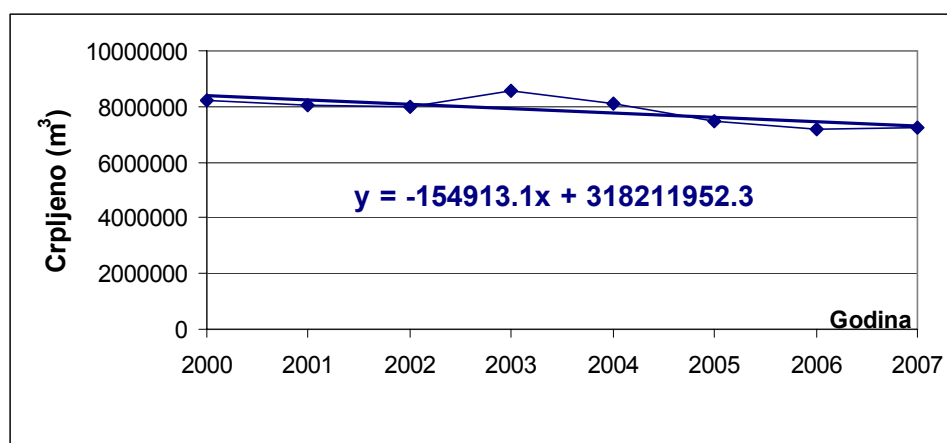


Slika 4-46. Godišnji hod zahvaćenih količina voda za javnu vodoopskrbu CPV Sjeverna Istra

U **Tablici 4-9** i na **Slici 4-47** dan je prikaz stanja na području CPV Središnja Istra. Vidljivo je da i na tom području prosječno godišnje korištenje voda značajnije manje od koncesijski odobrenih količina. Trend zahvaćenih količina voda tijekom analiziranog razdoblja 2000-2007. pokazuje blagi pad od 1.9%. U danim podacima nisu uključene i količine voda s izvorišta Mutvica na kojoj je izgrađen vodozahvat ali još nije u normalnoj eksploataciji, kao ni za izvor Sv.Anton za koga je vodovod Labin osigurao koncesiju, ali jš nije izgrađen vodozahvat kao ni magistralni opskrbni cjevovod.

Tablica 4-9. Koncesije i korištenje vode za vodoopskrbu javnih vodoopskrbnih komunalnih firmi s krškog područja Hrvatske za CPV

HR_KCPV 02	SREDIŠNJA ISTRA						
Vodovod	Vodo zahvat	Tip zahvata	Odobrena God. koncesija ( $\cdot 10^6$ m <sup>3</sup> )	Odobreno maksimalno korištenje (l/s)	Prosječno god korištenje ( $\cdot 10^6$ m <sup>3</sup> )	Max. registrirano sr.mj. korištenje (l/s)	Napomene
Vodovod Pula	Rakonek	Izvor	6.800	250	4.42	222	
Vodovod Labin	Fonte Gaia – Kokoti	Izvor	3.000	180	1.924	107	Zahvat na 2 izvora međusobno hidrološki povezana
	Mutvica		1.296	80			Nije u redovnoj funkciji
	Kožljak		0.536	17	0.427	35	
	Plomin		0.505	16	0.168	7.5	
	Sv. Anton		3.240	250			Nije još u eksploataiji
Komunalac - Opatija	Vela Učka	Izvor	0.950	30	0.482	28	
	Mala Učka		0.800	25	0.477	23	
	Sredić		0.315	10	0.091	5.7	
UKUPNO*	8		12.906	528	7.989	428.2	* bez Mutvice i Sv. Antona

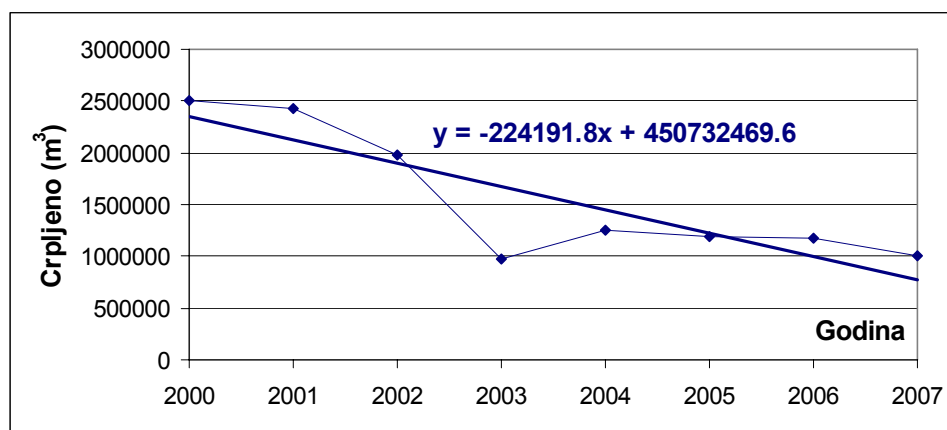


Slika 4-47. Godišnji hod zahvaćenih količina voda za javnu vodoopskrbu CPV Središnja Istra

U Tablici 4-10 i na Slici 4-48 dan je prikaz stanja na području CPV Južna Istra. Radi se o području na kome je zbog dugogodišnjih nepovoljnih antropogenih utjecaja tijekom posljednjih dvadesetak godina došlo do napuštanja dijela vodozahvata – bunara na širem području grada Pule. To je imalo neposrednu posljednicu na smanjenje zahvaćenih količina voda za vodoopskrbu Vodovoda Pula, a što je vidljivo i iz iskazanoga trenda od oko 12% godišnje. Taj je trend zapravo i izraženiji s obzirom na ukupne stvarno crpljene količine, no u danom tabličnom prikazu su kod dijela bunara koji su isključeni iz eksploatacije u prosječne zahvaćene količine voda uzete u razmatranje samo godine kad su ti bunari radili, a ne prosjek za cjelokupno analizirano razdoblje, s uključenim godinama kada nije bilo crpljenja.

Tablica 4-10. Koncesije i korištenje vode za vodoopskrbu javnih vodoopskrbnih komunalnih firmi s krškog područja Hrvatske za CPV Južna Istra

HR_KCP V_03		JUŽNA ISTRA					
Vodovod	Vodo zahvat	Tip zahvat a	Odobrena God. koncesija ( $\cdot 10^6 \text{ m}^3$ )	Odobreno maksimalno korištenje (l/s)	Prosječno god korištenje ( $\cdot 10^6 \text{ m}^3$ )	Max. registrirano sr.mj. korištenje (l/s)	Napomene
Vodovod Pula	Valdragon 3	Bunar	0.3	13	0.101	8.3	ne crpi se od 2002.
	Valdragon 4		0.35	12	0.168	9.6	
	Valdragon 5		0.2	7	0.132	7.4	
	Fojbon		0.25	8	0.051	7	ne crpi se od 2003.
	Jadreški		1.1	39	0.566	35	
	Šišan		0.85	28	0.646	26.5	
	Tivoli		0.5	34	0	0	Nije korišten u analiz. periodu
	Škatari		0.1	8	0	0	
	Peroj		0.1	6	0	0	
	Karpi		0.2	11	0	0	
	Campanož		0.6	22	0.03	5.5	ne crpi se od 2001.
Ševe	0.3	10	0.173	9.5	ne crpi se od 2003.		
UKUPNO	12		4.65	198	1.867	108.8	Dio vodozahvata sada izvan pogona

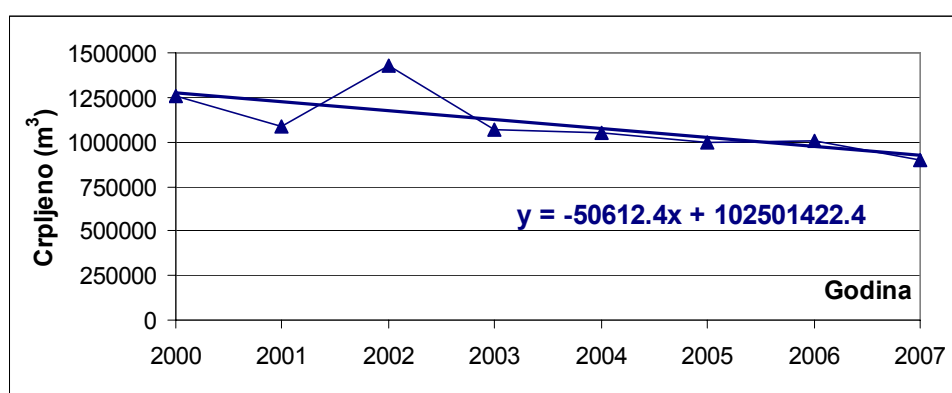


Slika 4-48. Godišnji hod zahvaćenih količina voda za javnu vodoopskrbu CPV Južna Istra

U [Tablici 4-11](#) i na [Slici 4-49](#) dan je prikaz stanja na području CPV Riječki zaljev. Radi se o području s minornim količinama zahvaćenih voda za vodoopskrbu na području masiva Učke. Iz tih se izvora putem Komunalca Opatija opskrbljuje vodom dio visoke zone područja Opatije i Lovrana. Izražen je trend opadanja zahvaćenih količina voda od 4.7%.

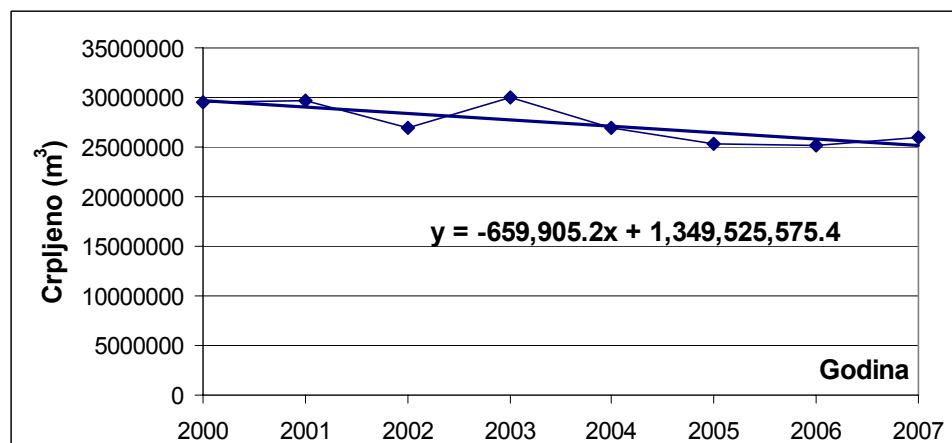
Tablica 4-11. Koncesije i korištenje vode za vodoopskrbu javnih vodoopskrbnih komunalnih firmi s krškog područja Hrvatske za CPV Riječki zaljev

HR_KCPV_04 RIJEČKI ZALJEV							
Vodovod	Vodo zahvat	Tip zahvata	Odobrena God. koncesija ( $\cdot 10^6 \text{ m}^3$ )	Odobreno maksimalno korištenje (l/s)	Prosječno god korištenje ( $\cdot 10^6 \text{ m}^3$ )	Max. registrirano sr.mj. korištenje (l/s)	Napomene
Komunalac Opatija	Tunel Učka	Izvor	2.5	80	1.027	73	
	Rečina		0.315	10	0.060	6.5	
UKUPNO	2		2.815	90	1.087	79.5	



Slika 4-49. Godišnji hod zahvaćenih količina voda za javnu vodoopskrbu CPV Riječki zaljev

U **Tablici 4-12** i na **Slici 4-50** dan je prikaz stanja na području CPV Rijeka – Bakar, koje je u pogledu korištenja vode za vodoopskrbu jedno od najznačajnijih CPV u Hrvatskoj. S vodnih resursa toga područja opskrbljuje se vodom područje grada Rijeke i niza susjednih općina i gradova, pa čak i izvan te CPV. Analiziranom području rubno pripada i zahvat vode iz bunara u Triblju, gdje se koriste minorne količine voda. Prema danim podacima vidljivo je da se prosječno koristi samo oko 37% od koncesijski odobrenih količina voda. Vidljivo je i da je prisutan trend smanjenja (0.9%) zahvaćenih količina voda za vodoopskrbu.

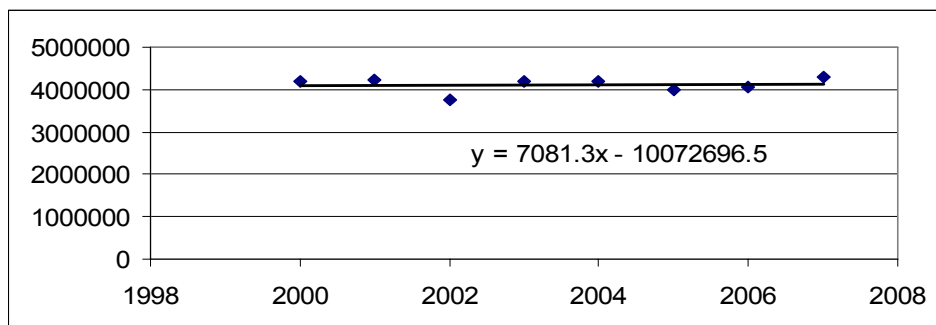


Slika 4-50. Godišnji hod zahvaćenih količina voda za javnu vodoopskrbu CPV Rijeka - Bakar

Tablica 4-12. Koncesije i korištenje vode za vodoopskrbu javnih vodoopskrbnih komunalnih firmi s krškog područja Hrvatske za CPV Rijeka - Bakar

HR_KCPV_05 RIJEKA – BAKAR								
Vodovod	Vodo zahvat	Tip zahvata	Odobrena God. koncesija ( $\cdot 10^6 \text{ m}^3$ )	Odobreno maksimalno korištenje (l/s)	Prosječno god korištenje ( $\cdot 10^6 \text{ m}^3$ )	Max. registrirano sr.mj. korištenje (l/s)	Napomene	
Vodovod i kanalizacija - Rijeka	Zvir I	Izvor	31	2000	5.948	917	Koristi se kad Izvor Rječine smanji izdaš.	
	Zvir II		7.1	450	0.330	436	Rezervno cr.	
	Rječina		20.5	1800	18.542	928	Presušuje	
	Martinšćica		Bunari	6.5	410	1.487	189	
	Perilo		Kapt. galerija	3	230	0.505	86	
	Dobrica		Izvor	4	250	0.283	56	
	Dobra		Izvor	1.324	42	0.086	34	
Vodovod Žrnovnica – Novi Vinodolski	Tribalj	Bunar	0.1	8	0.046	3		
UKUPNO	8		73.524	5190	27.227	2649		

U **Tablici 4-13** i na **Slici 4-51** dan je prikaz stanja na području CPV Lika – Gacka. Koristi se oko 50% od koncesijski odobrenih količina voda, a količina zahvaćenih voda, prikazana preko reprezenata koji su imali cjelovitu registraciju tijekom analiziranog razdoblja (Vodovod Žrnovnica na izvorištu Žrnovnica, Vrelo Ličanke u Fužinama i zahvat voda iz Hrmotina za Južni ogranak vodovoda Hrvatskog primorja) tijekom analiziranog razdoblja praktički stagnira – registriran je minimalan trend opadanja.



Slika 4-51. Godišnji hod zahvaćenih količina voda za javnu vodoopskrbu CPV Lika – Gacka (dio - izvorište Žrnovnice, Vrelo Ličanke i Hrmotine)

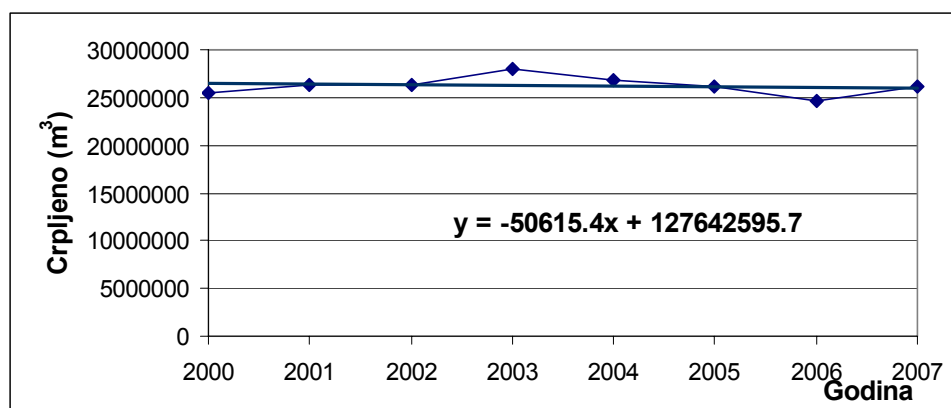
Tablica 4-13. Koncesije i korištenje vode za vodoopskrbu javnih vodoopskrbnih komunalnih firmi s krškog područja Hrvatske za CPV Lika - Gacka

HR_KCPV_06 LIKA – GACKA							
Vodovod	Vodo zahvat	Tip zahvata	Odobrena God. koncesija ( $\cdot 10^6 \text{ m}^3$ )	Odobreno maksimalno korištenje (l/s)	Prosječno god korištenje ( $\cdot 10^6 \text{ m}^3$ )	Max. registrirano sr.mj. korištenje (l/s)	Napomene
Komunalac – Delnice	Vrelo Ličanke	Izvor	0.6	36	0.498	19	
Vodovod Žrnovnica – Novi Vinodolski	Žrnovnica	Izvor	6.4	450	4.090	226	
Vodovod Brinje	Maljkovac	Izvor	0.252	8			Nema podataka
	Lončarevo vrelo						
Komunalac Senj	Izvori u Senjskoj Dragi	Izvor	0.505	16	0.009	2.9	Nema podataka – ocjena za 1999
	Hrnotine - komora	Zahvat površ. voda iz tunela HE Senj					Vlastiti zahvat
Južni ogranak	Hrnotine - komora		12.0	600	3.865	281	Zahvat za regionalni vodovod
Komunalac Otočac	Tonkovića vr. – izv. Gacke	Izvor	1.9	120	1.555	60	
Velinac - Karlobag	Velika Rudanka	Izvor	0.09	25	0.009	3.9	Pod za 2006/07
	Crno vrelo		0.055	20	0.027	2.9	
Usluga - Gospić	Mrdenovac	Izvor	1.577	50	0.667	5.8	Pribl. ocjena korišteni i izvori Kalinovača i Trnovac 0.311 mil.m <sup>3</sup> i 21 l/s i 0.437 mil.m <sup>3</sup> i 15.4l/s
	Košna voda		0.047	15	0.253	11	
	Vrilina		0.315	8			
	Vrbas		0.346	11	0.250	11	
	Domićuša		0.079	3			
	Muharov jarak		0.189	6			
	Odra		0.110	4			
	Ričina		0.283	9	0.188	21	
	Pečina		0.189	6			
UKUPNO*	19		24.937	1387	12.159	680.9	* Nekompletni podaci

U Tablici 4-14 i na Slici 4-52 dan je prikaz stanja na području CPV Zrmanja. Radi se o manje naseljenom području s koga se zahvaćene vode samo manjim dijelom koriste na lokalnom području. Najveći dio zahvaćenih voda otpada na vodozahvat Vodovoda Zadar – Muškovci i Berberov buk, s kojih se voda i odvodi do te susjedne CPV. Zahvat čini više desnoobalnih izvora u zaobalju Zrmanje na lokalitetu Muškovci (Dorinovac, Čavlinovac i Sekulića Vrelo), kao i zahvat Berberov buk u samom koritu Zrmanje. Prema navodima u Vodoopskrbnom planu Zadarske županije (Hidroprojekt-ing, 2008), na mjestu vodozahvata na Zrmanji propisan je biološki minimum Zrmanje od  $1.0 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ . Zbog nepostojanja cjelovitije registracije zahvaćenih količina voda na području Gračaca (gdje površinski zahvat iz akumulacije Štikada i nema koncesije) i Lovinca tijekom referentnog razdoblja 2000.-2007., hod zahvaćenih količina voda dan je samo za zahvat voda Vodovoda Zadar kojemu glavninu čine vode iz zahvata Muškovci-Berberov buk. Vidljivo je da zahvaćene količine stagniraju.

Tablica 4-14. Koncesije i korištenje vode za vodoopskrbu javnih vodoopskrbnih komunalnih firmi s krškog područja Hrvatske za CPV

HR_KCPV_07	ZRMANJA						
Vodovod	Vodo zahvat	Tip zahvata	Odobrena God. koncesija ( $\cdot 10^6 \text{ m}^3$ )	Odobreno maksimalno korištenje (l/s)	Prosječno god korištenje ( $\cdot 10^6 \text{ m}^3$ )	Max. registrirano sr.mj. korištenje (l/s)	Napomene
Vodovod Zadar	Muškovci, Breberov buk - Zrmanja	Izvori i Površ. (4)	20	1305	20.764	932	Min kapacitet izvorišta Muškovci 450 l/s
Komunalno Gračac	Štikada	Iz akumul.	Nema koncesiju	Nema koncesiju	1.144	39	
MO Bruvno??	Bruvno	izvor					Kao vodozahvat označeni na karti
MO Sveti Rok ??		izvor					
Općina Lovinac	Mračaj	izvor		2			Na karti drugi izv.– Kudrovac i Begovac
	Vriline	izvor		3			
UKUPNO*	8		20	1310	21.908	971	* Nekompletni podaci

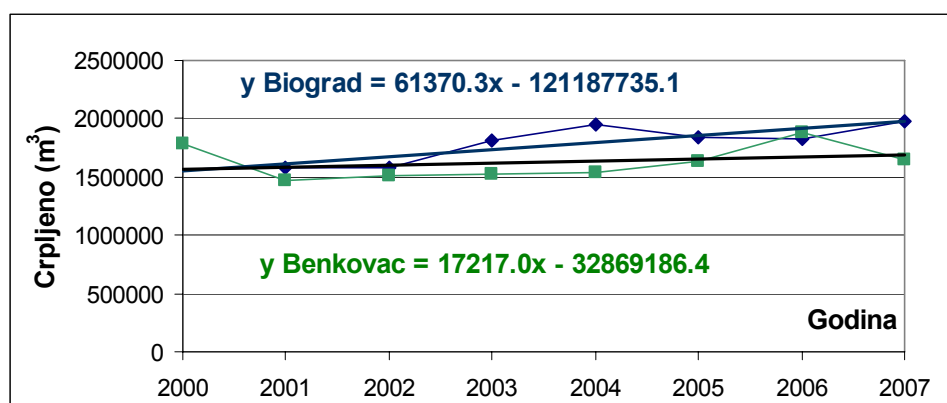


Slika 4-52. Godišnji hod zahvaćenih količina voda za javnu vodoopskrbu CPV (reprezent Vodovod Zadar koji glavninu vode za svoje potrebe zahvaća iz vodozahvata Muškovci-Berberov Buk)

U Tablici 4-15 i na Slici 4-43 dan je prikaz stanja na području CPV Ravni kotari. Radi se o prostoru koga pokrivaju vodovodi iz Zadra, Biograda i Benkovca. Dio zahvata u prikazanoj tablici za koje je ishoda koncesija nalazi se u fazi istraživanja i nije u redovitom pogonu, a isto tako dio otpada na manja izvorišta koja su uglavnom u pričuvi, i na kojima također ne postoji registracija zahvaćenih količina voda. Vodovod Benkovac nema osiguranu koncesiju, iako godišnje koristi oko 0.5 mil. m<sup>3</sup> vode. Na analiziranom prostoru prosječno s ekorišti oko trećina od ukupno odobrenih koncesijskih količina. Prema odabranim reprezentima stanja (Vodovodi iz Biograda i Benkovca), hod zahvaćenih količina voda na oba ova vodovoda ima blagi trend porasta - 1% kod Benkovca i nešto više - 3.5% kod Biograda.

Tablica 4-15. Koncesije i korištenje vode za vodoopskrbu javnih vodoopskrbnih komunalnih firmi s krškog područja Hrvatske za CPV Ravni kotari

HR_KCPV_08 RAVNI KOTARI							
Vodovod	Vodo zahvat	Tip zahvata	Odobrena God. koncesija ( $\cdot 10^6 \text{ m}^3$ )	Odobreno maksimalno korištenje (l/s)	Prosječno god korištenje ( $\cdot 10^6 \text{ m}^3$ )	Max. registrirano sr.mj. korištenje (l/s)	Napomene
Vodovod Zadar	Bokanjac – bubari 4 i 5	Bunar	8	500	1.568	142	
	Jezerce		7	390	4.313	150	
	Boljkovac		1	200	0.550	57	
	Golubinka	Izvor	5	330	0.881	103	
	Stanesa i Pećine		0.070	15			
	Mramor i Gradina		0.030	4			
	Nezret i Jezerine		0.220	17	0.108	5	Za Novigrad
	Vratovac, Kneževića vrelo, Jukić I i II		0.380	15	0.205	9.3	Na području Starigrada
	Mrzlac		0.400	15			
	Okno		0.450	60			
Komunalac - Biograd	Biba	Izvor	0.600	28	0.227	19	
	Begovača	Izvor	0.750	40			
	Turanjsko jezero	Podz. vode	0.550	30	0.580	58	
	Kutijin stan		0.7	38	0	0	Koristi se za navodnjavanje - VRANA
	Kakma	Izvor	4.0	253	0.928	83	Poseban zahvat i za Vodovod Benkovac
Vodovod i odvodnja - Benkovac		Izvor	Odbijena koncesija		1.625	91	
UKUPNO*	22		29.15	1935	10.98	717.3*	*Nekompletni podaci



Slika 4-43. Godišnji hod zahvaćenih količina voda za javnu vodoopskrbu CPV Ravni kotari (reprezentni zahvati voda Komunalca - Biograd i Vodovoda i odvodnje – Benkovac)

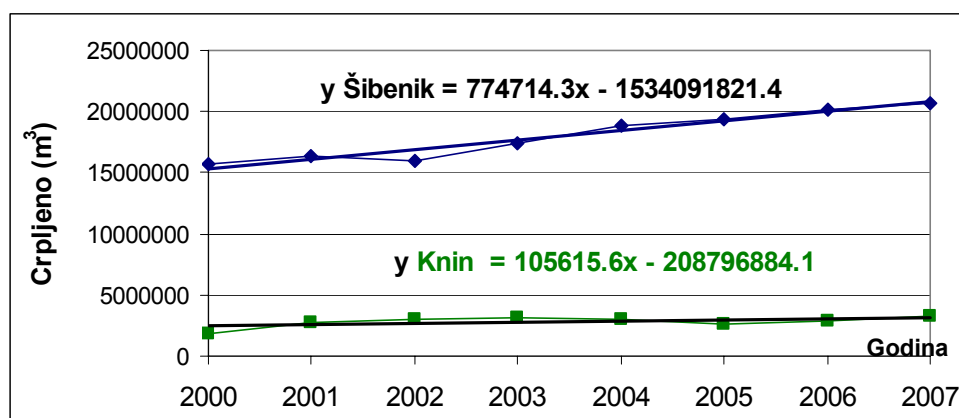
U Tablici 4-16 i na Slici 4-44 dan je prikaz stanja korištenja voda za potrebe vodoopskrbe na području CPV Krka. Radi se o prostoru na kome je po količinama zahvaćenih voda daleko najveći korisnih Vodovod Šibenik, a koji pak glavninu svojih potreba zadovoljava iz izvorišta Jaruga lociranog neposredno uz rijeku Krku



– ispod Skradinskog buka. Tu se zapaža i velika razlika između koncesijom odobrenih godišnjih količina korištenja voda ( $7.5 \text{ mil. m}^3$ ) i stvarno zahvaćenih koje za 2008.g. iznose  $19.65 \text{ mil. m}^3$ , odnosno 2.6 puta više. Zbog toga je, unatoč diejlom i nekompletnim podacima za nekoliko manje izdašnih izvorišta, i na razini CPV Krka ukupna količina zahvaćenih voda veća od ukupno koncesijki odobrenih količina. Prisutan je i relativno značajan trend povećanja korištenja voda – značajniji kod šibenskog vodovoda (4.3%) koji pokriva priobalno područje nego li na području koga pokriva kninski vodovod (3.8%).

Tablica 4-16. Koncesije i korištenje vode za vodoopskrbu javnih vodoopskrbnih komunalnih firmi s krškog područja Hrvatske za CPV Krka

HR_KCPV_09 KRKA							
Vodovod	Vodo zahvat	Tip zahvata	Odobrena God. koncesija ( $\cdot 10^6 \text{ m}^3$ )	Odobreno maksimalno korištenje (l/s)	Prosječno god korištenje ( $\cdot 10^6 \text{ m}^3$ )	Max. registrirano sr.mj. korištenje (l/s)	Napomene
Vodoopskrba i odvodnja – Šibenik	Jaruga	Izvor	7.5	900	19.648	800	
	Kovča			18	0.065	10	
	Jandrići I				25		
	Jandrići II		1.208	12	0.166	22	
	Torak		0.7	50			
Rad Drmiš	Torak	Akumul.	1.6	50	0.031	1	
	Miljacka	Površ. vod.	1.6	50			
	Čikola	izvor	6.3	200	1.648	91	
	Veliki Točak	izvor	0.3	10			
KP KNIN	Golubić	izvor	3.0	300	2.744	129	Izvori Šimića vrelo i Krčić ???
KD Biskupija	Lopuško iz. Kosorč.		0.015	0.5	0.082	5.0	
UKUPNO*	12		22.223	1615.5	24.384	1058	*Nekompletni podaci



Slika 4-44. Godišnji hod zahvaćenih količina voda za javnu vodoopskrbu CPV Krka (reprezentni zahvati Vodovoda Šibenik i KP Knin)

U Tablici 4-17 i na Slici 4-45 dan je prikaz stanja na području CPV Cetina. Radi se o po zahvaćenim količinama voda za vodoopskrbu najznačajnijem potrošaču voda na cjelokupnom analiziranom krškom području, iz koga se opskrbljuje i najveći grad – Split. Vodoopskrbni sustavi su na tom području vezan za dva tipa resursa – zahvati iz izvorišta podzemnih voda, kao i iz hidroenergetskog sustava HEP-a na rijeci Cetini, a iz kojih se vodom napaja i dio srednjedalmatinskih otoka.

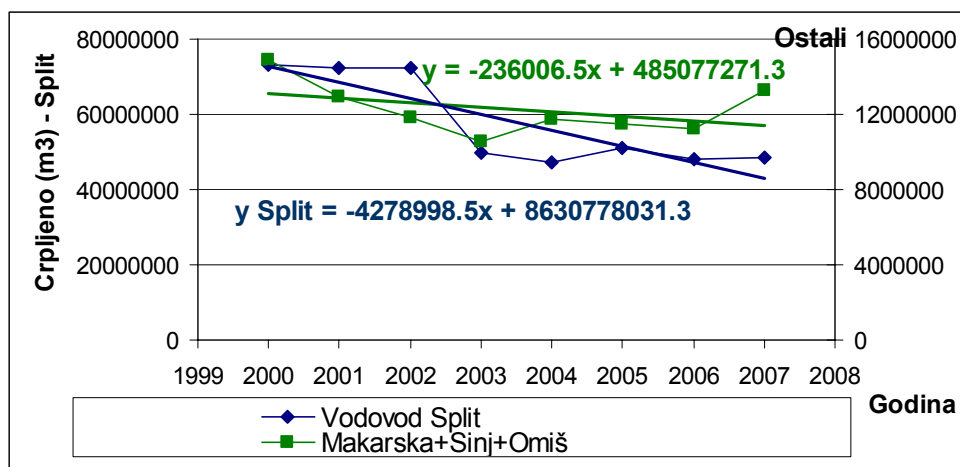
Detaljniji prikaz vodnih resursa i njihovih značajki, kao i korištenja voda analiziranog prostora dan je u recentnom Vodoopskrbnom planu Splitsko-dalmatinske županije (IGH, 2009), iz kojeg je preuzet i dio prikazanih podataka. Iz međuodnosa koncesijski odobrenih zahvaćenih količina voda i stvarno registriranih, vidljivo je da i na ovoj CPV dolazi do odstupanja u smislu većih zahvaćenih količina od dozvoljenih. Razlog tome su zahvaćene količine na izvoru Jadro, koje su vjerojatno i veće od prikazanih s obzirom da se u dostavljenim podacima u očevidnicima zahvaćenih količina koristi termin količina „usmjerenih u vodoopskrbni sustav“.

Tablica 4-17. Koncesije i korištenje vode za vodoopskrbu javnih vodoopskrbnih komunalnih firmi s krškog područja Hrvatske za CPV Cetina

HR_KCPV_10		CETINA					
Vodovod	Vodo zahvat	Tip zahvata	Odobrena God. koncesija ( $\cdot 10^6 \text{ m}^3$ )	Odobreno maksimalno korištenje (l/s)	Prosječno god korištenje ( $\cdot 10^6 \text{ m}^3$ )	Max. registrirano sr.mj. korištenje (l/s)	Napomene
Vodovod i kanalizacija Split	Jadro	Izvor	31.0	2000	57.8*	1871	*Umjesto zahvaćeno koristi se termin usmjeren u vodoopskrbni sustav – zahvaćene su još veće količine
	Rimski bunar	Bunar	0.9	60	1.237	57	
Usluga Vrlika	Vukovića vrelo	Izvor	0.5	90	0.552	25	Izvor Vrlička česma ??
Vodovod Marina	Dolac	Bunar	Nije izdana koncesijama – zahvaća se do 20 l/s.				
Vodovod i čistoća - Sinj	Ruda - tunel	Iz HE sustava	8.0	540	4.699	224	
	Kosinac	izvor	1.5	90	0.672	33	
	Šilovka	izvor	Nije izdana koncesija – zahvaća se do 40 l/s				
Vodovod Omiš	Zakućac - Cetina	Iz HE sustava	4.0	630	6.743	432	
	Jurjevići	izvor	0.7	48	0.210	11	
	Gojsalić	izvor					
	Podašpilje	izvor			?	?	Vodvod za zagorski dio Omiške Dinare
Brzet	izvor	?	?	?	?		
Vodovod Makarska	Baška voda	izvor	0.025	20			Izvori manjega značenja - nisu raspoloživi podaci o režimu njihova korištenja
	Vrutak		0.205	8			
	Orašće		0.005	1			
	Grebice		0.150	10	0.015		
	Vepric		0.032	3	0		
	Izbitac	0.002	3	0.002			
	HE Kraljevac	Iz HE sustava	8.0	500	5.211	344	
	Žrnovnica	Izvor	Nije izdana koncesija jer njime ne upravlja komunalno poduzeće već lokalno stanovništvo koje je zahvat izgradilo samodoprinosom 80.tih godina prošlog stoljeća – kapacitet zahvata je 40 l/s.				
UKUPNO*	21		55.015	4003	66.191	2997	*Nekompletni podaci

Vidljivo je i smanjenje trenda zahvaćenih količina tijekom analiziranog referentnog razdoblja – kako kod Vodovoda Split, tako i skupno za vodovode Makarske, Sinja i Omiša (1.9% godišnje). Trend godišnjeg smanjenja zahvaćenih (usmjerenih u vodoopskrbni sustav) količina voda kod Vodovoda Split (7.4%) nije realan i vjerojatno je više posljedica različitog načina iskazivanja zahvaćenih količina nego li stvarno smanjene potrošnje vode. Naime, iz danog je grafa vidljivo da je 2003.g. evidentiran nagli skok – cca za 1/3 smanjene su

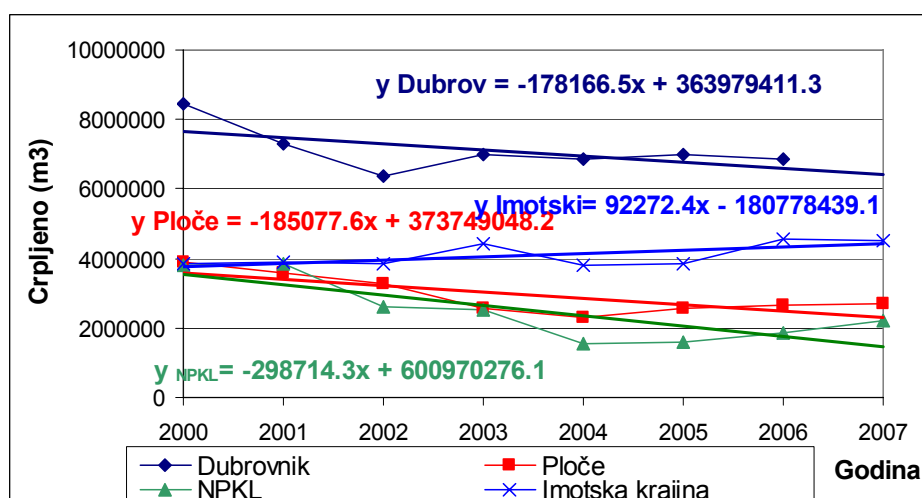
prikazane registrirane količine u odnosu na ranije godine. Počev od 2003.g. u vodoopskbnni sustav se sa izvora Jadro usmjerava cca 48 – 51 mil. m<sup>3</sup> vode, dok su se ranije iskazane količine kretale oko 72 – 73 mil. m<sup>3</sup>. No, i ove bitno manje prikazane količine voda za preko 50% su veće u odnosu na koncesijki odobrene količine.



Slika 4-45. Godišnji hod zahvaćenih količina voda za javnu vodoopskrbu CPV Cetina (reprezentni zahvati vodovoda Split te sumarno Makarska, Sinj i Omiš)

U **Tablici 4-18** i na **Slici 4-46** dan je prikaz stanja korištenja vodnih resursa za potrebe javne vodoopskrbe na području CPV Neretva. Radi se o prostorno vrlo izdiferenciranom području koje se snabdijeva iz više različitih vodnih resursa kod kojih se glavnina područja prihranjivanja nalazi na području susjedne države – Bosne i Hercegovine, gdje su i neka od izvorišta uključena u vodoopskrbni sustav javnih vodovoda s područja Hrvatske. Provedena usporedba korištenja voda i koncesijki odobrenih količina pokazuje da se za sada na razini godišnjih prosjeka koristi oko dvostruko manje voda od koncesijki odobrenih količina voda.

Provedena je i usporedba hodova godišnjih količina zahvaćenih voda koja pokazuje da svi vodoopskrbni sustavi koji pokrivaju priobalje (i dio srednjedalmatinskih otoka) imaju trend opadanja zahvaćenih količina voda za vodoopskrbu, osim vodovoda Imotske krajine koji pokazuje godišnji trend porasta od 2.2%. Ti se trendovi smanjenja zahvaćenih količina kreću od 2.5% kod vodovoda Dubrovnik, vodovoda Ploče 6.2% te kod NPKL čak 12%.



Slika 4-46. Godišnji hod zahvaćenih količina voda za javnu vodoopskrbu CPV Neretva s prikazanim podacima za odabrana vodoopskrbna komunalna društva

Tablica 4-18. Koncesije i korištenje vode za vodoopskrbu javnih vodoopskrbnih komunalnih firmi s krškog područja Hrvatske za CPV Neretva

HR_KCPV_11 NERETVA							
Vodovod	Vodo zahvat	Tip zahvata	Odobrena God. koncesija ( $\cdot 10^6 \text{ m}^3$ )	Odobreno maksimalno korištenje (l/s)	Prosječno god korištenje ( $\cdot 10^6 \text{ m}^3$ )	Max. registrirano sr.mj. korištenje (l/s)	Napomene
Vodovod Dubrovnik	Žuljana	Izvor	0.022	2	0.028	0.003	Podaci za 2006.
	Studenac	Izvor	0.220	20	0.178	11	
	Nereze	Pozdemne vode	0.120	30	0.111	6	
	Usječnik	Izvor	0.030	5			
	Račevica		0.0018	5			
	Vrelo		0.400	50			
	Ombla		24	1500	5.532	230	
	Zavrelje		2.2	136			
Konavosko K.D.	Duboka Ljuta – Župa Dubr.	I Izvor	6.0	360	0.955	48	Crpilište Robinzon
	Duboka Ljuta - Konavle		Nema koncesiju		1.328	60	
NPKL	Ljuta	izvor	0.8	90			
	Prud	izvor	12	382	3.588	185	
Izvor Ploče	Klokun	izvor	2.5	170	2.908	126	
Vodovod Imotske krajine	Opačac	Izvor	5.0	200	4.089		Vodovod ima i zahvat iz izvora Mukišnice u BiH – kapacitet dovoda 75 l/s
Komunalno – Vrgorac	Banja	Izvor	Nije izdata koncesija		1.419	71	Zahvaća se do 50 l/s
	Butina						Zahvaća se do 35 l/s
BILAN OREBIĆ		Izvor			0.568	55	Nema koncesije
Komunalno TRPANJ		Izvor			0.095	7	Nema koncesije
UKUPNO*	17		53.293	2950	20.799	799.0	*Nekompletni podaci

\*Nisu uključene količine voda Vodovoda Metković koji s vodozahvata Doljani godišnje (2008) uzima 1.823 mil.  $\text{m}^3$  vode

U **Tablici 4-19** i na **Slici 4-47** dan je prikaz stanja korištenja vodnih resursa na području otočkom području Hrvatske, odnosno unutar CPV Jadranski otoci. Radi se o specifičnom, prostorno izdiferenciranom području s koga se, ovisno o kom se otoku radi, zadovoljava od 100% otočkih potreba pa i osigurava vodoopskrba za susjedne otoke (otok Cres i njegovo izvorište Vransko jezero) pa do puno češće situacije da se koristi samo manji dio otočkih resursa, a glavina vodoopskrbnih potreba osigurava dovodom vode s kopna.

Tablica 4-19. Koncesije i korištenje vode za vodoopskrbu javnih vodoopskrbnih komunalnih firmi s krškog područja Hrvatske za CPV Jadranski otoci

<b>HR_KCPV_12 JADRANSKI OTOCI</b>							
Vodovod	Vodo zahvat	Tip zahvata	Odobrena God. koncesija ( $\cdot 10^6 \text{ m}^3$ )	Odobreno maksimalno korištenje (l/s)	Prosječno god korištenje ( $\cdot 10^6 \text{ m}^3$ )	Max. registrirano sr.mj. korištenje (l/s)	Napomene
<b>CRES</b>							
Vodovod i čistoća – Cres	Vransko jezero	Jezero	3.15	100	2.050	142	
<b>KRK</b>							
Ponikva – krk	Ponikve	PV i infiltrirane vode akumul..	2.681	85	1.600	131	
	Jezero – Njivice	Jezero	2.018	64	0.450	57	
	Vrutak	Izvor	0.157	5	0.431	22	
	Sopot		0.252	8	0.020	2.2	
	Santis		0.315	10	0.020	2.8	
	EB1	PV	0.788	25	0.021	8.3	
	EB2		0.346	11	0.290	27	
	Rovoznik	Izvor	0.006	6	0.021	2.0	
	Grabovnik		0.35	11.5			
Ogreni					0.006	0.4	
Ukupno Krk		10	6.913	225.5	2.859	252.7	
<b>RAB</b>							
Vrelo – Rab	Gvačići I - EB3	Bunar	0.536	17	0.012	7.5	Samo pojedinih godina u pogonu
	Gvačići II - EB4		0.315	10	0.044	12	
	Periči - B3		0.315	10	0.047	11	
	Podmravići - EM1		0.221	7			
	Idila - BR3		0.284	9			
	Mlinica	Izvor	0.536	17	0.068	16	Samo pojedinih godina u pogonu
	Pidoka		0.094	3			
Ukupno Rab		7	2.301	73	0.171	46.5	
<b>PAG</b>							
K.D. Novalja	Bunari kod Novalje						Ne koriste se više?
KD PAG	Velo Blato	Jezero – Izvor	1.136	36	0.021	1	
KD Poveljana	Dole	Bušotina	0.12	15	0.114	15	
Ukupno Pag		2	1.256	51	0.135	16	
<b>DUGI OTOK</b>							
Vodovod Zadar	Žman	Izvor	0.450	20	0.023	1.9	

Tablica 4.19. - nastavak

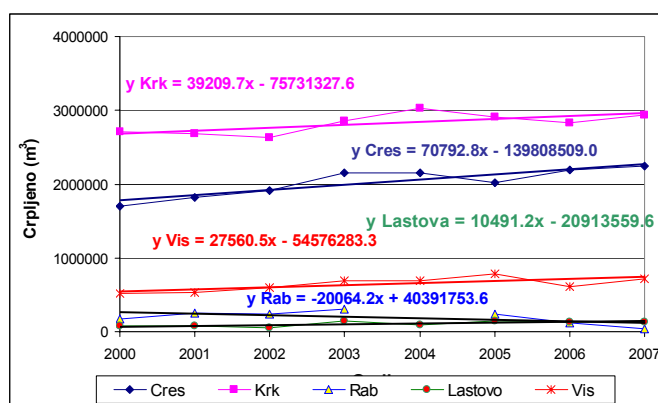
Vodovod	Vodo zahvat	Tip zahvata	Odobrena God. koncesija ( $\cdot 10^6 \text{ m}^3$ )	Odobreno maksimalno korištenje (l/s)	Prosječno god korištenje ( $\cdot 10^6 \text{ m}^3$ )	Max. registrirano sr.mj. korištenje (l/s)	Napomene
<b>BRAČ</b>							
Vodovod Brač	Dol		0.16	10			Ne koriste se
	Bol		0.080	5			
Ukupno Brač		2	0.24	15			
<b>HVAR</b>							
Hvarski vodovod	Libora	Podz. vode	0.500	40	0.487	37	
	Vir			8			
	Garmica			12			
Ukupno Hvar		3	0.500	60	0.487	37	
<b>KORČULA</b>							
Vodovod Blato	Studenac	Bunar	0.7	60	0.788	42	
	Prbako			5			
	Franulović			8			
	Gugić			15			
Ukupno Korčula		4	0.7	88	0.788	42	
<b>VIS</b>							
JKP Komiža	Korita	Bunar	0.65	23	0.63	36	
	Pizdica	Izvor		6			
Ukupno Vis		2	0.65	29	0.63	36	
<b>LASTOVO</b>							
Komunalac Lastovo	Prgovo	Bunar	0.07	4	0.126	6	
	Duboka						
Ukupno Lastovo		2	0.07	4	0.126	6	
<b>MLJET</b>							
Komunalno Mljet	Sobra				0.033		Bočata voda Do 8500 ppm
	Blato						
	Kozarica						
UKUPNO OTOCI*	<b>36</b>		<b>16.23</b>	<b>665.5</b>	<b>7.302</b>	<b>580.1</b>	* Nekompletni podaci

Iz prikazanih je podataka vidljivo da, iako ne postoji cjelovita registracija zahvaćenih količina voda za vodoopskrbu na manjem dijelu vodocrpilišta, i na području jadranskih otoka gdje općenito postoje nepovoljniji uvjeti za zahvate vode za javnu vodoopskrbu, postoje relativno respektabilni vodni resursi koji imaju važnu ulogu u osiguravanju zadovoljavanja vodoopskrbnih zahtjeva s vodom. Posebno se to odnosi na sjevernojadranske otoke.

Prosječno se koristi oko 45% količina voda u odnosu na koncesijski odobrene godišnje količine voda, a maksimalne zahvaćene količine voda u mjesecima s najvećom prosječnom potrošnjom su relativno bliske (87%)

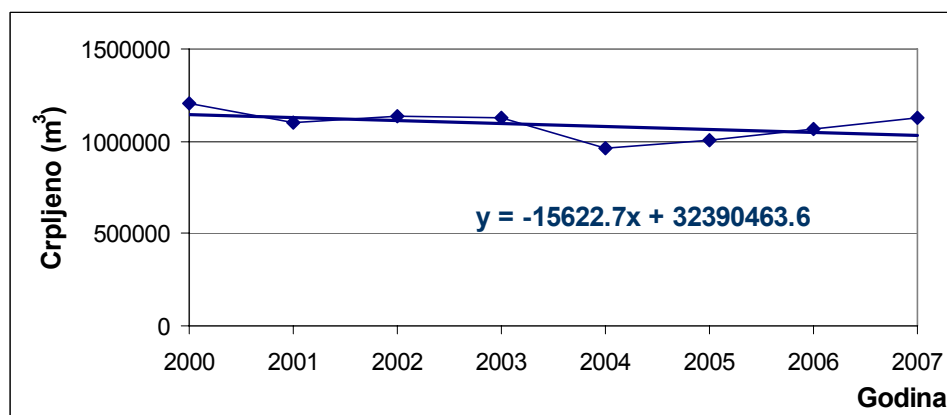
koncesijski odobrenim maksimalnim. No, pri tome valja napomenuti da se na nekim lokalitetima zahvaća daleko više vode nego li je odobreno po koncesiji. Najnaglašenije je to na zahvatu vode na lokalitetu Ponikve na otoku Krku gdje je maksimalna dozvoljena količina crpljenja 85 l/s, a maksimalna srednja mjesečna količina vode koja se crpi iz kaptažne galerije Vela Fontana na Ponikvama iznosi 131 l/s, a u danima s vršnim crpljenjima i značajnije više.

Iz **Slike 4-47** vidi se da gotovo na svim analiziranim otocima kod kojih su na raspolaganju stajali podaci o višegodišnjim nizovima zahvaćenih voda postoji trend povećanja korištenja lokalnih otočkih zaliha voda. Taj je trend najizrazitiji na otoku Lastovu i iznosi 9.9%, na Visu 4.3%, na Cresu 3.5%, a na Krku 1.4%. Na otoku Rabu je pak prisutan trend smanjenja korištenja otočkih lokalnih resursa od čak 10.3%, a što je posljedica sve značajnijeg utjela zahvaćenih i transportiranih voda s kopna – iz sustava HE Senj.



Slika 4-47. Godišnji hod zahvaćenih količina voda za javnu vodoopskrbu na pojedinim otocima CPV Jadranski otoci

U **Tablici 4-20** i na **Slici 4-48** dan je prikaz stanja zahvata i korištenja vodnih resursa za potrebe javn evodoopskrbe na području CPV Kupa, odnosno, obzirom na međudržavni karakter sliva Kupe, za dio CPV koji se nalazi na prostoru hrvatske države. Glavna odlika korištenja voda za vodoopskrbu na tom prostoru je postojanje zahvata niza izvorišta s relativno malom izdašnošću, koji su zbog prostorne izdiferenciranosti i relativno slabije naseljenosti toga područja, uglavnom zahvaćeni u vidu manjih međusobno nepovezanih javnih podsustava vodovoda. Prosječno se koristi oko 44% od ukupno odobrenih koncesijskih godišnjih količina vode, te svega oko 37% od maksimalnih količina. Radi se o kraju sa slabom naseljenošću i lošim demografskim kretanjima, tako da je tijekom analiziranog razdoblja 2000.-2007. zabilježen i opadajući trend korištenja vodnih resursa od 1.4%.



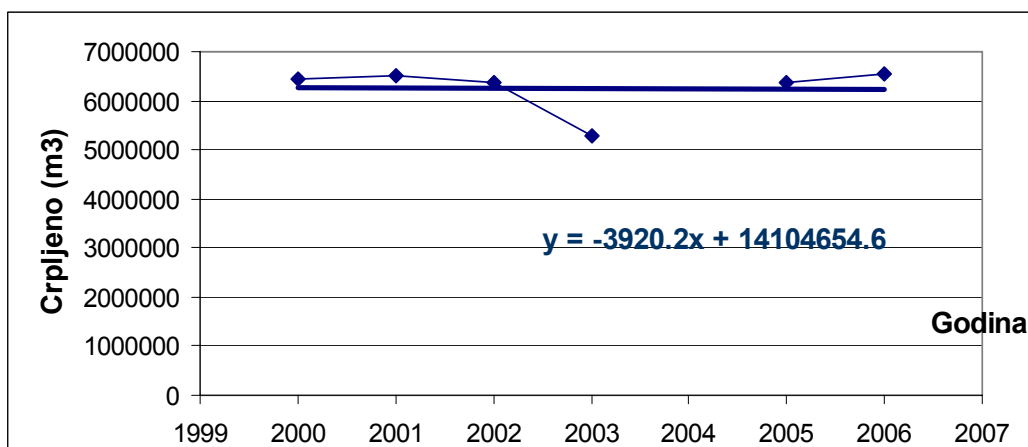
Slika 4-48. Godišnji hod zahvaćenih količina voda za javnu vodoopskrbu CPV Kupa

Tablica 4-20. Koncesije i korištenje vode za vodoopskrbu javnih vodoopskrbnih komunalnih firmi s krškog područja Hrvatske za CPV Kupa

Vodovod	Vodo zahvat	Tip zahvata	Odobrena God. koncesija ( $\cdot 10^6$ m <sup>3</sup> )	Odobreno maksimalno korištenje (l/s)	Prosječno god korištenje ( $\cdot 10^6$ m <sup>3</sup> )	Max. registrirano sr.mj. korištenje (l/s)	Napomene		
<b>HR_KCPV 13 KUPA</b>									
Čabranka - Čabar	Čabranka	Izvor	0.3	22	lij.	0.023	2.1		
					des.	0.088	11.5		
	Trbuhovica		0.025	4	0.034		0.7		
	Mlake				0.051		3.7		
	Tropeti		0.01	1.5	0.010		1.4		
	Pakleni jarak				0.018		1.4		
	Sušica				0.024		2.8		
	Žikovci 1				0.044		2.8		
	Žikovci 2		0.04	12	0.048		2.9		
	Sokoli 1				0.013		1.5		
	Sokoli 2				0.040		4.1		
	Crni Lazi								
	Potok Luka								
	Klanci						0.017	1.4	
	Kamenje						0.009	0.5	Ne koristi se od 2006
	Hrib 1						0.014	0.8	
	Hrib 2		0.01	2.5					
	Sveta gora (M. Lug)								
	Donji Zagari		0.15	3.3	0.004		0.5		
	Mandli				0.006		0.5		
Podstene	0.030				1.9				
Požarnica	0.010				1.9				
Komunalac Delnice	Mihićevo	Izvor	0.13	10	0.087	3.5	Lokve		
	Šćurak						0.065	5	0.042
	Mrzlica		1.0	60	0.668				
	Malenica				0.26	20	0.170		8.3
	Gločevac		0.065				5		
	Kupica								
	Sušica								
	Skrad 1, 2, 3, Paletina, Frankopan, Josipovac*		0.13	10					
	Hribške staje				0.065		5		
	Vodica								
Šubetov most Željeznička postaja Skrad	0.065	5	0.089		4.2	Skrad			
Kicelj									
Vodovod Ozalj	Obrh	Izvor	1.892	60	0.324				
UKUPNO*	39		4.272	230.3	1.863	86.1	* Nekompletni podaci		

U Tablici 4-21 i na Slici 4-49 dan je prikaz stanja na području CPV Dobra. Radi se o cjelini podzemnih voda koja u pogledu hidroloških značajki vodnih resursa i njihova korištenja za vodoopskrbu ima vrlo slična obilježja kao i prethodno analizirano područje CPV Kupe.





Slika 4-49. Godišnji hod zahvaćenih količina voda za javnu vodoopskrbu CPV Dobra

Tablica 4-21. Koncesije i korištenje vode za vodoopskrbu javnih vodoopskrbnih komunalnih firmi s krškog područja Hrvatske za CPV Dobra

Vodovod	Vodo zahvat	Tip zahvata	Odobrena God. koncesija (·10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Odobreno maksimalno korištenje (l/s)	Prosječno god korištenje (·10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Max. registrirano sr.mj. korištenje (l/s)	Napomene
<b>HR_KCPV_14</b>	<b>DOBRA</b>						
Komunalac Delnice	Stari Lazi	Izvor	0.026	2	0.276	11	Brod Moravice
	Žljeb Korito Jazbina		0.13	10			
	Ribnjak		0.26	27			
	Draškovac		0.1	5			
	Topli potok		0.015	1.5			
	Javorova kosa		0.025	5.5			
	Hribac		0.04	3			
Kom. Delnice Ukupno			0.596	54	0.276	11	
Vodovod Ozalj	Opara	Izvor	0.19	6	0.045		God 2008.
Vodovod i Kanalizacija Ogulin	Zdiška	Izvor	0.505	16	0.388		God 2008.
	Bocino vrelo		0.946	30	0.315		God 2008.
ViK Ogulin Ukupno			1.451	46	0.703		
Komunalno Duga Resa	Novigrad - Dobra	Površ	1.347	Nije uvjetovano	2.104	76	
	Popošćak	Izvor	0.442				
	Petrak	Izvor	0.63				
Kom. Duga Resa - uk			2.419		2.104	76	
UKUPNO*	14		4.656	106	3.12	87	*Nekompletni podaci

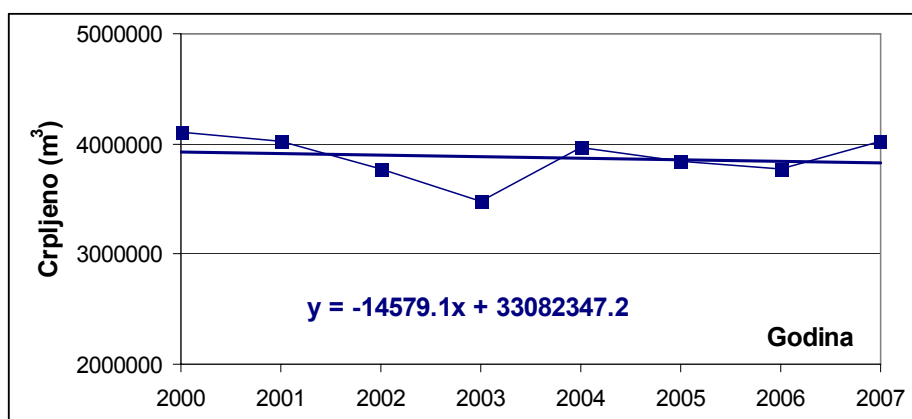
Iz danih je prikaza vidljivo da su registrirani podaci prilično nekompletni, tako da uglavno niti za odabranu 2008.g. nisu kod svih vodovoda stajali na raspolaganju mjesečni podaci o korištenju pojedinih izvora za vodoopskrbu. Takođe niti hod godišnjih količina zahvaćenih voda za potrebe javne vodoopskrbe tijekom razdoblja 2000.-2007. nije kompletan. Ipak, i iz raspoloživih podataka se može vidjeti da nema izraženoga trenda

ni opadanja a ni porasta zahvaćenih količina voda za vodoopskrbu – rezultirajući trend ispaio je blizak jedinici, odnosno -0.1%.

U tablici 4-22 i na Slici 4-50 dan je prikaz stanja na području CPV Mrežnica. Radi se također o slabije naseljenom području s nizom koga u smislu vodoopskrbe pokriva nekoliko vodoopskrbnih poduzeća i njihovih sustava Najznačajniji je Vodovod i kanalizacija Ogulin, a koji ima i nekoliko nezavisnih podsustava. Sustav cjelovite registracije zahvaćenih količina voda nije još u potpunosti uspostavljen, tako da su i prikazani podaci značajnim dijelom nekompletni. Posebice se to odnosi na nedostatak informacija - na razini mjesečnih, pa dijelom i godišnjih crpljenih količina voda. Iz raspoloživih je podataka vidljivo da se koristi oko trećine koncesijski odobrenih količina voda.

Tablica 4-22. Koncesije i korištenje vode za vodoopskrbu javnih vodoopskrbnih komunalnih firmi s krškog područja Hrvatske za CPV Mrežnicu

Vodovod	Vodo zahvat	Tip zahvata	Odobrena God. koncesija ( $\cdot 10^6 \text{ m}^3$ )	Odobreno maksimalno korištenje (l/s)	Prosječno god korištenje ( $\cdot 10^6 \text{ m}^3$ )	Max. registrirano sr.mj. korištenje (l/s)	Napomene
<b>HR_KCPV 15</b>	<b>MREŽNICA</b>						
Vodovod Brinje	Žižići	Izvor	2.523	80	0.258	19	
Vodovod i kanalizacija Ogulin	Zagorska Mrežnica	Izvor	6.1	200	2.920		
	Dretulja – Plaški		0.946	30	0.062 ??		
	Studeno vrelo		0.378	12	0.005		
	Ljeskovo vrelo						
Komadina vrelo							
HOC Bjelolasica	Vrelo	Vrelo i bunar	0.09	??			
Vod.General ski Stol	Mrežnica	Površ. iz rijeke					Cca 5-10 l/s
<b>UKUPNO*</b>	9		10.037	322	3.183	100**	* nekompletno ** procijenjeno



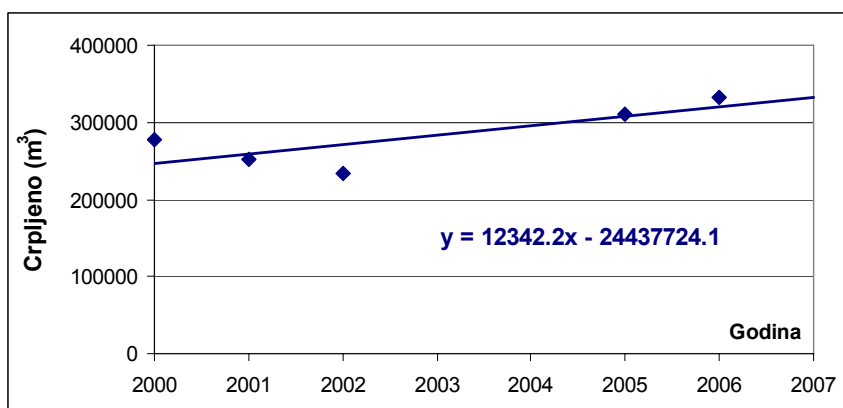
Slika 4-50. Godišnji hod zahvaćenih količina voda za javnu vodoopskrbu CPV Mrežnicu – reprezentivi Vodovod Karlovac i Vodovod Brinje

Kao reprezentivi stanja korištenja voda tijekom analiziranog razdoblja 2000.-2007. uzeti su Vodovod Brinje sa zahvaćenim količinama voda iz Žižića vrela na Stajničkom polju te Vodovod Ogulin (zbog nemogućnosti razdvajanja podataka po pojedinim izvorima, uzeti su skupni godišnji podaci koji uključuju i podatke korištenja voda i na nekim lokalitetima na susjednim CPV. Vidljivo je da je prisutan blagi trend smanjenja korištenja vodnih zaliha.

U **Tablici 4-23** i na **Slici 4-51** dan je prikaz stanja na području CPV Korana. I ovdje se radi o sličnoj CPV kao kod prethodno spomenutih CPV Kupre, Dobre i Mrežnice – kako u pogledu općih značajki korištenja voda, tako i samih informacija o količinama crpljenja i stanja koncesija koje su u najvećoj mjeri nisu bile raspoložive, tako da je temelj za dane procjene uz podatke hrvatskih voda bila Studija razvitka vodoopskrbe na području Karlovačke županije (Kaproyekt, 2007). Podaci s reprezentiva analiziranog područja – Vodovoda Slunj, pokazuju porast potreba za vodom od 4.4%.

Tablica 4-23. Koncesije i korištenje vode za vodoopskrbu javnih vodoopskrbnih komunalnih firmi s krškog područja Hrvatske za CPV Korana

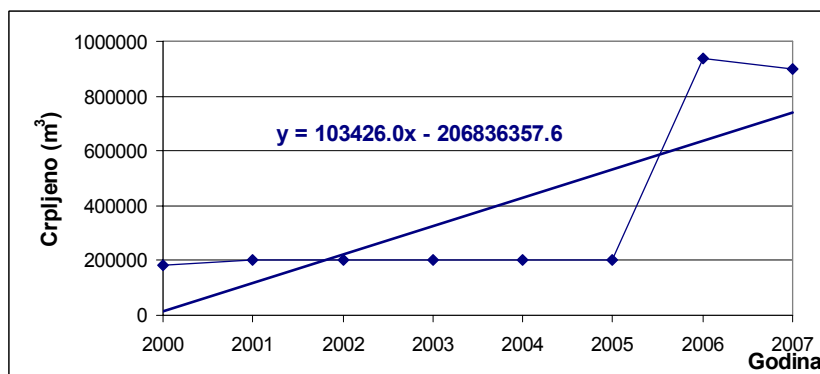
Vodovod	Vodo zahvat	Tip zahvata	Odobrena God. koncesija ( $\cdot 10^6$ m <sup>3</sup> )	Odobreno maksimalno korištenje (l/s)	Prosječno god korištenje ( $\cdot 10^6$ m <sup>3</sup> )	Max. registrirano sr.mj. korištenje (l/s)	Napomene
<b>HR_KCPV 16 KORANA</b>							
Komunalac Slunj	Slunjčica	Površ.?	1.072	34	0.306		
	Velika i Mala Vrebuša	Izvor	0.075	2.4	0.010		
Vodovod Velemerić	Petak	Izvor					cca 20 l/s
Vodovod Vojnić	Vrlesina -	Izvor			0.418		cca 5 l/s
	Vrelo Utinja					cca 60 l/s	
	Rijeka - Krstinja	Površ.					cca 1 l/s
NP Plitvička jezera	Kozjak	jezero					Cca 70 l/s
Rakovica	Broćanac i Kozjak	Izvor i jezero			0.415		Izvor cca 1-3 l/s i cca 17 l/s iz jezera
Vodovod Saborsko	Točak Čvrkalo	Izvor					Cca 5-10 l/s
Vodovod Lička Jasenica	Malo vrelo Ličke Jasenice	Izvor					Cca 5 l/s
Vodovod Netretić	Popovčak	Izvor					Cca 13 l/s
Vodovod Generalski Stol	Mrežnica	Površ. iz rijeke					Cca 5-10 l/s
UKUPNO*	14		1.147	36.4	4.0**	150**	* nekompletno ** procijenjeno



Slika 4-51. Godišnji hod zahvaćenih količina voda za javnu vodoopskrbu CPV Koranu – Vodovod Slunj

Tablica 4-24. Koncesije i korištenje vode za vodoopskrbu javnih vodoopskrbnih komunalnih firmi s krškog područja Hrvatske za CPV Una

Vodovod	Vodo zahvat	Tip zahvata	Odobrena God. koncesija ( $\cdot 10^6 \text{ m}^3$ )	Odobreno maksimalno korištenje (l/s)	Prosječno god korištenje ( $\cdot 10^6 \text{ m}^3$ )	Max. registrirano sr.mj. korištenje (l/s)	Napomene
<b>HR_KCPV 17 UNA</b>							
Komunalac Korenica	Vrelo Čujić Krčevine	Izvor	1.0	60	0.771	33	Podaci za 2006/07
	Krbavica		0.05	4.5			
Krbava - Udbina	Kraljevac, Bukovac	Izvor	1.1	35			
	Drgaševo vrelo		0.15	7			
			?	3			
Visočica - Donji Lapac	Loskun	Izvor	0.01	6			
	Joševica		0.1	22.5			
UKUPNO*	11		2.41	132	1.5**	75**	* nekompletno ** procijenjeno Nije uključena vodoop. Srba s oko 20 l/s kapt. izv.



Slika 4-52. Godišnji hod zahvaćenih količina voda za javnu vodoopskrbu CPV Una

U **Tablici 4-24** i na **Slici 4-52** dan je prikaz stanja na području CPV Una. Radi se o području gornjeg dijela toka Une koji se nalazi na državnom prostoru Republike Hrvatske. Podaci i za taj sliv su oskudni i nekompletni. Kao reprezent cjeline je uzet Vodovod Korenica, odnosno podaci o korištenju njihovih voda tijekom višegodišnjeg razdoblja 2000.-2007. Podaci pokazuju nagli skok – višestruko povećanje crpljenih količina počev od 2006.g., a čega je vjerojatni razlog proširenje kapaciteta vodovoda.

#### 4.7.2. Zahvati voda za energetiku

Iako se potrebe energetskog korištenja u postrojenjima HE koriste vode površinskih vodotoka, s obzirom na vrlo čvrstu uzajamnu povezanost površinskih i podzemni voda u kršu, u nastavku je dan (**Tablica 4-25**) i pregled hidroenergetskih zahvata voda na krškom području Hrvatske. Nažalost, zbog nemogućnosti neposrednog osiguranja podloga od njihova najvećeg korisnika (HEP), podaci o prosječnoj god. proizvodnji nisu određeni na temelju informacija iz analiziranog recentnog razdoblja 2000.-2007., već na temelju raspoloživih saznanja iz dokumenta Hidroelektrane u Hrvatskoj (Elektroprojekt, 2000) te službene web stranice Hrvatske elektroprivrede. Radi se o velikom broju HE čiji ukupan instalirani kapacitet na krškom području Hrvatske iznosi oko 1800 MW, instalirani maksimalni protok  $1153 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ , s izgrađenih oko 769.9 mil.m<sup>3</sup> akumulacijskog prostora u Hrvatskoj, a čemu treba pribrojiti i 1920.7 mil.m<sup>3</sup> akumulacijskog prostora u susjednoj BiH koji je u sustavu HE u Hrvatskoj.

Tablica 4-25. Pregled zahvata voda za potrebe HE korištenja na krškom području Hrvatske

Korisnik	HE	Zahvat	Snaga (MW)	Maks. kapacitet ( $\text{m}^3 \text{ s}^{-1}$ )	Prosj. god proizvodnja (GWh)	Akumulacija – maks. volumen (mil. m <sup>3</sup> )
<b>HR KCPV 05 RIJEKA – BAKAR</b>						
HEP	HE Rijeka	Vodotok Rječina	36	21.0	97.9	Kompenzacijski bazen Valići 0.6 mil. m <sup>3</sup>
<b>HR KCPV 06 LIKA – GACKA</b>						
HEP	CHE Fužine	Vodotok Lokvarka, a i rad kao RHE	4.8	9.9	6.57	Dio voda iz CPV Kupe, - Akumulacija Lokvarka 35.3 mil.m <sup>3</sup>
	CHE Lepenica	Vodotok Lepenica	1.14	6.2	2.73	Ak. Lepenica 3.56 mil.m <sup>3</sup>
	HE Vinodol	Vodotok Ličanka i iz CHE Fužine i Lepenica	90	16.7	139	Strojarnica na CPV-u Rijeka-Bakar - Ak. Bajer 1.5 mil.m <sup>3</sup> - Ak. Potkoš 0.33 mil.m <sup>3</sup>
HEP	HE Sklope	Vodotok Lika	25	45	85	Akumulacija Krušćica 142 mil.m <sup>3</sup>
HEP	HE Senj	Lika i Gacka	216	60	972	- Komp. Bazen Gusić 1.3 mil.m <sup>3</sup>
<b>HR KCPV 07 ZRMANJA</b>						
HEP	RHE - Velebit	Vodotoci Gračačkog platoa – Ričica, Opsenica, Otuča i Krivak	276	60	430	- Ak.. Opsenica – 2.7 mil.m <sup>3</sup> - Ak. Štikada – 9.6 mil.m <sup>3</sup> - Donji bazen Razovac – 1.84 mil.m <sup>3</sup>
<b>HR KCPV 09 KRKA</b>						
HEP	HE - Jaruga	Krka	5.4	31	35	Protočna HE
	HE - Miljacka	Krka	24	30	116	Protočna HE
	HE - Golubić	Vodotok Butišnica	7.5	14	28.5	Komp. bazen Golubić – 0.329 mil.m <sup>3</sup>
	HE - Krčić	Rijeka Krka	0.375	1.0	2.0	Protočna HE

HIDRO-WATT D.O.O	HE Roški slap	rijeka Krka - Roški slap	1.64	12	6.93*	Protočna HE
Korisnik	HE	Zahvat	Snaga (MW)	Maks. kapacitet (m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> )	Prosj. god proizvodnja (GWh)	Akumulacija
<b>HR_KCPV_10 CETINA</b>						
HEP	HE Peruća	Vodotok Cetina	41.6	120	120	Akum. Peruća - 556 mil.m <sup>3</sup>
	HE Orlovac	Vode krških polja jugozapadne Bosne	237	69.9	440	Dio sustava u BiH - - ak Buško blato 800 mil.m <sup>3</sup> , - ak. Mandak 3.5 mil.m <sup>3</sup> , - komp. bazen Lipa 1.6 mil.m <sup>3</sup>
	HE Đale	Vodotok Cetina	20.4	220	157	- ak. Đale 3.7 mil.m <sup>3</sup>
	HE Zakučac	akumulacija Prinčevići	486	220	1640	- ak. Pranjčevići 6.8 mil.m <sup>3</sup>
	HE Kraljevac	Vodotok Cetina	59.2	65	40	Koriste se vode biol. minimuma iz ak. Pranjčevići
<b>HR_KCPV_11 NERETVA</b>						
HEP	HE Dubrovnik	Trebišnjica	216	90	1566	Dovod vode iz BiH: - ak. Bileća 1100 mil.m <sup>3</sup> , - komp. Bazen Gorica 15.6 mil.m <sup>3</sup>
HEP	HE Zavrelje	Izvor Zavrelje	1.9	3.0	4.5	Protočna HE
<b>HR_KCPV_13 KUPA</b>						
HEP	Zeleni Vir	Izvor Zeleni Vir	1.7	4.4	7.7*	Protočna HE
Branko Urh – MHE	MHE Čabranka	Čabranka	0.0085	0.260	0.036*	
Finvest Corp.	MHE Čabranka 1		2.0	3.0	3.07*	
	MHE Čabranka 2		0.033	1.0		
<b>HR_KCPV_14 DOBRA</b>						
HEP	HE Gojak	Zagorska Mrežnica i Gornja Dobra	48	50	195.4	- Ak. Sabljaci 4.1 mil.m <sup>3</sup> , - Ak. Bukovik 0.24 mil.m <sup>3</sup>
<b>HR_KCPV_15 MREŽNICA</b>						
HEP	HE Gojak	Zagorska Mrežnica i Gornja Dobra	Podaci iskazani u okviru CPV DOBRA gdje je preusmjeren dio voda sliva Mrežnice			
Obrt Mataković	MHE Mataković	Mrežnica – Donji Zvečaj	5			
<b>UKUPNO</b>			1806.7	1153.4	6094.4	u HRV - 774.9 mil.m <sup>3</sup> u BiH – 1920.7 mil.m <sup>3</sup> UKUP. – 2695.6 mil.m <sup>3</sup>

\* Podatak se odnosi na 2006.g.

Izgrađene HE promijenile su režim otjecanja kako površinskih, tako i podzemnih voda. Tako se npr. od za razdoblje 1961.-90. procijenjenih ukupno oko  $420 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  srednje godišnje protoke svih voda koje se s prostora Hrvatske dreniraju ka Jadranskom moru (čemu treba pridodati i oko  $435 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  dotoka jadranskom slivu produciranih na državnom području susjedne Bosne i Hercegovine), prirodnim i hidrološki kontroliranim koncentriranim vodotocima i izvorima u prosjeku godišnje u more dotječe oko  $210 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  (25 %), a objektima hidroenergetskih sustava uključujući i njihove dotoke na objekte HE lociranih na ušćima Rječine i Cetine čak oko  $200 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  (23 %). Ostatak od oko  $445 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  (čak cca 52 %) čine protoci koji su posljedica nelokaliziranih pražnjenja podzemnih voda u more, kao i otjecanja s hidrološki nepraćenih površinskih slivova koji se neposredno dreniraju u more.

Utjecaj HE na nizvodnije dijelove površinskih i podzemnih resursa vodne resurse je dvojak. S jedne strane zadržavanje voda u akumulacijama pridonosi boljoj regulaciji površinskih pa i podzemnih otjecanja (zbog gubitaka iz akumulacijskih prostora uravnotežuje se prihranjivanje s njima hidrološki povezanih krških izvora) te u tom smislu to može biti i relativno pozitivan utjecaj. S druge strane preusmjeravanje otjecanja iz akumulacija dovodi do osiromašenja površinskih vodotoka, kao i s njima povezanih krških vodonosnika. Posebno je to izraženo u kontekstu nepostojanja, ili bolje rečeno prisutnog nedovoljnog respektiranja problematike osiguranja tzv. biološkog minimuma, ili u novijoj terminologiji EPP (ekološki prihvatljivog protoka). Naime, u ugovorima o koncesijama nisu sadržani i uvjeti vezani uz osiguranje EPP, pa su isti čak i u situacijama kad su doneseni, oni uglavnom čak i nepoznati instituciji Hrvatskih voda koja pak ima ingerenciju nad upravljanjem vodama u Hrvatskoj.

Stoga postoji bojazan o prisutnom smanjivanju ispuštenih količina namijenjenih za osiguranje EPP. Problem osiguranja EPP posebno je izražen u slivu Gacke (Južni i Sjeverni ogranak), te Cetine. No, još je veći problem što u recentnoj vodnogospodarskoj praksi ne postoje instrumenti kontrole EPP, kao ni preispitivanja nekada, uglavnom pred tridesetak i više godina, utvrđenih vrijednosti EPP u kontekstu novih hidroloških prilika i okolišnih spoznaja.

Što se tiče planova za izgradnju novih HE na krškom području Hrvatske, u tijeku je izgradnja HE Lešće na rijeci Dobri snage 42 MW čiji je dovršetak planiran ove 2009.g., a planirana su i tri nova objekta - MHE Krčić na rijeci Krki snage 7,86 MW, HE Kosinj na rijeci Lici snage 25 MW te HE Ombla, planirana kao elektrana vezana uz ostvarenje podzemne akumulacije snage 63 MW. S obzirom na kompleksnost zahvata planiranih na osjetljivom krškom području, mala je vjerojatnost da će se do 2015.g., osim HE Lešće, izgraditi planirana nova HE postrojenja.

### 4.7.3. Zahvati voda za navodnjavanje

Poljoprivreda je gotovo svagdje u svijetu najveći potrošač vode koju koristi za navodnjavanje. No, na području Hrvatske navodnjavanje je za sad minorno prisutno - radi se o korištenju relativno malih količinama voda koje globalno za sada imaju i mali doprinos na promjenu količinskog stanja cjelina podzemnih voda. Nažalost, ne postoji evidencija lokaliteta s kojih se zahvaća voda za navodnjavanje, kao ni evidencija podataka o zahvaćenim količinama voda za navodnjavanje. Na priobalnom krškom području ponajviše se radi o navodnjavanju zahvatima bušenim bunarima. To je posebno izraženo na području južne Istre gdje su zahvati i korištenja voda za navodnjavanje utjecali na promjene gradijenata tečenja podzemnih voda, pa su se na rubnim dijelovima priobalnog krškog vodonosnika počela javljati i povremena zasljenjenja. No, s obzirom na pokrenut Nacionalni projekt navodnjavanja, za očekivati je da će s njegovom implementacijom bitno porasti zahtjevi za vodom. Uz to, prisutni su i planovi o izgradnji velikog broja golf igrališta, a što može dovesti i do konflikta u pogledu korištenja raspoloživih vodnih resursa, a što bi u nekontroliranim uvjetima moglo imati za posljedicu i pogoršanje količinskog stanja i stanja kakvoće (kemijsko stanje) vodnih resursa u krškom području Hrvatske.

Koliko se koristi vode za navodnjavanje u postojećem stanju, odnosno tijekom referentnog razdoblja 2000.-2007. nije poznato jer u Hrvatskoj ne postoji operativni način evidentiranja korisnika zahvata vode za navodnjavanje. U Nacionalnom projektu navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama u Republici Hrvatskoj (Agronomski fakultet Zagreb, 2005), dane su procjene navodnjavanih površina u Hrvatskoj

po pojedinim županijama, dobivene prema popisu poljoprivrede iz 2003.g., dok su procjene potrebnih količina voda za navodnjavanje na kraju planirane I faze dobivene od Radne skupine hrvatskih voda zadužene za provedbu Nacionalnog programa navodnjavanja (Tablica 4-26). Vlada RH prihvatila taj projekt i provodi njegovu operacionalizaciju na način da se provodi izrada Županijskih planova za navodnjavanje, te se po pojedinim županijama izdvajaju pojedina prioriteta pilot područja za koja će se u I fazi prići realizaciji izgradnje i uspostave navodnjavanih sustava. Dani prikaz planiranog razvoja navodnjavanih površina u toj I fazi, a koja se odnosi na razdoblje od narednih 10-tak godina, vremenski je ipak dijelom prolongiran u odnosu na 2015.g. Nažalost, kako su odabiri pilot područja još u fazi realizacije, dani iskazi nisu prostorno podijeljeni po pojedinim CPV nego po županijama unutar kojih su se i izrađivali planovi navodnjavanja.

Tablica 4-26. Prikaz stanja i planiranog razvoja navodnjavanja na krškom području Hrvatske

Županija	Ukupne navodnjavane površine u 2003.g. (ha)	% navodnjavanih površina 2003.g. (%)	Procijenjene količina vode za navodnjavanje 2003.g. (* 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Planirane navodnjavane površine I faze (ha)	Planirane količina vode za navodnjavanje I faze (* 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )
Istarska	381.88	1.55	0.763760	15839	31.678000
Primorsko-goranska	19.77	0.11	0.039540	1175	2.350000
Ličko-senjska	1.17	0.00	0.002340	1000	2.000000
Zadarska	611.99	2.91	1.223980	3436	6.872000
Šibensko-kninska	61.11	0.55	0.122220	3310	6.620000
Splitsko-dalmatinska	1036.55	5.00	2.073100	2634	5.268000
Dubrovačko-neretvanska	919.85	12.70	1.839700	7694	15.388000
Karlovačka	21.98	0.06	0.043960	Plan u izradi - procjena	2.000000*
UKUPNO	3054.3	1.9	6.108600	35088	72.176000

Iz danih je usporednih prikaza vidljivo da predstoji vrlo značajno povećanje navodnjavanih površina, a koje generira i višestruko (za čak 11.5 puta) povećanje potreba za vodom na količinu od ukupno oko 79 mil m<sup>3</sup>, a što bi iznosilo oko 1/3 u odnosu na postojeće godišnje korištenje voda za vodoopskrbu. Iako je to samo dio, odnosno I faza planiranog povećanja navodnjavanih površina, vidljivo je da tako nagli porast potreba za vodom može na područjima s manje pogodnom hidrološkom bilacom izazvati značajnije promjene vodnoga režima površinskih i podzemnih voda. Posebno se to odnosi na područje Istarske županije, gdje je planiran najintenzivniji razvoj navodnjavanja, a gdje su i izdvojene tri CPV.

#### 4.7.4. Zahvati voda za industrijske potrebe

Slično kao i kod zahvata vode za navodnjavanje, prisutan je i problem s registracijom zahvaćenih količina voda za uvjetno rečeno tehnološke potrebe. Zbog toga su za ilustraciju korištenja voda tijekom posljednjeg recentnog razdoblja zaključno do 2007.g. uzeti samo podaci o koncesijski odobrenim količinama voda koji su obrađivačima predmetnog dokumenta bili dostupni i usporedivi na razini svih triju tri vodnogospodarskih odjela Hrvatskih voda. U Tablici 4-27 dan je sumarni prikaz zahvata tehnoloških voda, ali i voda za ribničarstvo te za konfekcioniranje vode za piće. Dan je i prikaz koncesijski odobrenih godišnjih količina voda, a za dio takvih korisnika i odobreno maksimalno korištenja. Za napomenuti je da je za dio u spomenuti popis ključnih korisnika nedostajaje informacija o odobrenom maksimalnom korištenju – iskazani su samo podaci o odobrenim godišnjim zahvaćenim količinama voda.

Vidljivo je da se ukupno za tehnološke potrebe zahvaća oko 1823 mil.m<sup>3</sup> vode, s maksimalnim vršnim opterećenjem od 2,617 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>. Iz danih je podataka vidljivo da najveći udio u zahvatima i korištenju tehnoloških voda imaju vode koje se koriste za ribničarstvo. Kako se pri zahvatu tih voda one ne dislociraju izvan sliva



kojemu pripadaju, ribničarstvo sa stanovišta količinske ocjene stanja i rizika CPV ne predstavlja toliko veliki problem kao što je to npr. korištenje vode za navodnjavanje.

Tablica 4-27. Prikaz korištenja tehnoloških voda, voda za ribničarstvo te voda za konfekcioniranje vode za piće

Korisnik	Vodozahvat	Tip zahvata	Odobrena god koncesija (* 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> )	Odobreno maksimalno korištenje (l/s)	Napomene
<b>HR_KCPV_01 SJEVERNA ISTRA</b>					
Lječilište Istarske Toplice	Istarske toplice	Zahvat termalnih voda	0.020		Tehnološke vode
Tvornica cementa	Nogera	Bunar	0.126	4	
Uk.			0.146	4*	
<b>HR_KCPV_02 SREDIŠNJA ISTRA</b>					
HEP – TE Plomin	Bubić jama	Jama s vodom	1.324	42	Tehnološke vode
Holcim	Niskop Koromačno	Kaptaža p.v.	0.183	5.8	
Istarska tvornica vapna	Zdenac	Jama s vodom	0.01	6	
Maslinica - Rabac	Maslinica	Jamske vode	0.0015	2.0	
Mirna - Rovinj	2 bunara u Dugom polju	bunari	0.08	10	
Kamen Pazin	Loka Pazinčica	Površ. vode	0.631	20	
Golf resort	Mirna	Površ. vode	0.12	20	
Uk.			2.35	105.8	
<b>HR_KCPV_03 JUŽNA ISTRA</b>					
AB Maris	B-82	Bunar	0.189		Tehnološke vode
JU Pula Sport	AD1 i AD2	Bunar	0.01	6	
Uk.			0.209	6*	
<b>HR_KCPV_04 RIJEČKI ZALJEV</b>					
DI Klana	Dletvo Klanska ričina	Povr. vode	0.0012		Tehnološke vode
BI 3.Maj	Cerovica	Izvor	2.208	70	
INA	B1, B2 i B3 Mlaka	Bunari	11.0	350	
Torpedo	Piopi	Izvor	3.952	125	Ne koristi se radi stečaja tv.
Uk.			17.1612	545*	
<b>HR_KCPV_05 RIJEKA – BAKAR</b>					
Brodogr. Viktor Lenac	Javor potok	Površ. i preljev p.v.	0.18	23	Tehnološke vode
INA	AS Tribalj	Površ. ak.	8.76	280	
Tvornica papira Vodovo i kanalizacija Rijeka	Marganovo	Bunar	1.0 0.5	220 16	Konfekcioniranje vode
ZVIR d.o.o.	Zvir	Izvor	0.0017	10	
INA	Tuhobić 1-Z	Izvor	0.0073	1	Tehnološke vode
Uk.			10.449	550	
<b>HR_KCPV_06 LIKA – GACKA</b>					
Vodovod Žrnovnica	Žrnovnica	Izvor	0.2	10	Planirani zahvat za tvornicu vode
Drvenjača - Fužine	Benkovac	Površ	0.25	14	Tehnološke vode
	Ličanka		0.1	14	

	Grič-Kolibice		0.25	40	
Leko d.o.o.	Sinačka puč	Sinačka puč	41		Ribnjak 5.31 ha
	SB-1 punionica	SB-1 punionica	0.002	2.2	Konfencioniranje vode
Gis Sinac	Bobinac, Gacka niz. Maj.vrila.	površ	0.00117 (0.00092+ 0.00025)	1 (0.8+0.2)	Ribnjak
Branimir Sv.Rok d.o.o.	Kozjen	izvor	0.03	2.7	Konfencioniranje vode
Franck	Košna voda – korito Jažine	izvor	0.15	5	Konfencioniranje vode
Bigrom d.o.o. Gospić	Crno vrelo-akumulacija		0.02		
Gacka d.o.o.	Izvor pećina – vodot. Kostelka	izvor	1.073	350	
Uk.			43.08	438.9*	
<b>HR_KCPV_07 ZRMANJA</b>					
ZADAR d.d. Za proizvodnju kože	rijeka Otuča	POVRŠ	0.150	16	Tehnološke vode
CEDAR d.o.o. Gračac	izvor Krupe		0.100	1	Konfencioniranje pitke vode
Uk.			0.250	17	
<b>HR_KCPV_08 RAVNI KOTARI</b>					
TVORNICA KRUGA ZADAR d.d.	bunar u krugu tvornice	PODZ	0.0096	15	Tehnološke vode
<b>HR_KCPV_09 KRKA</b>					
TLM -TAL	Jaruga - kaptaza V	izvor	0.120	15	Tehnološke vode
HRVATSKE ŽELJEZNICE	Crno vrelo	izvor	0.025	8	Tehnološka voda
PZ ORLOVAČA	Križnica i Korita		0.00025		
KNAUF d.o.o.	izvor Kosovčice	izvor	0.06278	2.6	Ribogojilište
V.I.R.I.B.U.S.	rijeka Krka		15.8	500	
ŠIME ŽUPAN	izvor Bribišnica		0.00045	0.0347	
Uk.			16.01	525.63*	
<b>HR_KCPV_10 CETINA</b>					
BRODOSPLIT-BRODOGRADILIŠTE d.o.o. Split	bunar u krugu brodogradilišta	Podz.voda	0.120	16	TEHNOLOŠKA VODA
DALMACIJACEMENT	rijeka Jadro		0.100	50	
TRANSPORT - commerce	rijeka Jadro	Površ. zahv.	0.00108	9	
VOLJAK d.d. Solin	rijeka Jadro		0.0024		
INA-INDUSTRIJA NAFTE d.d.	rijeka Jadro		0.010	4.2	
HOTEL DVOR	potok (Cetine) kraj Zakučca		0.00135	25	
M-P-B d.o.o. Split	vlast. zdenac	Podz.voda	0.0048	0.2	Ribogojilište
RITTERMAN d.o.o.	rijeka Jadro		6.625		
STARA MLINICA	rječica Grab		0.221	7	
RIBOGJILIŠTE RUDA	rijeka Ruda		6.000	5.2	
LACUS d.o.o. Vrlika	Vukovića vrelo	Izvor	0.060	18	
Patent d.o.o. Osijek	izvor rijeke Ruda	Izvor	0.008	3	Konfencioniranje vode za piće
V.N.V. COMPANY d.o.o.	Ruda Velika	Izvor	0.009	5	
SEM d.o.o. Split	Ruda Velika	Izvor	0.144	1.5	
SPES	Veliko vrelo	Izvor	0.00044	0.07	

CETINA PAVIĆ	izvor Grab	Izvor	0.0019	0.3	
007 MILETIĆ	Veliko Vrilo	Izvor	0.0018	0.23	
NOVAK tvornica bez. pića	Vepric	Izvor	0.0015	0.17	
			13.312	144.87	
<b>HR_KCPV_11 NERETVA</b>					
IMOTA d.d.	izvor Opačac	Izvor	0.020	100	
VIVA plus d.o.o.	Preočko vrelo		0.001	3	
VIVA plus d.o.o.	Šegotino vrelo		0.001	3	
NATURALIS	Veliko vrilo		0.017		
DINARID d.o.o.	Preočko vrelo		0.0006	0.09	
VIVA GRUDE	izvor Ljute		0.002	0.5	
			0.0416	106.59*	
<b>HR_KCPV_12 JADRANSKI OTOCI</b>					
Psihijatrijska bolnica	Kampor	Bunar	0.030	9	
<b>HR_KCPV_13 KUPA</b>					
Ravnogorska pilana	Javorov potok	Površ.	0.003		
Josip Kalajdžić	Kupica	Površ.	0.05		Ribnjak 0.04 ha
Finvest Corp	Čabranka - Mandli	Površ.	8.541		Ribnjak 0.162 ha
Darko Podobnik	Sušica – Ravna Gora	Površ	0.025		
			8.619	?*	
<b>HR_KCPV_14 DOBRA</b>					
Obrt za uzgoj mladi i konzumne pastve	Vitunjčica	Površ.	1.5768		Ribnjak
HEP	Vitunjčica		18.95		
			20.5268	?*	
<b>HR_KCPV_15 MREŽNICA</b>					
Arkada – Duga Resa	Iz Mrežnice kod Zvečaja		0.81		Teh. voda
HOC Bjelolasica	Vrelo - Jasenak		0.090		Teh voda
Likapromet - Plaški			4.73		Ribnjak
Ribnjak Vrnjika - Plaški			10.090		
Zlatna ribica - Josipdol	Bocino vrelo				
Muhar CO	Josipdol		1.971		
			17.691*	?*	
<b>HR_KCPV_17 UNA</b>					
Ribarstvo d.d. Donji Srb	Una – nizv od izvora	Površ.	4.8	150	Ribnjak 2.4 ha
<b>SVEUKUPNO:</b>			<b>137.52*</b>	<b>2617.8**</b>	

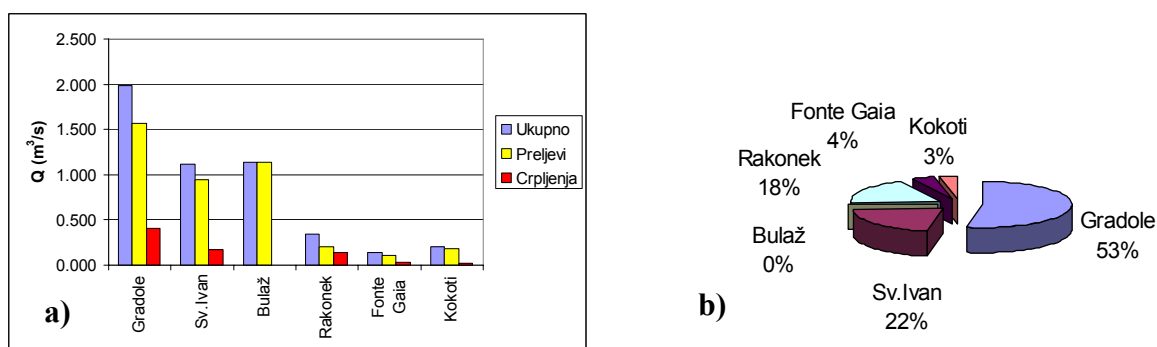
\* - manjim dijelom nekompletno

\*\* - značajnim dijelom nekompletno

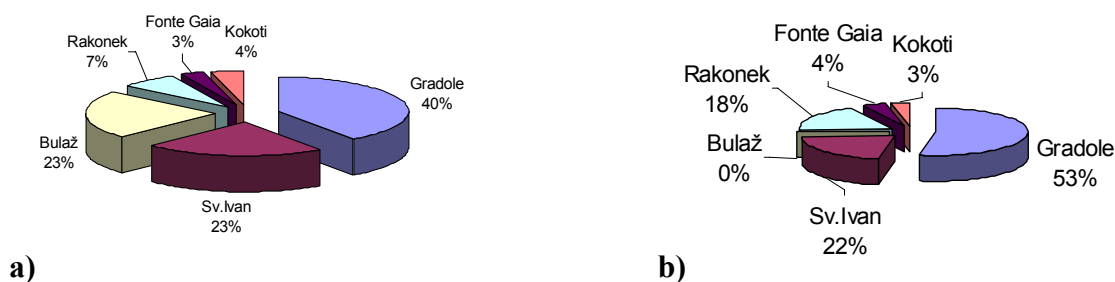
## 4.8. Hidrološka praćenja izdašnosti i korištenja izvorišta

Za meritornu količinsku ocjenu stanja korištenja podzemnih vodnih resursa, nužno bi bilo da su osigurani i podaci hidroloških praćenja na samim mjestima njihova zahvata – na krškim izvorištima voda. Ti bi podaci trebali uključivati praćenje dinamike kolebanja razine vode na izvorištu, crpljene količine voda, kao i višak voda koji se prelijeva ili ispušta u okruženje izvorišta. Nažalost, takav sustav je za sada uspostavljen na području izvorišta uključenih u javni vodoopskrbni sustav Istarske županije, odnosno izvorišta koje pokrivaju Istarski vodovod Buzet, Vodovod Pula i Vodovod Labin. Uspostava takvog sustava je započela krajem osamdesetih, a svi važniji izvori vodoopskrbe koji su uključeni u vodoopskrbni su uključeni u takav monitoring sredinom devedesetih prošlog stoljeća. Radi se o izvorima Gradole, Sv.Ivan i Bulaž koji su uključeni u vodoopskrbni sustav Istarskog vodovoda iz Buzeta, izvoru Rakonek koji je u sustavu Vodovoda Pula, te izvorištu Fonte Gaia – Kokoti koje je uključeno u vodoopskrbni sustav Vodovoda Labin. Hidrološka praćenja na tim izvorima provodi Državni hidrometeorološki zavod iz Zagreba uz aktivan odnos Hrvatskih voda i samih vodoopskrbnih poduzeća.

U tablici 4-28 dan je prikaz karakterističnih srednjih mjesečnih i godišnjih hidroloških parametara na spomenutim izvorima – vodostaja, preljevnih protoka, crpljenih količina kao i ukupnih protoka (sumarnih vrijednosti crpljenja i preljevnih protoka) za analizirano recentno razdoblje 2000.-2007.



Slika 4-53. Usporedba bilance karakterističnih izdašnosti pojedinih istarskih izvorišta (2000.-2007.) a) Odnos ukupnih izdašnosti, crpljenih količina i preljeva; b) Prikaz iskorištenosti bilance za potrebe vodoopskrbe



Slika 4-54. Prikaz udjela pojedinih istarskih izvora (2000.-2007.) a) u prosječnim ukupnim izdašnostima; b) u prosječnim crpljenjima

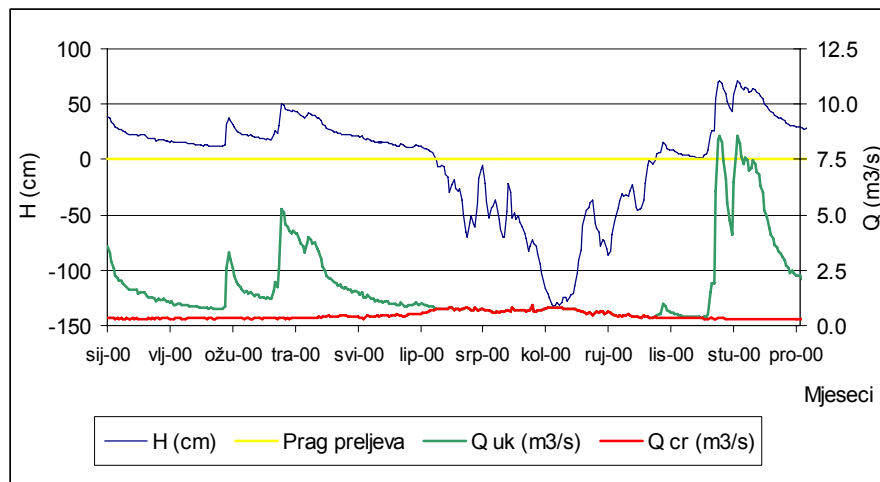
Tablica 4-28. Usporebi prikaz prosječnih vrijednosti mjesečnih i godišnjih parametara izvorišta vodoopskrbe na istarskim izvorima

Param	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God
<b>FONTE GAIA</b>													
H (cm)	102	101	101	101	98	89	80	82	90	97	103	100	95
Q pr (m <sup>3</sup> /s)	0.219	0.137	0.138	0.118	0.068	0.009	0.001	0.025	0.029	0.088	0.264	0.204	0.108
Q cr (m <sup>3</sup> /s)	0.028	0.028	0.028	0.027	0.035	0.041	0.036	0.033	0.040	0.035	0.027	0.026	0.032
Q uk (m <sup>3</sup> /s)	0.248	0.165	0.166	0.145	0.102	0.05	0.036	0.058	0.069	0.123	0.291	0.23	0.140
<b>KOKOTI</b>													
H (cm)	164	164	177	176	168	130	91	90	106	123	153	154	141
Q pr (m <sup>3</sup> /s)	0.348	0.217	0.283	0.233	0.216	0.033	0.001	0.025	0.029	0.101	0.375	0.306	0.181
Q cr (m <sup>3</sup> /s)	0.011	0.010	0.011	0.017	0.019	0.030	0.054	0.057	0.030	0.021	0.019	0.016	0.025
Q uk (m <sup>3</sup> /s)	0.358	0.227	0.294	0.25	0.236	0.064	0.055	0.082	0.059	0.122	0.395	0.322	0.205
<b>GRADOLE</b>													
H (cm)	34	30	31	30	26	12	-12	-28	-6	15	25	29	16
Q pr (m <sup>3</sup> /s)	2.86	2.30	2.41	2.20	1.81	0.931	0.293	0.285	0.546	0.894	2.01	2.26	1.57
Q cr (m <sup>3</sup> /s)	0.27	0.27	0.29	0.34	0.42	0.585	0.712	0.703	0.499	0.338	0.27	0.25	0.41
Q uk (m <sup>3</sup> /s)	3.130	2.570	2.700	2.540	2.230	1.516	1.005	0.988	1.045	1.232	2.280	2.510	1.980
<b>BULAŽ</b>													
H (cm)	167	164	166	170	155	142	128	115	126	142	162	160	150
Q pr (m <sup>3</sup> /s)	1.766	1.706	1.628	1.682	1.126	0.623	0.253	0.369	0.576	0.652	1.805	1.475	1.139
Q cr (m <sup>3</sup> /s)	0	0	0	0	0.000	0	0	0.014	0.001	0	0	0	0
Q uk (m <sup>3</sup> /s)	1.766	1.706	1.628	1.682	1.126	0.623	0.253	0.383	0.577	0.652	1.805	1.475	1.139
<b>SV.IVAN</b>													
H (cm)	38	36	36	38	29	19	-3	-18	-1	27	34	37	38
Q pr (m <sup>3</sup> /s)	0.947	0.852	0.883	0.952	0.643	0.360	0.102	0.219	0.340	0.584	0.824	0.896	0.947
Q cr (m <sup>3</sup> /s)	0.154	0.155	0.159	0.166	0.178	0.206	0.208	0.187	0.169	0.154	0.151	0.154	0.170
Q uk (m <sup>3</sup> /s)	1.101	1.007	1.042	1.118	0.821	0.566	0.310	0.406	0.509	0.738	0.975	1.050	1.117
<b>RAKONEK</b>													
H (cm)	6	19	19	15	20	14	-20	-71	-44	-15	9	3	-4
Q pr (m <sup>3</sup> /s)	0.314	0.279	0.308	0.303	0.280	0.169	0.065	0.050	0.063	0.112	0.274	0.262	0.207
Q cr (m <sup>3</sup> /s)	0.115	0.118	0.120	0.127	0.147	0.181	0.201	0.191	0.143	0.123	0.114	0.107	0.141
Q uk (m <sup>3</sup> /s)	0.434	0.405	0.435	0.438	0.435	0.356	0.269	0.243	0.209	0.239	0.394	0.374	0.353

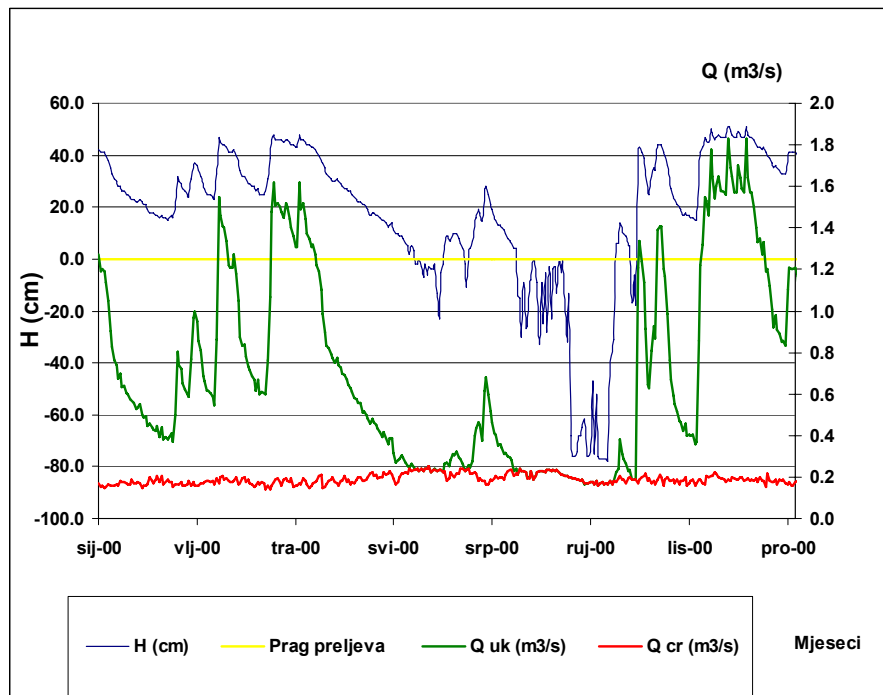
Provedena je i usporedba odabranih značajki pojedinih izvora – Slike 4-53 i 4-54.

Iz danih je prikaza vidljivo da glavninu bilance daje izvor Gradole, a ujedno se na tom izvoru zahvaća i najveće količine voda za vodoopskrbu. Najmanje se koristi izvor Bulaž koji je rezervno vodocrpilište. Najveći udio iskorištenja vodne bilance ima izvor Rakonek, te iza njega i spomenuti Rakonek. Kod tih se izvora i po nekoliko mjeseci zahvaćaju vode na način da se i ne dozvoljava njihovo prelijevanje, već se zapravo dijelom koriste i njihove statičke rezerve. No, unutar hidrološkog ciklusa taj se dio voda sezonski nadoknađuje, te se izvor ne precrpkuje u smislu da se narušava njegova stabilnost. S druge strane, kontrolirano precrpkiivanje izvora tijekom sušnih razdoblja, ukoliko se radi o izvorima koji nisu u neposrednom kontaktu s morem, je i jedini način za osiguranje dodatnih zalika voda za vodoopkrbu u razdoblju dok su potrebe za vodom najveće, a izdašnost izvora najmanja.

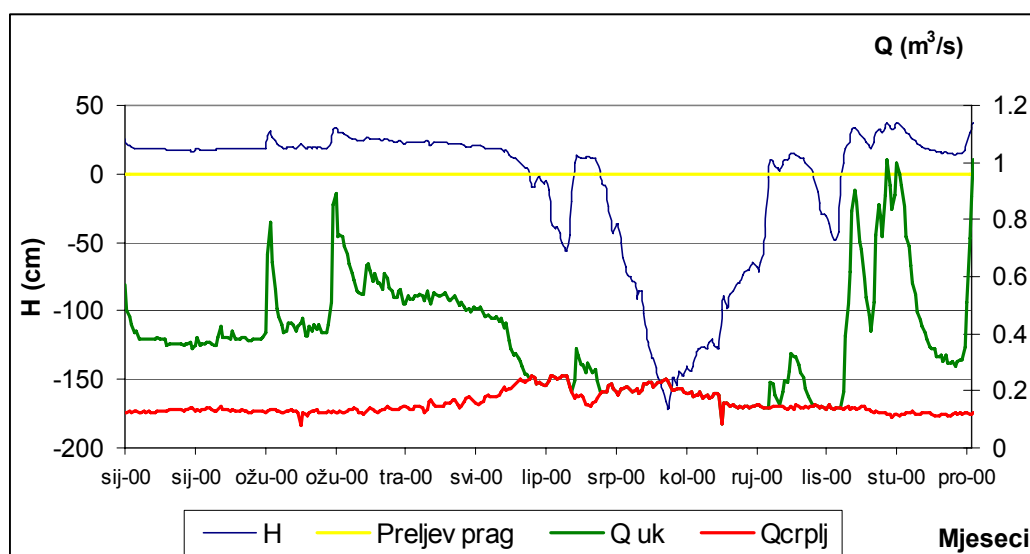
Prikazi karakterističnih godišnjih nivograma i hidrograma za izvore kod kojih se javljaju najdugotrajnija sezonska presušivanja preljevnih voda (Gradole, Rakonek i Sv.Ivan) dan je na [Slikama 4-55. – 4-57.](#)



Slika 4-55. Karakteristični hidrogram i nivogram izvora Gradole (2000.)



Slika 4-56. Karakteristični hidrogram i nivogram izvora Sv.Ivan (2000.)

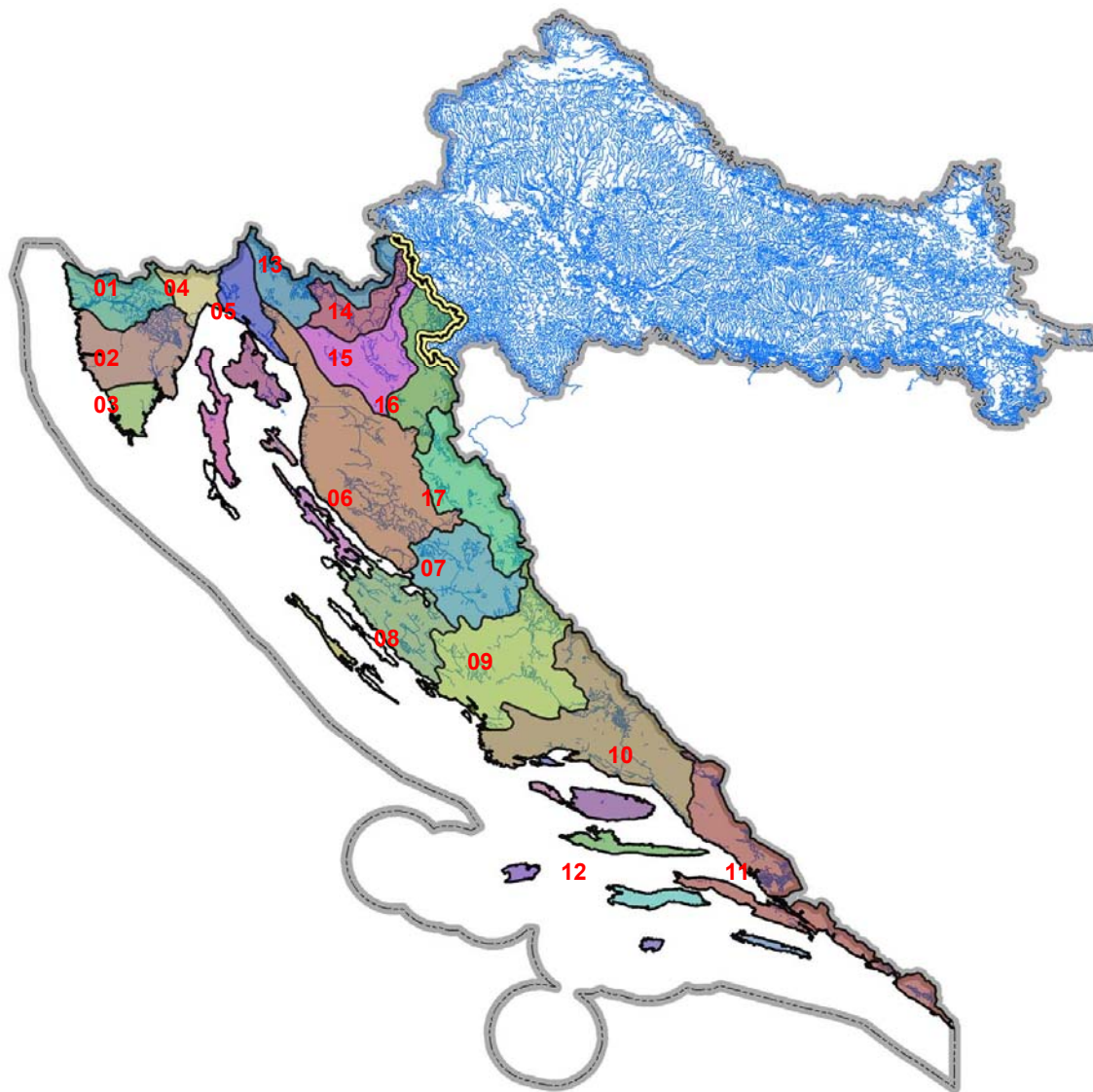


Slika 4-57. Karakteristični hidrogram i nivogram izvora Rakonek (2000.)

Iz danih je prikaza vidljivo da se kod sva tri izvora tijekom ljetnog sušnog razdoblja, a kada su inače i najveće potrebe za vodom, za potrebe vodoopskrbe koriste dijelom i njihove statičke vodne rezerve s obzirom da im izdašnost relativno brzo smanjuje. Tijekom presušivanja preljeva tih izvora njihova trenutna izdašnost praktički jednaka količini crpljenja varira, a dinamika opadanja razine vode na izvoru ovisi i o hidrološkim prilikama i dinamici crpljenja. Presušivanja preljeva izvora različito dugo traju, i ovisе kako o karakteru izvora, tako i o spomenutim hidrološkim prilikama i dinamici crpljenja. Preljev izvor Rakonek najredovitije i najdugotrajnije presušuje i najredovitije – i po više mjeseci uzastopce. Sličnog karaktera je i izvor Gradole s takođe povremenim dugotrajnijim presušivanjima njegova preljeva, ali koja nisu toliko redovita, pa tijekom pojedinih izrazito vodnih godina i ne presušuje, ili presušuje samo po desetak dana. Izvor Sv.Ivan također znade imati situacije s presušivanjem preljeva uslijed njegova precrpljivanja. Njegov vodonosnik najbrže reagira na oborinske prilike čak i tijekom sušnog dijela godine tako da ta presušivanja takođe znadu kod vodnijih hidroloških godina i izostati ili biti trajanja po desetak dana. No, tijekom dugotrajnijih sušnih razdoblja presušivanja traju i po više od mjesec dana, a što ima nepovoljne posljedice na vodni režim rijeke Mirne kojoj su u njenom gornjem dijelu toka te vode i jedini dotoci.

## 4.9. Vodna bilanca

Procjena vodne bilance provedena je na način da je za svaku od po hidrogeološkim kriterijima izdvojenih CPV (Slika 4-58) određena procjena prosječnih godišnjih protoka (t. 4.7.1.), kao i srednjih mjesečnih dotoka tijekom kritičnog mjeseca obzirom na sezonsku vršnu potrošnju – kolovoza (t. 4.7.2.).

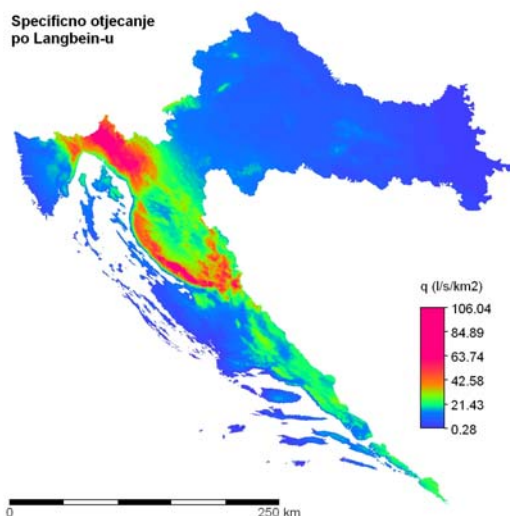


Slika 4-58. Prikaz izdvojenih CPV za koje je provedena procjena bilance

### 4.9.1. Procjena srednje vrijednosti ukupnog prihranjivanja

Vodna bilanca CPV dobivena je sintezom procjena dotoka s hidrološki kontroliranih dijelova sliva (na temelju mjerenih hidroloških podataka 30-godišnjeg niza 1961.-90.), te procjena dotoka zasnovanim na analizi specifičnih godišnjih otjecanja po metodi Langbeina (Slika 4-59)



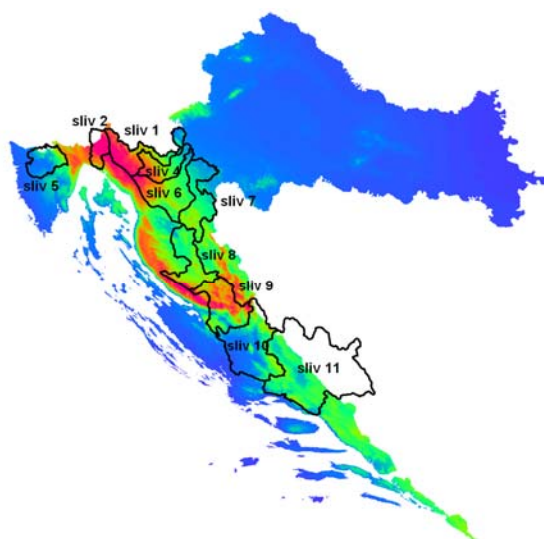


Slika 4-59. Prikaz specifičnih srednjih godišnjih protoka po metodi Langbeina

Kontrola prirodnih uvjeta količinskog stanja CPV provedena je na način da su unutar granica tih cjelina izdvojena područja pojedinih dijelova slivova koji su hidrološki kontrolirani na hidrološkim postajama (Slika 4-60), te provedene obrade registriranih protoka kako za referentni 30-godišnji niz 1961.-90., recentno analizirano razdoblje 2000.-2007., kao i odabranu kritičnu godinu s najmanjim dotocima unutar tog razdoblja. U ovom radu obrađeni su podaci s 37 odabranih referentnih hidroloških postaja s duljim nizovima opažanja od ukupno oko 270 aktivnih hidroloških postaja koje se nalaze na analiziranom prostoru, a i za neka nadopunjavanja odabranih nizova podataka, provedena u okviru ranijih regionalnih obrada (Institut za elektrorivrednu, 2002; Hrvatske vode VGO Rijeka, 2002) korišteni su i podaci s još više drugih postaja.

Na temelju međudodnosa protoka dobivenih na osnovu rezultata hidroloških opažanja za hidrološki kontrolirane dijelove pojedinih slivova i na temelju spomenutih modelskih procjena, kako za referentno 30-godišnje prosječno razdoblje (1961.-90.), tako i za u ovom dokumentu analizirano recentno razdoblje (2000.-2007.). Provedene su i bilončne procjene i za kritičan mjesec (mjesec s najmanjim otjecanjima).

U Tablici 4-29 dan je prikaz rezultata modeliranja – proračunatih vrijednosti specifičnih godišnjih protoka po pojedinim CPV, kao i procijenjenih bilačnih doprinosa vanjskih voda (Bonacci i Horvat, 2003). Iz danog je prikaza vidljiv naglašen doprinos vanjskih voda (voda iz susjednih država) na formiranje vodne bilance pojedinih CPV.



Slika 4-60. Prikaz analiziranih hidrološki kontroliranih dijelova slivova CPV

Tablica 4-29. Procijenjeni bilančni doprinosi vlastitih voda analiziranih CPV te dodatni doprinosi dotoka izvan granica Hrvatske

CPV	Površ. u Hrv. (km <sup>2</sup> )	Q LANG (1961.-90.) (l/s/km <sup>2</sup> )	Qsr.g. po Lang. (1961.-90.) (m <sup>3</sup> /s)	Površ. izvan Hrv. (km <sup>2</sup> )	Qsr.g. izvan Hrv. <sup>1</sup> (1961.-90.) (m <sup>3</sup> /s)	Hidr. kontrol. sliv u Hrv. (km <sup>2</sup> )	Q sr.g. kontrol. sliv u Hrv. – po Lang. (1961.-90.) (m <sup>3</sup> /s)	Q sr.g.mjereno kontrol. sliv (m <sup>3</sup> /s)		
								Qsr.g. 1961.-90.	Qsr.g. 2000.-07.	Qsr.g. min. 2000.-07.
SJEVERNA ISTRA	899	14.2	12.8	160.3	1	613.21	10.1	10.0	7.0	5.0
SREDIŠNJA ISTRA	1469.5	13.54	19.9	0.0				2.0	1.5	1.1
JUŽNA ISTRA	391.5	8.33	3.3	0.0						
RIJEČKI ZALJEV	442.4	38.45	17	21.4	4	432.71				
RIJEKA – BAKAR	633	50	31.7	69.0		363.71	21.1	18.9	18.2	15.7
LIKA – GACKA	3754.8	31.41	117.9	0.0		1097.99		25.7	21.4	12.5
ZRMANJA	1558.8	33.86	52.8			1293.85	43.5	36.9	33.6	23.4
RAVNI KOTARI	1281.7	8.3	10.6							
KRKA	2715.8	13.59	36.9	78.4	64	2046.17	32.1	54.6	47.5	30.5
CETINA	3089.1	17	52.5						23.8	19.0
NERETVA	2040.5	17.7	36.1		366			25.5	19.1	15.4
JADRANSKI OTOCI	2572.4	9.63	24.8							
KUPA	1016.2	41.82	42.5	???	34	989.43	41.7	74.4	66.1	48.9
DOBRA	754.7	29.95	22.6			695.74	21.8	34.9	35.4	24.9
MREŽNICA	1370.1	28.87	39.6			1354.59	39.3	26.7	26.7	15.4
KORANA	1248.6	20.25	25.3		4	1201.3	24.6	28.9	25.1	13.5
UNA	1513.7	28.96	43.8		? <sup>12</sup>			7.18	7.3	4.7
UKUPNO – DIO HRVATSKE POD KRŠEM	26751.2	22.06	590		481					

<sup>1</sup> – Prema BONACCI I HORVAT (2003)

?<sup>12</sup> - višekratno državno razgraničenje na rijeci Uni – bez referentnih hidroloških postaja u tom dijelu toka

Tablica 4.29. - nastavak

CPV	Procjena dotoka ostatka sliva (m <sup>3</sup> /s)			Ukupna procjena vodne bilance vlastitih voda - s područja Hrvatske (m <sup>3</sup> /s)			Sveukupno i s dotocima iz prekograničnih vodotoka i vodonosnika 1961.-90. (m <sup>3</sup> /s)
	Qsr.g. 1961.-90.	Qsr.g. 2000.-07.	Qsr.g.min 2000.-07.	Qsr.g. 1961.-90.	Qsr.g. 2000.-07.	Qsr.g.min 2000.-07.	
SJEVERNA ISTR	3.83	2.7	1.9	13.8	9.7	6.9	14.8
SREDIŠNJA ISTR				19.9	14.8	11.1	19.9
JUŽNA ISTR				3.3	2.5	1.8	3.3
RIJEČKI ZALJEV				17.0	15.3	13.8	49.7
RIJEKA – BAKAR	12.8	12.3	10.6	28.7	25.8	23.3	
LIKA – GACKA				117.9	107.4	74.9	117.9
ZRMANJA	9.3	8.5	5.9	46.2	42.0	29.3	46.2
RAVNI KOTARI				10.6	9.2	5.9	10.6
KRKA	4.9	4.3	2.7	59.5	51.7	33.2	176.0
CETINA				52.5	41.8	30.5	
NERETVA				36.1	27.1	21.9	402.1
JADRANSKI OTOCI				24.8	22.0	15.5	24.8
KUPA	0.8	0.6	0.5	42.5 <sup>3</sup>	37.8	28.0	76.5
DOBRA	0.8	0.8	0.6	35.7	36.2	25.5	35.7
MREŽNICA	0.3	0.3	0.2	27.0	26.9	15.6	27.0
KORANA	0.7	0.6	0.4	29.5	25.7	13.9	33.5
UNA				43.8	44.7	28.9	43.8
UKUPNO – DIO HRVATSKE POD KRŠEM				<b>608.8</b>	<b>540.6</b>	<b>380.0</b>	<b>1081.8</b>

Kako je CPV Jadranski otoci prostorno izdiferencirana na niz od desetak značajnijih otoka, u [Tablici 4-30](#) dan je i prikaz prosječne vodne bilance po tim pojedinim otocima. Za napomenuti je da se otoci koji nisu bili obuhvaćeni tom analizom nisu posebno bilančno rzmatala, te njihove procjene bilance nisu sadržane niti u [Tablici 4-29](#). Za napomenuti je da se radi o grubim aproksimativnim procjenama, koje nisu utemeljene na praćenjima na nekima od otočkih slivova, iz razloga što takva praćenja na našim jadranskim otocima i ne postoje.

Tablica 4-30. Procjena vodne bilance unutar CPV Jadranski otoci

OTOK	Površina (km <sup>2</sup> )	Spec. protoka po Langbeinu (l/s/km <sup>2</sup> )	Ukupna procjena vodne bilance s područja Hrvatske (m <sup>3</sup> /s)		
			Qsr.g. 1961.-90.	Qsr.g. 2000.-07.	Qsr.g.min 2000.-07.
Cres	404.71	16.38	6.63	5.88	4.14
Krk	405.599	12.45	5.05	4.48	3.16
Rab	86.406	12.11	1.05	0.93	0.65
Pag	280.705	10.54	2.96	2.62	1.85
Dugi otok	113.526	4.17	0.47	0.42	0.30
Čiovo	28.542	4.12	0.12	0.10	0.07
Šolta	58.058	3.06	0.18	0.16	0.11
Brač	395.737	9.43	3.73	3.31	2.33
Hvar	298.085	6.21	1.85	1.64	1.16
Vis	90.05	2.35	0.21	0.19	0.13
Korčula	272.276	6.08	1.66	1.47	1.03
Mljet	97.802	8.03	0.79	0.70	0.49
Lastovo	40.86	1.9	0.08	0.07	0.05
CPV Jadranski otoci – ukupno			24.8	22.0	15.5

Dane procjene globalne vodne bilance globalnih dotoka vlastitih voda (voda neposredno produciranih na području Hrvatske) bliske su prethodnim procjenama provedenim prilikom izrade Vodnogospodarske osnove Hrvatske, publiciranim u radu BONACCI i HORVAT (2003), iako su ostvarene dijelom i drugačijim metodološkim pristupima, a i analizirane slivne cjeline dijelom su i različito grupirane. Tako je npr. za područje Jadranskog sliva bilanca vlastitih voda za analizirano referentno razdoblje 1961.-90. u spomenutoj procjeni iz 2003.g. procijenjena s  $451 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ , a u ovome radu s  $430.3 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ , pri čemu su u ovoj posljednoj obradi uzeti u obzir samo otoci na kojima su prisutni značajniji zahvati podzemnih voda. Iz usporednog prikaza mo metodi Langbeuna proračunatih protoka, kao i registriranih protoka na hidrološki kontroliranim slivovima, vidljivo je da kod nekih CPV postoje dobra podudaranja, a kod nekih i osjetne razlike. Razlog tome je nejednoznačnost površina slivova u kršu i njihova binarna struktura, utjecaj dotoka iz vodonosnika i vodotoka s područja susjednih država – prije svega Bosne i Hercegovine, kao i hidroenergetskim sustavima promijenjen prirodan režim voda čak i na susjednim CPV. Tako npr. dio vodne bilance iz sliva Zrmanje završava u slivu Krke koja se, kao i Cetina, prihranjuje iz BIH. Postoje i razlike u bilancama dotoka dotoka koje se mogu protumačiti i ranije definiranim granicama slivova CPV, pa tako CPV Dobra ima prosječnu 30-godišnju bilancu dotoka za  $13.1 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  veću nego li za njenu tako iskazanu površinu sliva proizlazi po metodi Langbeina, a da bi susjedni sliv Mrežnice imao suprotnu situaciju –  $12.6 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  manje dotoke izmjerene dotoke na njenom hidrološki kontroliranom slivu. Razlog tome je preusmjerenje dijela bilance voda Mrežnice u HE sustav Gojak na rijeci Dobri. No, uz to, očito je i da će jedan od prioritarnih zadataka i detaljnije preispitivanje granica pojedinih CPV.

Utvrđeno je da je za cca 11 % smanjena vodna bilanca vodnih resursa u kršu Hrvatske tijekom analiziranog recentnog razdoblja u odnosu na referentni 30-godišnji prosjek (1961.-90.) posljedica prisutnih klimatskih varijacija i prisutnih generalnih trendova povećanja temperature, te rezultirajućih smanjenja oborina i protoka, a ne uslijed neposrednih antropogenih utjecaja vezanih uz korištenje voda. Vodna bilanca vodnih resursa tijekom nekoliko posljednjih godina krajem osamdesetih godina prošlog stoljeća, odnosno na kraju referentnog 30-godišnjeg razdoblja, bila je i značajnije nepovoljnija u odnosu na postojeće stanje. Tako je i odabrana kritična sušna godina unutar razdoblja 2000.-2007. po bilančnom doprinosu svega cca 60% od prosječne tijekom analiziranog 30-godišnjeg razdoblja.

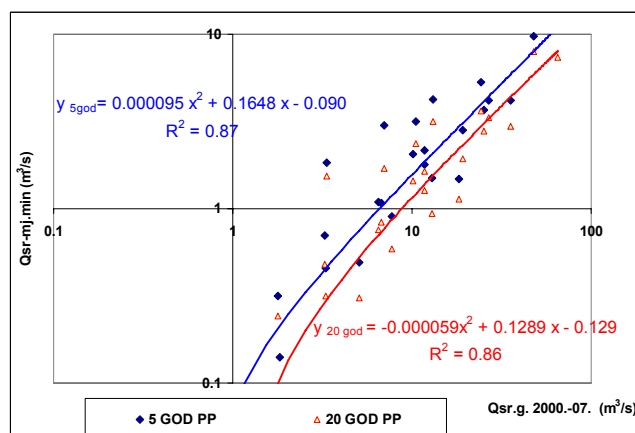
Obzirom na bilančne međudnose raspoloživog prosječnog vodnog potencijala CPV u odnosu na količine zahvaćenih voda za razne namjene, pa i gledajući analiziranu kritičnu godinu, može se zaključiti da globalno, na razini CPV gledajući, ne postoje rizici od bilančnog prekoračenja zahvata podzemnih voda, ali da se na nekim područjima ili dijelovima vodonosnika, pogotovo ako se uz postojeća korištenja voda ostvare i planirane projekcije razvoja navodnjavanja, mogu javiti problemi vezani uz sezonska precrcpljivanja.

Zapaženi problemi vezani uz antropogene utjecaje na bilančne međudnose pojedinih dijelova vodonosnika javljaju se svega na svega nekoliko cjelina podzemnih voda, i to prije svega vezano uz narušavanje kakvoće voda uslijed prisutnih negativnih utjecaja u slivu kao što je to na području Južne Istre (HR\_KCPV\_03) gdje je došlo i do smanjenja mogućnosti korištenja podzemnih voda za vodoopkrbu tijekom ljetnih sušnih razdoblja od nekadašnjih 250 l/s na svega oko 40 l/s posljednjih godina. No, istovremeno se povećavaju i nekontrolirana korištenja podzemnih voda za potrebe navodnjavanja iz niza neregistriranih bunara, zbog čega su se tijekom sušnijih godina javljali i problemi sa zaslanjivanjem priobalnih dijelova vodonosnika.

## 4.9.2. Procjene bilance kritičnih mjesečnih sušnih razdoblja

Procjena bilance rezervi voda vodnih resursa tijekom sušnih je svakako jedan od najzahtjevnijih zadataka u domeni gospodarenja vodama čak i u situacijama kada se takve procjene provode na hidrološki i hidrogeološki istraženim lokalitetima pojedinih izvorišta ili vodonosnika. Takav je zadatak još kompleksniji ukoliko se provodi za jedan nehomogeni širi regionalni prostor različite razine istraženosti. U tom je slučaju još naglašenije pitanje i kakvim bi se parametrima takve vodne rezerve dale najbolje izraziti, odnosno kvantificirati. S obzirom na razinu obrada u danom dokumentu, a u kontekstu analiza međudnosa stanja i mogućnosti prirodnih sustava s jedne strane, te iskazanih potreba za vodom s druge strane, ocijenjeno je da je u tom kontekstu najprimjerenija informacija o vodnoj bilanci podatak o najmanjoj srednjoj mjesečnoj protoci tijekom najsušnijeg razdoblja. Taj podatak zapravo karakterizira stanje dinamičkih vodnih rezervi u slivu tijekom kritično sušnog mjeseca u godini, odnosno bilancu pražnjenja CPV putem površinskih i podzemnih drenova.

U tu su svrhu korišteni rezultati provedenih statističkih i probablističkih analiza podataka s odabranih hidroloških postaja u 4.4.2., kao i rezultati bilančnih procjena (t.4.7.) za referentno razdoblje 2000.-2007. Ta je procjena provedena na osnovu podataka o procjeni srednje godišnje vodne bilance (srednjih godišnjih protoka) pojedinih CPV za razdoblje 2000.-2007. i utvrđenih regresijskih međuovisnosti najmanjih srednjih mjesečnih protoka različitih povratnih perioda i srednjih godišnjih protoka. Radi velikog raspona analiziranih vrijednosti, a u cilju bolje razlučivosti međudnosa ulaznih vrijednosti i danom regresijskom analizom utvrđenih funkcionalnih međuovisnosti u domeni nižih analiziranih vrijednosti, analizirani regresijski odnosi prikazani su i u logaritamskom mjerilu (Slika 4-61). Pri tome su kao karakteristične odabrane regresijske zavisnosti za 5 i 20-godišnji povratni period.



Slika 4-61. Međudnos prosječnih srednjih godišnjih protoka (2000.-07.) i proračunatih minimalnih srednje mjesečnih protoka različitih povratnih perioda

Rezultati tako provedenih procjena, iskazani i u vidu najmanjih prosječnih mjesečnih protoka, kao i u vidu najmanjih mjesečnih ukupnih volumena otjecanja, dani su u **Tablici 4-31**. Za napomenuti je da su kod CPV Jadranski otoci spomenute procjene provedene na način da su za svaki od analiziranih otoka, spomenutim regresijskim modelom, provedene pojedinačne procjene, te onda sumirane na razini CPV. Pri tome valja voditi računa i da kod dijela obrađivanih hidroloških postaja na temelju čijih su podataka i definirani rezultirajući regresijski međuodnos, u registriranoj vodnoj bilanci nisu bili uključene i količine koje su bile oduzete za neke od vidova korištenja voda. No, isto tako, nastojalo se iz obrada izuzeti hidrološke postaje koje imaju bitno promijenjen režim voda uslijed različitih antropogenih utjecaja.

Tablica 4-31. Procjena bilance minimalnih srednje-mjesečnih rezervi voda po na osnovi bilance sr.god. dotoka 2000.-2007.

CPV	Površ. u Hrv. (km <sup>2</sup> )	PP 5 god Min Qsr.mj. (m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> )	PP 20 god Min Qsr.mj. (m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> )	PP 5 god Min Vsr.mj. (m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> )	PP 20 god Min Qsr.mj. (m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> )
SJEVERNA ISTRA	899	1.50	1.12	3.9	2.9
SREDIŠNJA ISTRA	1469.5	2.33	1.77	6.0	4.6
JUŽNA ISTRA	391.5	0.31	0.19	0.8	0.5
RIJEČKI ZALJEV	442.4	2.41	1.83	6.2	4.7
RIJEKA – BAKAR	633	4.10	3.16	10.6	8.2
LIKA - GACKA	3754.8	16.51	13.03	42.8	33.8
ZRMANJA	1558.8	6.67	5.19	17.3	13.4
RAVNI KOTARI	1281.7	1.42	1.05	3.7	2.7
KRKA	2715.8	8.18	6.38	21.2	16.5
CETINA	3089.1	6.64	5.16	17.2	13.4
NERETVA	2040.5	4.31	3.32	11.2	8.6
JADRANSKI OTOCI*	2572.4	2.74	1.72	7.1	4.5
KUPA	1016.2	6.00	4.66	15.6	12.1
DOBRA	754.7	5.75	4.46	14.9	11.6
MREŽNICA	1370.1	4.28	3.30	11.1	8.6
KORANA	1248.6	4.08	3.14	10.6	8.1
UNA	1513.7	7.09	5.52	18.4	14.3
<b>UKUPNO – DIO HRVATSKE POD KRŠEM</b>	<b>26751.2</b>	<b>84.3</b>	<b>65.0</b>	<b>218.5</b>	<b>168.4</b>

\* - u CPV uključeni samo otoci na kojima postoje zahvati podz.voda

Uz sva ograničenja koja nameće skroman fond informacija na temelju kojih su donesene dane globalne procjene, iz dobivenih je rezultata vidljivo da na krškom području Hrvatske tijekom kritično sušnih razdoblja postoje izvjesne rezerve voda unutar ciklusa pražnjenja njihovih dinamičkih rezervi. No, isto tako očito je i da te rezerve prilično ograničene za neko veće korištenje neposrednim zahvatom u hidrološki ciklus tijekom tog kritično-sušnog razdoblja. To se najbolje može vidjeti uspoređujući se, primjera radi, veličina ukupno procijenjenog bilansa voda 5-godišnjeg povratnog perioda (218.5 mil. m<sup>3</sup>) tijekom tog kritično sušnog mjeseca, s volumenom npr. Vranskog jezera na otoku Cresu koji iznosi upravo koliko i taj ukupan volumen. Za 20-godišnji povratni period čak je ukupno procijenjeni vodni bilans cjelokupnog krškog područja Hrvatske za 50-tak mil. m<sup>3</sup> manji od volumena toga jednog jedinog jezera. Za napomenuti je da, pri ocjeni rezultata treba voditi računa da su

u prikazanim proračunatim vrijednostima raspoloživih protoka i volumena sadržane i vode koje se nužne za osiguravanje ekološki prihvatljiv protok na čitavom tom prostoru.

Iz danih je procjena vidljivo da volumenski najrespektabilnije rezerve voda postoje na prostorima CPV Like i Gacke, a da su najmanje na području Južne istre i Ravnih kotara gdje su i najveći problemi s pojavama povremenih dubljih prodora mora u priobalni krški vodonosnik već i postojećoj razini korištenja voda najizrazitiji.

### 4.9.3. Utjecaj površinskih tokova na podzemne vode i značajna umjetna prihranjivanja podzemnih voda

Značajke vodne bilance vodnih resursa mogu se dijelom mijenjati i na način da se antropogenim zahvatima utječe na kontrolirano prihranjivanje dijelova krških vodonosnika. Na analiziranom krškom području Hrvatske takvo umjetno kontrolirano prihranjivanje podzemnih voda nije uobičajeni pristup. Ipak, postoje određena i to pozitivna iskustva krajem osamdesetih i početkom devedesetih s područja CPV sjeverne Istre, kada su provedena takva UMJETNA prihranjivanja izvora Gradole vodom iz površinske akumulacije Butoniga (KVAŠTEK, 1989; URUMOVIĆ I RUBINIĆ, 2000).

U razdoblju od 1988.-2002.g. kada je izgrađen uređaj za kondicioniranje voda iz same akumulacije Butoniga u ponorsku zonu Čiže s kojom je izvor Gradole neposredno hidrografski povezan upuštalo se pojedinih sušnih godina i do oko 0.873 mil. m<sup>3</sup> vode iz akumulacije Butoniga kako bi se povećala izdašnost izvora tijekom kritičnog ljetnog sušnog razdoblja kad su sezonske potrebe za vodom u Istri najizraženije. Razlog takvog energetske nepovoljnog rješenja dizanja vode iz akumulacije Butoniga koja je na koti od oko 40 m n.m. na prostor središnje Istre s kotama terena oko 350 m n.m. da bi se voda infiltrirala u sliv i vodonosnik izvora Gradole te istekla na izvorištu pri koti od svega oko 1 m n.m. je bila okolnost da izgradnju akumulacije i transportno-distributivnog vodoopskrbnog sustava iz akumulacije nije odmah pratila i izgradnja sustava za kondicioniranje voda iz akumulacije. Stoga se je upuštanjem vode iz akumulacije u ponor Čiže dijelom uspijevalo povećati vodnu bilacu izvora Gradole tijekom kritičnih ljetnih sušnih razdoblja, koristeći pri zahvatu uređaj za kondicioniranje na samome izvoru i za pročišćavanje tako umjetno infiltrirane komponente vode iz površinske akumulacije u sustav krškog vodonosnika izvora Gradole. Dopršetkom izgradnjom uređaja za kondicioniranje vode na samoj akumulaciji, zbog energetske neučinkovitosti takvoga prihranjivanja, otklonjena je potreba za takvim daljnjim aktivnostima.

Ideja umjetnog prihranjivanja vodozahvata podzemnih voda izgradnjom površinske akumulacija provedena je na području akumulacije Ponikve u središnjem dijelu otoka Krka krajem osamdesetih prošlog stoljeća. No, uz pozitivan količinski efekt takvoga prihranjivanja kojim je izdvajanjem ponorske zone u depresiji Ponikve omogućeno stalno zadržavanje vode u površinskoj akumulaciji čime je na podzemnoj kaptaznoj galeriji lociranoj neposredno u okruženju akumulacije omogućeno povećanje crpljenja tijekom ljetnih sušnih razdoblja s oko 25 l/s prije izgradnje površinske na oko 150 l/s, posljedica je i narušavanje kakvoće zahvaćenih voda, posebno u okolnostima provedenih precrpeljivanja zahvata podzemnih voda te brzom infiltracijom površinskih voda lošije kakvoće iz plitke akumulacije u zonu zahvata podzemnih voda. To je i rezultiralo promjenom koncepta korištenja voda na lokalitetu Ponikava s orijentacijom na zahvat vode iz površinske akumulacije (ŠTEFANEK, 1996; HINIĆ, 2001, RUBINIĆ, 2005; RUBINIĆ I DRUGI, 2007).

Umjetno prihranjivanje dijelom je prisutno na analiziranom području na posredan način – nekontroliranom infiltracijom dijela površinskih voda iz energetske ili vodoopskrbnih akumulacije. Tako infiltrirane vode dijelom uravnotežavaju vodni režim izvora koji se prihranjuju s tih prostora, tako da zapravo čine faktor stabilnosti njihova istjecanja. Prije svega to se odnosi na hidroenergetske objekte u slivu Cetine i Buškog Blata koje se nalazi na području susjedne Bosne i Hercegovine ali ima utjecaj na krška izvorišta u slivu Cetine, kao i sustav HE Senj koji na području Like ima izgrađenu akumulaciju Kruščicu. Time su, uz negativne utjecaj koje je skretanje površinskih vodnih tokova imalo na nizvodnije locirane sustave krških vodonosnika, ostvareni dijelom i pozitivni učinci na uravnoteženju bilance i povećanju malih voda dijela krških izvora koji se prihranjuju iz dijelova slivova na kojima su izgrađene spomenute akumulacije.

## 4.10. Utjecaj zahvata vode na količinsko stanje CPV

U nastavku je, rukovodeći se provedenim analizama i sagledavanjima u okviru t.4.3.-4.7., prema proceduri opisanoj u t. 4.2. ovog dokumenta, provedena ocjena količinskog stanja CPV po pojedinim specificiranim testovima, odnosno kategorijama analize. Iako su sami testovi – propisane analize su nezavisni jedan od drugog, zbog uglavnom prisutne nedostatnosti primjerenih kvantificiranih podloga kojima bi se provodile meritorne ocjene, prilikom provedenih pojedinačnih ocjena sagledavala su se ukupna raspoloživa saznanja o karakteru pojedinih cjelina i manifestacijama dinamike kolebanja i kretanja podzemnih voda i njihove veze s površinskim vodama, kako u okviru provedenih obrada u datom dokumentu, tako i šire – u prethodno raspoloživim podlogama. Na temelju tih ukupnih saznanja i na temelju njih danih ekspertnih procjena, dane su i predmetne ocjene prikazane u nastavku u okviru t 4.8. Njihov je sumarni prikaz s konačnom ocjenom stanja po pojedinim CPV dan u t.4.9.

### 4.10.1. Ocjena utjecaja intruzije zaslanjene vode

Na osnovu u t.4.3 provedenih sagledavanja, očito je da na značajnom dijelu priobalnog područja Hrvatske postoje prisutni procesi intruzije zaslanjene vode u priobalne krške vodonosnike eksploataibilnih vodnih resursa. Radi se uglavnom o periodičnim pojavama pikova zaslanjenja u određenim nepovoljnim hidrološkim situacijama - dugotrajne sušne prilike ili nagle pojave povećanih dotoka voda u zonu istjecanja krških izvora te uslijed toga i privremene destabilizacije ravnoteže slane i slatke vode nakon. Često su pojave povećane intruzije zaslanjene vode dodatno isprovocirane i korištenjem voda – precrpljivanjem resursa na mjestima njihova zahvata. Saznanja o tim pojavama i karakteru zaslanjenja uglavnom nisu vezani uz rezultate praćenja na mreži državnog monitoringa kakvoće vode, već su ponajviše posljedica pojedinačnih istražnih radova ili vrlo često po korisniku vodozahvata provedenih interventnih uzorkovanja u situacijama nakon uočenih prodora zaslanjenih voda u priobalni vodonosnik.

Odabrane CPV obuhvaćaju relativno širok prostor, tako da je iz danih primjera vidljivo da gotovo na svakoj od njih, na nekim rubnim dijelovima, ima povremenih pojava intruzije morske vode na nekom od vodocrpilišta. No, većina od takvih pojava ima pojedinačni i prostorno ograničeni karakter, odvija se samo u nepovoljnim dijelovima hidrološkog ciklusa i nema karakter trajnijeg pogoršanja stanja. Izuzetak su područja CPV Južne Istre i Ravnih kotara gdje se znatno učestalije zapažaju pojave intruzije zaslanjene vode, i to dublje u priobalnom zaleđu. Kod CPV Južna Istra može se takođe loše kvalitativno stanje (kemijski status) dijelom dovesti u vezu i s intruzijom onečišćenja u zonu crpljenja bunara lociranih u zaleđu grada Pule. Naime, uslijed dugotrajnijeg crpljenja voda s tih bunara za potrebe vodoopskrbe, kao i sve većega nekontroliranoga korištenja podzemnih voda za navodnjavanje, dijelom je došlo i do promjene gradijenata tečenja podzemnih voda iz antropogenim utjecajima jače izloženih urbanih dijelova grada Pule ka samim bunarima.

Stoga je za CPV Južne Istre i Ravnih kotara gdje se zaslanjenja javljaju na širem prostoru izvorišta Golubinka, vodozahvata Boljkovac te dijela Bokanjačkog blata, kao i južnije u zoni Vranskog jezera i njegova okruženja, dana karakterizacija „Lošega stanja“. S jedne strane provedeni prokop Prosika kojime se odvođe vode Vranskog jezera i snižava njegov režim sezonskih oscilacija, a s druge strane koincidencija uzastopne pojave niza sušnih godina s istovremenim korištenje voda u slivu Vranskog jezera za vodoopskrbu i navodnjavanje, tijekom ekstremno sušnih godina uzrokuju sniženja razina vode i u jezeru i razina podzemnih voda u okolnom krškom vodonosniku do mjere da dolazi do povećane pojave intruzije slane vode u jezerski sustav (RUBINIĆ i DRUGI, 2009).

Za CPV Neretva je dana karakterizacija „Vjerojatno loše stanje“ iz razloga što se na temelju započelih istraživanja na ušću Neretve, u njenom aluvijalnom vodonosniku, zapažaju promjene koje imaju indiciju trajnijeg pogoršanja stanja sustava u smislu intenziviranja intruzije zaslanjenih voda. Djelomično je to i posljedica promijenjenog režima površinskih voda u smislu potiskivanja klina zaslanjene vode iz samog korita donjeg toka Neretve. Isto tako, na širem prostoru CPV Neretva nalazi se i niz krških izvora, neovisnih o



neposrednom slivu same rijeke Neretve i njenih pritoka ili izvorišta uz njen tok, koji povremeno imaju problema sa prodorima zaslanjenih voda u svoj vodonosnik, te je stoga nužno to područje držati pod pojačanom kontrolom kakva se provodi na područjima gdje je nesumnjivo detektirano „Loše staje“.

Za sve ostale CPV na krškom području Hrvatske količinsko se stanje voda u kategoriji intruzija zaslanjenih voda može ocijeniti „dobrim“.

#### 4.10.2. Utjecaj korištenja podzemnih voda na površinske vode

Ocjenu količinskog stanja vodnih resursa podzemnih voda u kontekstu njihova međuodnosa – utjecaja korištenja ili nekih drugih zahvata koje uzrokuju promjenu stanja kemizma ili ekološkog stanja uz pozemne vode vezanih površinskih vodotoka, na analiziranom je krškom području Hrvatske vrlo teško kvantificirati. Prije svega, spomenutu analizu, u smislu ocjene uslijed prirodnih ili antropogenih utjecaja na narušavanje prirodnog stanja i režima dinamike kolebanja razina podzemnih voda, nije moguće sprovesti u odnosu na neko početno prirodno stanje iz razloga što je izgradnjom hidroenergetskih objekata (akumulacija i skrenutih korita vodotoka) već odavno promijenjen prirodni vodni režim podzemnih voda i vodotoka na značajnijem dijelu krškog prostora Hrvatske, te i nema kvantitativnih pokazatelja za takvo ranije stanje.

U tom kontekstu mogući problemi ponajviše ogledaju se na području sliva Mirne (CPV Sjeverna Istra), gdje su prirodnom stanju tijekom sušnih razdoblja glavninu prihranjivanja toka Mirne davali krški izvori Sv.Ivan, Bulaž i Gradole. Uključenjem spomenutih izvora u vodoopskrbni sustav, kao i izgradnjom akumulacije Butoniga na lijevoobalnoj površinskoj pritoci Mirne, u uvjetima neosiguranog EPP (niti sa samih izvora a niti iz sustava kakve za tu namjenu planirane akumulacije) dolazi do smanjenja dotoka u koritu Mirne i povećanih problema s njezinom kakvoćom (RUBINIĆ i DRUGI, 2006) u granicama koje predstavljaju rizik za njen ekološki sustav. Kako za sliv Mirne, uostalom kao i za većinu drugih vodnih resursa, nije zvanično utvrđen EPP, korisnicima površinskih i podzemnih vodnih resursa u slivu Mirne nije propisan ni režim korištenja vodnih resursa kojime bi se osiguravao taj EPP. Ilustracije radi, za profil hidrološke postaje Motovun – Mirna predložena je, s hidrološkog stanovišta proračunata, vrijednost EPP između 300 i 400 l/s (RUBINIĆ, 2008), a u stvarnosti ekstremne minimalne vode Mirne na tom profilu kreću se i ispod 50-tak l/s, a uzvodno od utoka pritoke Butoniga Mirna čak u ekstremnim sušnim uvjetima znade i presušivati uz istovremenu cjelokupnu eksploataciju krških izvorišta u njenom slivu.

Stoga se za CPV Sjeverna Istra u kategoriji analize površinskih voda na daje ocjena „Loše stanje“, s time da se preporuča da se takva kategorizacija, u duhu ODV-a, respektira pri lokalizaciji individualnog tijela površinske vode koje neposredno obuhvaća samu rijeku Mirnu.

Za sve ostale CPV na krškom području Hrvatske, na temelju se raspoloživih spoznaja, količinsko se stanje voda u kategoriji utjecaja podzemnih voda na površinske vode može ocijeniti „dobrim“.

#### 4.10.3. Ocjena količinskog utjecaja CPV na kopnene ekosustave ovisne o podzemnoj vodi

Analiza predmetnog utjecaja trebala bi se bazirati na preispitivanju kvantificiranih odabranih okolišnih uvjeta po pojedinim kopnenim ekosustavima, a koji bi trebali predstavljati indikatore nužne za obstojnost ekoloških zajednica vezanih uz akvatičke sustave ovisne o podzemnoj vodi. S obzirom da se u recentno doba na području Hrvatske puno radi na zaštiti određenih kategorija eko-sustava, ali još nisu razvijeni i kvantificirani takvi okolišni uvjeti, predmetna kategorizacija stanja CPV morala je biti modificirana na način da je analiza i ocjena stanja takvih sustava provedena na temelju ekspertnih procjena u posebnoj točki ovog dokumenta (t.6).

Po moguće prisutnim negativnim manifestacijama promjene količinskih utjecaja izdvojene su CPV Sjeverna Mirna i uz nju vezani ekosustavi Motovunske šume i Doline Mirne i šireg područja Butonige, kao i CPV Neretva s ekosustavima delte Neretve i sustavom Paleoomble i rijeke Omble. Kako nedostostaju potrebni propisani kriteriji - indikatori stanja, kod ove je kategorije provedenih analiza provedena modificirana ocjena na

način da je za CPV Sjeverna Istra i CPV Neretva dana ocjena vjerojatno lošg stanja. Za sve ostale CPV za koje nisu bile na raspolaganju saznanja o prisutnim problemima, dana je ocjena „Vjerojatno dobro stanje“.

#### 4.10.4. Ocjena utjecaja bilance voda - korištenja podzemnih voda na količinski status CPV

Predmetna ocjena stanja temelji se na ocjeni međudnosa bilance stanja hidroloških prilika tijekom posljednjeg analizirnog razdoblja od 2000.-2007.g. te informacija o različitim vidovima korištenja voda tijekom razdoblja 2000.-07.

Prema ODV-u za postizanje dobrog stanja voda nužan je uvjet da prosječni višegodišnji dotoci u sustav CPV umanjeni za količine EPP moraju biti veći od zbroja ukupnih godišnjih korištenja voda. Kako je iz ranije diskusije naglašeno, EPP za većinu CPV, odnosno njihovih resursa, nije niti utvrđen a ako i je, mehanizmi njegove kontrole nisu zaživjeli u praksi. Sretna je okolnost da su, generalno gledajući, ukupna korištenja voda na krškom području Hrvatske, posebno u kontekstu oduzimanja voda iz prirodnog hidrološkog ciklusa, izuzev u dijelu koji se odnosi na HE sustave, relativno mala u odnosu ukupanu bilancu dotoka, tako da se i negative posljedice pretjeranog korištenja voda manifestiraju uglavnom na relativno ograničenim prostorima. Za napomenuti je i da su zbog čvrste uzajamne međupovezanosti podzemnih i površinskih voda u kršu, koja na nekim područjima ide i do višestruke pojavnosti iste vode na različitim horizontima istjecanja i cirkulacije, provedenim analizama obuhvaćena i površinske i podzemne vode unutar istih CPV.

U **tablici 4-32** dan je prikaz raspoloživih prosječnih bilanci voda tijekom razdoblja 2000.-2007, kao i njihova korištenja za vodoopskrbu, procijenjene vrijednosti korištenja za tehnološke vode (na osnovi odobrenih godišnjih volumena zahvaćenih količina) te navodnjavanja (gruba orijentacijska procjena na osnovi stanja iz 2003.g. po županijama i projekcijama razvoja navodnjavanja do 2007.). Podaci o korištenjima voda u hidroenergetici nisu mogli biti uzeti u obzir iz razloga nedostatka podataka o energetsom korištenju voda po pojedinim elektranama tijekom analiziranog referentnog razdoblja.

Vidljivo je da se za analizirana korištenja % iskorištenja vodne bilance u odnosu na prosječni dotok vlastitih voda tijekom referentnog razdoblja 2000.-2007. kreće između 0.5% (kod CPV Une i Korane) i 7.9% (CPV Sjeverna Istra), s prosjekom od 2.3%. dok se u odnosu na kritično sušnu godinu kreće u relacijama 0.7 % (CPV Korana) i 11.1% (CPV Sjeverna Istra). Moguće je da ti postoci i nešto viši obzirom na neka moguća u ovom dokumentu neregistrirana korištenja voda, kao i obzirom na korištenja voda za potrebe hidroenergetike. No, generalno gldajući, sva su ta korištenja značajnije niža od prosječnih dotoka i prema tom kriteriju ne bi trebala biti okarakterizirana s lošim stanjem. No, obzirom na relativno slabu akumulativnost krških vodonosnika, zabilježena precrpljivanja vodonosnika na području Južne istre, te vrlo male procijenjene minimalne srednje mjesečnih dotoke, ocijenjeno je da CPV Južna Istra ima „Loše količinsko stanje“ i u pogledu bilance. Sve ostale CPV imaju u pogledu bilančnih sagledavanja „Dobro stanje“ voda.

Tablica 4.32. – Usporedni prikaz bilance prosječnih godišnjih dotoka i korištenja voda za različite kategorije potrošnje (2000.-2007.) u odnosu na prosjek i kritičnu godinu

CPV	Vsr god 2000-07 (*10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Vmin god 2000-07 (*10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Korištenje voda			Iskor. resursa (%)	
			Vodooop- (*10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) Tehno.	Tehn. vode (*10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Navodnj.* (*10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	U odnosu na prosj.	U odnosu na min
SJEVERNA ISTRA	305.9	217.6	22.96	0.146	1	7.9	11.1
SREDIŠNJA ISTRA	466.7	350.0	7.989	2.35	1	2.4	3.2
JUŽNA ISTRA	78.8	56.8	1.867	0.209	1	3.9	5.4
RIJEČKI ZALJEV	482.5	435.2	1.087	17.16	0.1	3.8	4.2
RIJEKA – BAKAR	813.6	734.8	27.227	10.45	0.1	4.6	5.1
LIKA - GACKA	3387.0	2362.0	12.159	43.8	0.2	1.7	2.4
ZRMANJA	1324.5	924.0	21.908	0.25	0.5	1.7	2.5
RAVNI KOTARI	290.1	186.1	10.98	0.096	1	4.2	6.5
KRKA	1630.4	1047.0	24.384	16.01	0.5	2.5	3.9
CETINA	1318.2	961.8	66.191	13.312	1.5	6.1	8.4
NERETVA	854.6	690.6	20.799	0.0416	2	2.7	3.3
JADRANSKI OTOCI*	693.8	488.8	7.302	0.03	0.5	1.1	1.6
KUPA	1192.1	883.0	1.863	8.169	0.1	0.8	1.1
DOBRA	1141.6	804.2	3.12	20.53	0.1	2.1	3.0
MREŽNICA	848.3	492.0	3.183	17.69	0.1	2.5	4.3
KORANA	810.5	438.4	4	0	0.1	0.5	0.9
UNA	1409.7	911.4	1.5	4.8	0.1	0.5	0.7
UKUPNO – DIO HRVATSKE POD KRŠEM	17048.4	11983.7	238.5	155.0	9.9	2.3	3.2

\* - u CPV uključeni samo otoci na kojima postoje zahvati podz.voda

## 4.11. Završna procjena količinskog stanja CPV

Na temelju prethodno danih ocjena, u **Tablici 4-33** kao i na **Slici 4-62** dana je završna procjena količinskog statusa razmatranih CPV na krškom području Hrvatske.

Tablica 4-33. Završna ocjena količinskog stanja CPV

KOD	IME	Količinsko stanje				Ocjena stanja
		1. test- Intruzija slane vode	2. test Površ. vode	3. test Ekosustavi ovisni o podz. vodama	4. test Vodna bilanca	
HR_KCPV_01	SJEVERNA ISTRA	Green	Yellow	Yellow	Green	Yellow
HR_KCPV_02	SREDIŠNJA ISTRA	Green	Green	Blue	Green	Green
HR_KCPV_03	JUŽNA ISTRA	Red	Green	Blue	Yellow	Red
HR_KCPV_04	RIJEČKI ZALJEV	Green	Green	Blue	Green	Green
HR_KCPV_05	RIJEKA – BAKAR	Green	Green	Blue	Green	Green
HR_KCPV_06	LIKA - GACKA	Green	Green	Blue	Green	Green
HR_KCPV_07	ZRMANJA	Green	Green	Blue	Green	Green
HR_KCPV_08	RAVNI KOTARI	Red	Green	Blue	Green	Red
HR_KCPV_09	KRKA	Green	Green	Blue	Green	Green
HR_KCPV_10	CETINA	Green	Green	Blue	Green	Green
HR_KCPV_11	NERETVA	Yellow	Green	Blue	Green	Yellow
HR_KCPV_12	JADRANSKI OTOCI	Green	Green	Blue	Green	Green
HR_KCPV_13	KUPA	Green	Green	Blue	Green	Green
HR_KCPV_14	DOBRA	Green	Green	Blue	Green	Green
HR_KCPV_15	MREŽNICA	Green	Green	Blue	Green	Green
HR_KCPV_16	KORANA	Green	Green	Blue	Green	Green
HR_KCPV_17	UNA	Green	Green	Blue	Green	Green

Legenda:

Green	DOBRO STANJE
Blue	VJEROJATNO DOBRO STANJE
Red	LOŠE STANJE
Yellow	VJEROJATNO LOŠE STANJE



Slika 4-62. Procjena količinskog statusa CPV

Vidljivo je da na krškom području Hrvatske postoji nekoliko CPV koje su s količinskog aspekta imaju „Loše stanje“ – Južna Istra i Ravni kotari, a „Vjerojatno loše“ još i Sjeverna Istra te Neretva. Osim za lokalitet Južne Istre gdje se i po kriterijima ugrožene kakvoće voda ocjena testa provodi po čitavoj CPV, za ostale CPV moguće je unutar njih izdvojiti i više različitih vodnih tijela površinskih voda sa zasebno definiranim okolišnim ciljevima (tok Mirne nizvono od Buzeta, sliv Vrankog jezera kod Biograda, donji tok Neretve), te tako prilagoditi mjere zaštite analiziranog područja. Sva ostala područja imaju sa količinskog aspekta sagledavanja „Dobro stanje“ voda.

## 5. DEFINIRANJE KVALITATIVNOG STATUSA PODZEMNE VODE PO CPV

Analiza kakvoće podzemne vode provodi se po grupiranim cjelinama podzemne vode za ocjenu kvalitativnog stanja, odnosno razine opterećenja uzrokovane ljudskom aktivnošću. Temelji se na postojećim analizama kakvoće vode sadržanim u Državnoj mreži opažanja Hrvatskih voda. Osim podzemnih voda, u Državnoj mreži opažanja Hrvatskih voda su sadržane i analize površinskih voda. U ovoj analizi obrađene su točke opažanja podzemnih voda, gdje se u prvom redu misli na izvore kao reprezentativna mjesta za opažanje kakvoće podzemnih voda. Također, obrađene su i neke točke opažanja koje pripadaju površinskim vodama kao npr. Vransko jezero na otoku Cresu i Slunjčica uzvodno od crpilišta, ali su to jedine točke opažanja u tom dijelu cjeline podzemne vode ili čak jedine točke u tim cjelinama podzemnih voda, a na neki su način povezane s podzemnom vodom.

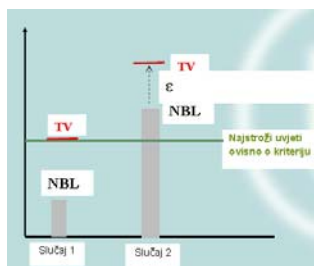
Odabir parametara obrađenih ovom analizom napravljen je prema zahtjevima Okvirne direktive o vodama, Direktive o podzemnim vodama, ali su dodani i neki parametri koji prikazuju određene pokazatelje kakvoće, a nisu sadržani u zahtjevima direktiva.

Prema **Okvirnoj direktivi o vodama (ODV)** potrebno je analizirati slijedeće osnovne parametre: otopljeni kisik, pH vrijednost, električna vodljivost, nitrati i amonijak. Osim osnovnih pokazatelja koji su određeni Okvirnom direktivom o vodama dodatni pokazatelji su određeni **Direktivom o podzemnim vodama**. To su: ukupni pesticidi, ali i tvari ili ioni ili pokazatelji koji se mogu javiti i prirodno i/ili kao rezultat ljudskih aktivnosti (arsen, kadmij, olovo, živa, klorid, sulfat) kao i umjetne sintetičke tvari: trikloretilen i tetrakloretilen.

Osim tih pokazatelja obrađeni su i neki koji nisu izrijekom određeni Okvirnom direktivom o vodama i Direktivom o podzemnim vodama. To su: slobodni CO<sub>2</sub>, temperatura, ortofosfati, mutnoća, željezo, mangan i mineralna ulja.

Za sve vodne objekte osnovno razdoblje obrade ove analize je od siječnja 2000. do prosinca 2007. godine, ali su na nekim cjelinama podzemnih voda obrađene kemijske analize i izvan ovog razdoblja jer nisu točke opažanja u Državnoj mreži opažanja Hrvatskih voda. U sklopu Državne mreže opažanja dinamika uzorkovanja vodnih objekata bila je različita, a tijekom razdoblja opažanja mijenjale su se i granice detekcije za pojedine parametre. Uzorkovanje je rađeno uglavnom u mjesečnim intervalima, ali ne na svim točkama opažanja i ne za sve parametre. Neki od parametara kao npr. arsen nije analiziran niti na jednom vodnom objektu na području krša, a neki kao npr. trikloretilen i tetrakloretilen su analizirani vrlo rijetko i to samo na nekim vodnim objektima.

Jedan od zadataka obrade kvalitativnog stanja podzemne vode i procjene rizika neispunjavanja ciljeva članka 4. Okvirnih direktiva o vodama je određivanje prirodne koncentracije (background level; BL) i granične vrijednosti (threshold value; TV) za parametre kakvoće određene Okvirnom direktivom o vodama i Direktivom o podzemnim vodama. Ove se koncentracije mogu određivati zasebno za svaku cjelinu podzemne vode, određeno vodno područje ili na nacionalnoj razini. Za krško područje u Republici Hrvatskoj je zbog sličnih uvjeta u vodonosniku, ali i ograničenja broja analiza po cjelinama, određivanje BL i TV rađeno za sve cjeline podzemne vode zajedno.



Slika 5-1. Definiranje BL

Prvi korak kod određivanja TV i BL je određivanje referentnih graničnih kriterija propisanih državnim legislativom, a ovisno o korištenju podzemnih voda u CPV. Prema Direktivama o vodama, ali i pratećim tehničkim izvješćima (npr. Towards a guidance on Groundwater Chemical Status and Threshold Values) za dobivanje referentnih vrijednosti (REF) dva osnovna tipa kriterija moraju biti uzeti u obzir, a pri tome treba uzeti u obzir stroži kriterij. To su:

- okolišni kriterij
  - o ovisi o kopnenim i vodenim ekosustavima povezanim s podzemnim vodama
- kriterij korištenja
  - o pitka voda u zaštićenim područjima za pitke vode (zone sanitarne zaštite izvorišta pitke vode)
  - o ostali vidovi korištenja (navodnjavanje, industrija,...)

U krškom dijelu Hrvatske korištenje podzemnih voda vezano je za javnu vodoopskrbu, ekosustave, za poljoprivredu vrlo male količine u krškim poljima i nešto za potrebe industrije. Od spomenutih tipova korištenja najstroži kriteriji su određeni za korištenje za potrebe javne vodoopskrbe, a u gotovo svim se CPV nalazi bar jedno crpilište javne vodoopskrbe ili je planirano zahvaćanje. Za ekosustave, a i ostale tipove korištenja, nisu određene referentne vrijednosti po parametrima kakvoće, pa su za referentne uvjete (reference value; REF) uzete maksimalno dopuštene koncentracije (MDK) za pitke vode propisane Pravilnikom o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće.

Nakon postavljanja REF vrijednosti, slijedeći korak je određivanje BL. To je statistička analiza gdje se treba držati nekoliko koraka:

- a) uzeti samo reprezentativne analize; isključiti analize za koje vrijedi:
  - a. greška u ionskom balansu je  $> 10\%$
  - b. analize pokazuju  $> 1.000\text{ mg/l NaCl}$
  - c. uzorci uzeti iz nepoznatih dubina
  - d. uzorci iz hidrotermalnih vodonosnika
- b) isključiti uzorke sa antropogenim utjecajem
  - a. uzorke sa neprirodnim supstancama (npr. pesticidi)
  - b. uzorci sa  $\text{NO}_3 > 10\text{ mg/l}$
  - c. uzorci sa ostalim anorganskim antropogenim indikatorima
- c) odvojiti aerobne od anaerobnih vodonosnika
- d) pretvoriti vremenske serije uzoraka u medijan prosječne vrijednosti
- e) izračunati BL kao  $90\%$  preostalih analiza

Određivanje BL rađeno je analizom kemijskih analiza sa 35 točaka opažanja podzemne vode (**Tablica 5-1**). Neki izvori su izbačeni iz statističke analize zbog koncentracija nitrata  $> 10\text{ mg/l}$ , pojedine točke opažanja, kao npr. Slunjčica, je zapravo točka opažanja površinskih voda, ali je to jedina točka opažanja u CPV Korana, a nalazi se par kilometara nizvodno od samog izvora. Također, izostavljena su jezera Njivice, Ponikve na otoku Krku i Vransko jezero na Cresu koja su zapravo kombinacija podzemne i površinske vode. BL je određen za samo dio parametara kakvoće obrađenih u analizi stanja kakvoće po CPV jer za ostale opažane parametre nije bilo dovoljno analiza za statističku obradu. U slijedećem razdoblju obrade krajem 2015. godine potrebno je provesti novu analizu BL i u nju uključiti sve odabrane parametre kakvoće podzemnih voda.

Nakon određivanja BL provodi se usporedba BL i REF vrijednosti za podzemne vode. Postoje dva osnovna slučaja:

1.  $\text{BL} < \text{REF}$
2.  $\text{BL} > \text{REF}$

U analizi kakvoće točaka opažanja Državne mreže Hrvatskih voda sve točke opažanja imale su  $\text{BL} < \text{REF}$ . U tom slučaju ( $\text{BL} < \text{REF}$ ) određivanje TV može se provesti na nekoliko načina:

1.  $\text{TV} = \text{REF}$
2.  $\text{TV} = 0,75 * \text{REF}$

$$3. \quad TV = \frac{BL + REF}{2}$$

U ovoj studiji je korišten TV=REF. U slučaju (BL>REF) uzima se TV=BL, no u CPV u kršu Hrvatske nije zabilježen takav slučaj.

Tablica 5-1. Određivanje BL za CPV u kršu Hrvatske

CPV	Crpilišta	Nitrati mg/l NO3 (median)	Amonij mg/l NH4 (median)	Otopljeni kisik mg/l (median)	CND μS/cm (median)
SJEVERNA ISTRA	Bulaž	5,35	0,0116	9,60	504
	Sv. Ivan	3,45	0,0110	10,55	425
	Mlini	4,38	0,0103	10,30	457
RIJEKA - BAKAR	Rječina	3,18	0,0050	11,70	233
	Zvir	3,98	0,0050	11,50	260
	Martinšćica	4,86	0,0050	11,50	247
	Dobrica	3,87	0,0050	11,70	326
LIKA - GACKA	Tonkovića vrelo	1,92	0,0065	10,75	473
	N.Žrnovnica	3,56	0,0065	12,15	249
	Košna	1,35	0,0035	10,70	220
	Mrđenovac	0,71	0,0065	9,70	331
ZRMANJA	Vrelo Zrmanje	1,77	0,0103	10,63	340
	Muškovci	1,06	0,0097	10,54	377
KRKA	Šimića vrelo	1,21	0,0050	10,03	469
	Jaruga	1,41	0,0090	7,09	512
	Krčić	2,16	0,0050	10,40	383
	Čikola	2,31	0,0116	10,20	368
CETINA	Vukovića vrelo	1,93	0,0059	10,80	324
	Šilovka	2,15	0,0129	10,10	399
	Mala Ruda	1,81	0,0110	9,95	326
	Jadro	2,92	0,0065	10,10	391
	Žrnovnica	2,01	0,0090	10,10	380
NERETVA	Opačac	1,92	0,0065	10,05	376
	Butina	4,82	0,0065	9,40	563
	Prud	4,91	0,0065	9,10	698
	Ombla	2,43	0,0065	9,75	338
	Konavoska Ljuta	1,65	0,0065	10,30	286
KUPA	Čabranka	2,70	0,0065	11,20	378
	Kupa	3,32	0,0065	12,20	237
	Mala Belica	4,38	0,0065	11,60	283
	Kupica	3,49	0,0065	11,60	297
DOBRA	Ribnjak	4,07	0,0065	10,90	380
MREŽNICA	Čižić vrelo	3,71	0,0065	10,60	466
	Dretulja	3,06	0,0019	10,30	389
	Zagorska Mrežnica	3,16	0,0400	10,39	378
<b>BL<sub>90</sub></b>		<b>4,64</b>	<b>0,0114</b>	<b>11,66</b>	<b>492</b>
<b>REF</b>		50,00	0,5000		2500

Specifičnosti hrvatskog krša su velike brzine podzemnih tokova, kratko vrijeme zadržavanja vode u podzemlju tijekom velikih voda, zamućenja praćena povećanjem bakteriološkog sadržaja nakon prvih jakih padalina poslije sušnog razdoblja, ali i brzi prolasci tih problema u razdoblju od 1-2 dana i uglavnom istjecanje



podzemne vode vrlo dobre kakvoće na izvorima. Naime, nakon velikih kiša u razdoblju od samo 15-tak sati dolazi do pojava povećanja mutnoće i onečišćenja na izvorima i već slijedeći dan ti parametri padnu ispod MDK vrijednosti za pitke vode. Također, Hrvatska ima više od 1.000 kilometara obalne linije i brojne vodonosnike otvorene prema negativnom utjecaju mora. To je posebno izraženo na hrvatskim otocima. Na nekim crpilištima uslijed čak i normalnog crpljenja tijekom ljetnih sušnih razdoblja dolazi do povećanja sadržaja klorida, a na nekim izvorima do zaslanjenja dolazi i u potpuno prirodnim uvjetima. U sklopu Državne mreže opažanja Hrvatskih voda samo je na nekoliko vodnih objekata uzorkovano tijekom same pojave zaslanjenja, a brojni izvori sa problemom zaslanjenja nisu niti uključeni u Državnu mrežu opažanja. Stoga izvedena analiza kakvoće ne prikazuje stvarno stanje utjecaja mora na priobalne vodonosnike.

Tablica 5-2. Broj točaka opažanja i broj analiza korišten za određivanje kvalitativnog stanja podzemnih voda na krškom području RH

Kod CPV	Cjelina podzemne vode	Broj točaka opažanja	Ukupan broj analiza	Razdoblje opažanja
HR_KCPV_01	Sjeverna Istra	2 + 4	20 + 344	08.1997.-09.2003.; 01.2000.-12.2007.
HR_KCPV_02	Središnja Istra	5	369	01.2000.-12.2007.
HR_KCPV_03	Južna Istra	2	109	01.2000.-12.2007.
HR_KCPV_04	Riječki zaljev	1	7	04.2001.-02.2003.
HR_KCPV_05	Rijeka – Bakar	4	409	01.2000.-12.2007.
HR_KCPV_06	Lika – Gacka	4	407	01.2000.-12.2007.
HR_KCPV_07	Zrmanja	2	110	01.2000.-12.2007.
HR_KCPV_08	Ravni kotari	2	24	07.2006.-12.2007.
HR_KCPV_09	Krka	4	204	01.2000.-12.2007.
HR_KCPV_10	Cetina	5	409	01.2000.-12.2007.
HR_KCPV_11	Neretva	5	466	01.2000.-12.2007.
HR_KCPV_12	Jadranski otoci – Krk	2	192	02.2000.-12.2007.
HR_KCPV_12	Jadranski otoci - Cres	1	96	01.2000.-12.2007.
HR_KCPV_13	Kupa	4	457	01.2000.-12.2007.
HR_KCPV_14	Dobra	1	83	04.2001.-12.2007.
HR_KCPV_15	Mrežnica	3	121	08.2001.-12.2007.
HR_KCPV_16	Korana	1	48	01.2004.-12.2007.
HR_KCPV_17	Una	3	12	03.1989.-09.1989.
	UKUPNO	55	3887	

Uvažavajući gore navedene specifičnosti krških vodonosnika dinamika uzorkovanja od jednom mjesečno je ponekad prerijetka, ali ipak daje generalnu sliku kakvoće podzemnih voda.

U krškom dijelu Republike Hrvatske zaštićen je veliki broj ekosustava, ukupne površine oko 50% hrvatskog krša, a ovom studijom izdvojeni su oni koji su ovisni o podzemnim vodama i detaljnije opisana njihova ovisnost u poglavlju 2.1.

U nastavku je pobliže opisan svaki od obrađenih parametara. Maksimalno dozvoljena vrijednost **pH** prema Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće je u rasponu od 6,5 do 9,5. Unutar toga raspona nalaze se sve analize obrađene ovom studijom. Osim same vrijednosti pH vrlo je važan i izgled krivulje trenda pH. Ukoliko pokazuje izraziti pad, odnosno trend smanjenja pH vrijednosti vode na pojedinoj točki unutar CPV to se povezuje s mikrobiološkim ili kemijskim procesima u prirodnim sustavima kao rezultat onečišćenja i obično je jedan od pokazatelja degradacije kakvoće podzemne vode. Također, ako je padajući trend vrijednosti pH dobiven na svim točkama opažanja unutar neke CPV, ili čak regionalno, velika je mogućnost utjecaja "kiselih" kiša, odnosno da opterećenje dolazi izvan same CPV putem padalina. Pošto većina izvora ima svoje nezavisno slivno područje, u slučaju lokalnih opterećenja na slivu pojedini bi izvori pokazivali različiti nagib krivulje trenda.

**Električna vodljivost (CND)** je dobar pokazatelj zaslanjenja vodonosnika (utjecaj mora), ali osim povećanja NaCl pokazuje i na povećanje ostalih otopina soli (KCl, CaCl<sub>2</sub>, NaHCO<sub>3</sub>, CaSO<sub>4</sub>, MgSO<sub>4</sub>, Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>; prema **APELLO & POSTMA, 1996**). Maksimalno dozvoljena vrijednost električne vodljivosti (CND) u pitkim vodama je prema Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće 2.500 μS/cm.

Koncentracija **otopljenog kisika** nije propisana kao relevantan parametar za obradu kakvoće pitkih voda jer nije jedan od parametara koji se analiziraju za tu namjenu, ali se obrađuju u sklopu Uredbe o klasifikaciji voda za I. klasu voda i propisana je koncentracija otopljenog kisika veća od 7 mg/l. Smanjenje koncentracije otopljenog kisika je jedan od pokazatelja onečišćenja podzemnih voda, a drastično smanjenje (ispod 3 mg/l) ukazuje i na proces eutrofikacije. Kao glavni razlozi toga se navode povećane koncentracije nitrata i fosfata (nutrijenata).

Povećani sadržaj **nitrata** u podzemnoj vodi posljedica je povećanja korištenja gnojiva u poljoprivrednoj proizvodnji. Prem Pravilniku, ali i prema Okvirnim direktivama o vodi propisana granična vrijednost iznosi 50 mg/l NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. Veće su koncentracije izuzetno štetne po zdravlje ljudi i mogu uzrokovati brojne negativne reakcije po ljudski organizam. Slična je situacija i s ostalim spojevima dušika (amonijak, NH<sub>3</sub>; **amonij ion, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>**; nitrit, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>). Dušični spojevi dolaze u vodu raspadanjem organizama, unošenjem padalinama, tehnološkim i komunalnim otpadnim vodama, ali najviše iz prirodnih ili umjetnih gnojiva. Čak 30-70% dušika iz gnojiva ne utroše biljke (u ekstremnim slučajevima utroše ga svega 10%), nego se infiltrira u podzemne vode (**LEVAČIĆ, 1997**).

Koncentracije **ukupnih pesticida** u podzemnim vodama u krškom dijelu Hrvatske vrlo su niske i kreću se oko granice detekcije. Uglavnom su analizirani lindan i DDT.

**Arsen** nije analiziran u krškim podzemnim vodama u sklopu Državne mreže opažanja Hrvatskih voda. Štetnost arsena je općepoznata, a povišene prirodne koncentracije arsena u podzemnim vodama specifične su za Panonske aluvijalne vodonosnike.

**Kadmij** se u podzemnim vodama obično povezuje s ležištima cinka, olova i bakra u prirodnim uvjetima kada su u kontaktu s mekanim, blago kiselim vodama. Umjetnim putem povišene koncentracije kadmija u podzemnim vodama obično su rezultat procjeđivanja industrijskih otpadnih voda ili procjeđivanja s odlagališta otpada.

Koncentracije **olova** u maksimalnim koncentracijama na nekim izvorima povremeno premašuju granične vrijednosti za pitke vode, ali su prosječne vrijednosti u svim CPV vrlo niske, ispod granice detekcije ili blizu granice detekcije.

Prosječne koncentracije žive su u svim CPV ispod granice detekcije.

**Kloridi i sulfati** su pokazatelji zaslanjenja vodonosnika, ali se mogu javiti povišene koncentracije i u prirodnim uvjetima u podzemnim vodama. Glavni izvori klorida su otapanje soli koje se nalaze u sedimentima, more i slana morska prašina, produkti razgradnje nekih minerala koji sadrže klor, dispergirani kloridi u magmatskim stijenama i produkt vulkanizma (**LEVAČIĆ, 1997**). U krškom području Hrvatske povećane koncentracije klorida povezuju se s procesom zaslanjenja priobalnih vodonosnika, a sulfata s naslagama gipsa (Knina).

**Trikloretilen i tetrakloretilen** u podzemnim vodama analizirani su na samo nekoliko točaka opažanja u Državnoj mreži opažanja Hrvatskih voda i koncentracije su bile osim u Južnoj Istri vrlo niske ili ispod granice detekcije.

Sadržaj **otopljenog CO<sub>2</sub>** nije definiran kao granična vrijednost u Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće, ali je jedan od dobrih pokazatelja recentnih procesa okršavanja u vodonosniku. Unosom povećane koncentracije CO<sub>2</sub> u vodonosnik dolazi do otapanja vapnenačkih stijena i povećanja koncentracije kalcija u podzemnoj vodi, odnosno recentnog procesa okršavanja.

**Temperatura vode** obično je u prosječnim vrijednostima odgovarajuća prosječnoj godišnjoj temperaturi na slivnom području. Nagle promjene temperature mogu ukazati na onečišćenje vodonosnika, ali i višegodišnji trendovi povećanja mogu ukazati na postepenu degradaciju kakvoće podzemne vode.

Povećanje koncentracije **ortofosfata** ukazuje na problem onečišćenja podzemne vode. Razlozi mogu biti: "saturirani" fosfor u poljoprivrednom tlu, gnojivo u većim količinama (na hrpama), procjeđivanje iz kanalizacijskih sustava ili procjeđivanje iz septičkih jama.

**Mutnoća** izvorske vode na nekim je izvorima povremeno povišena. Obično je to povezano s velikim padalinama nakon ljetnog sušnog razdoblja kada dolazi do spiranja nesaturirane zone vodonosnika i epikrške zone. Obično su te pojave povezane i s povećanim bakteriološkim sadržajem. Povećana mutnoća na izvorima može biti i rezultat geološke građe u slivnom području, npr. fliških naslaga.

Povišene koncentracije **željeza** u podzemnoj vodi krških vodonosnika u Hrvatskoj mogu biti rezultat onečišćenja, ali do povišenih koncentracija željeza može doći i spiranjem željezom bogatih ruda, ali i crvenice. To je posebno izraženo u Istri gdje ima mnogo starih boksitnih ležišta.

**Mangan** se u podzemnoj vodi ponaša obično kao i željezo iako se nalazi u manjim koncentracijama. U prirodnim uvjetima u podzemnu vodu dolazi otapanjem manganom bogatih minerala i stijena. U analizi je dat usporedni prikaz željeza i mangana.

Osim prirodnim putem povišene koncentracije željeza i mangana u podzemnim vodama mogu biti uzrokovane i otpadnim vodama industrije, iz rudničkih voda, ali i kao posljedica otpadnih voda kućanstava i procjeđivanja s odlagališta otpada.

**Mineralna ulja** se u najvećem broju slučajeva u podzemnim vodama pojavljuju kao posljedica korodiranih podzemnih spremnika ili prepunjavanja tih spremnika ili cestovnih nesreća s cisternama koje prevoze naftne derivate. Koncentracije mineralnih ulja u prosječnim koncentracijama nisu značajne, ali tijekom kišnih razdoblja povremeno prelaze granične vrijednosti za pitke vode.

**Bakteriološki sastav** podzemne vode nije jedan od pokazatelja predloženih Okvirnom direktivom o vodama ili Direktivom o podzemnim vodama pomoću kojih se prati kakvoća podzemne vode u cjelinama podzemne vode i procjenjuje stanje kakvoće vodonosnika. Prisustvo bakterija u podzemnim vodama veže se uz velike vodne valove, odnosno kada na izvorima istječu najmlađe vode. U temeljnim tokovima, gdje je starost vode > 50 dana nema bakterija jer je toliki i njihov životni vijek. Dio bakterija nastaje raspadanjem na površini i u pripovršinskoj zoni, ali dio je rezultat neodgovarajuće ili neizgrađene odvodnje naselja. Pogotovo su veliki pikovi tijekom jakih padalina nakon dugih sušnih razdoblja kada dolazi do spiranja epikrške zone vodonosnika i brzog transporta bakteriološkog onečišćenja prema izvorima. Ta je pojava obično vezana i povećanom mutnoćom. Ti donosi bakteriološkog onečišćenja obično traju jedan do dva dana i tada se izvorska voda pročišćava i nestaje bakteriološkog onečišćenja. U ovoj studiji nije dat prikaz stanja bakteriološkog sastava podzemnih voda jer to ne zahtijevaju Okvirne direktive o vodama, a niti Direktive o podzemnim vodama.

## 5.1. Sjeverna Istra (HR\_KCPV\_01)

### DOBRO STANJE

U nastavku su prikazani rezultati kemijskih analiza posebno za slivno područje Dragonje, a posebno za slivno područje Mirne iz razloga što za izvore u slivu Dragonje nema kontinuiranih podataka i nisu uključeni u Državnu mrežu opažanja Hrvatskih voda. Podaci korišteni za prikaz kakvoće podzemne vode u slivu Dragonje i sliva Mirne nisu iz istog razdoblja, pa su dati prikazi posebno za sliv Dragonje, a posebno za Mirnu iako su u istoj cjelini podzemnih voda Sjeverna Istra.

### 5.1.1. Dragonja

U sklopu državne mreže monitoringa Hrvatskih voda nije uključen niti jedan izvor ili vodni objekt s CPV Dragonja. To je stoga jer su navedeni izvori bili uključeni u vodoopskrbni sustav Koperskog vodovoda još u bivšoj državi, a nakon osamostaljenja Hrvatske i Slovenije to je područje postalo sporno kod određivanja međusobnih granica. Izvori se nalaze s lijeve strane kanala Dragonje i na njima istječe podzemna voda iz vodonosnika karbonatne Bujske antiklinalne forme. Sa slovenske strane područje sliva izgrađeno je od nepropusnih fliških naslaga i na tom je području uglavnom površinsko tečenje.

Za analizu stanja kakvoće na ova dva izvora korišteni su podaci iz projekta "Granični vodonosnici Hrvatske i Slovenije između Kvarnerskog i Tršćanskog zaljeva – Izvješće II. faze istraživanja" (BIONDIĆ, R. et al., 2004) gdje je dat kratak osvrt na kakvoću izvorskih voda Bužina i Gabrijela. U tom osvrtu su korišteni rezultati analiza dobivenih od Ministarstva za okoliš, prostor i energiju Republike Slovenije, a izvršene su u nekoliko navrata tijekom razdoblja 1997.-2001. godine u Zavodu za zdravstveno varstvo Koper.

#### pH vrijednost

	Gabrijeli	Bužini	CPV SJ. ISTRRA (Dragonja)	TV
pH <sub>min</sub>	6,82	6,9	6,82	6,5 – 9,5
pH <sub>max</sub>	7,54	7,27	7,54	
pH <sub>sr</sub>	7,0	7,04	7,02	

Prosječna vrijednost pH, u promatranom razdoblju, na izvoru Gabrijeli iznosi 7,0, a na izvoru Bužini iznosi 7,04. Temeljem ovih 12 analiza nije moguće napraviti krivulju trenda jer analize nisu jednoliko vremenski uzimane, već je najveći broj analiza iz 2001. godine. Izvorska voda Gabrijela i Bužina je unutar graničnih vrijednosti kakvoće (unutar raspona TV).

#### Električna vodljivost

Elektrolitična vodljivost vodi ovisi o koncentraciji otopljenih tvari u vodi. Električna vodljivost izvora Gabrijeli i Bužini kreće se u rasponu 501-668  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Maksimalno dopuštena vrijednost za pitke vode iznosi 2.500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , a izvorske vode Gabrijela i Bužina su daleko ispod te granice.

	Gabrijeli	Bužini	CPV SJ. ISTRRA (Dragonja)	TV
CND <sub>min</sub> ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	567	501	501	2.500
CND <sub>max</sub> ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	668	614	668	
CND <sub>sr</sub> ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	632	574	604	

#### Otopljeni kisik

Za ovu analizu nisu bili dostupni podaci o otopljenom kisiku.

#### Nitrati

U izvorskim vodama Gabrijela i Bužina koncentracija nitrata je unutar TV vrijednosti. Vrijednosti nitrata su:

	Gabrijeli	Bužini	CPV SJ. ISTRRA (Dragonja)	TV
nitriti <sub>min</sub> (mg NO <sub>3</sub> /l)	9,0	8,2	8,2	50
nitriti <sub>max</sub> (mg NO <sub>3</sub> /l)	14,9	14,6	14,9	
nitriti <sub>sr</sub> (mg NO <sub>3</sub> /l)	12,4	10,5	11,33	

### Amonij ion

Koncentracije amonij iona daleko su ispod TV vrijednosti. U najvećem broju analiza vrijednosti su bile ispod granice detekcije (0,02 mg/l).

	Gabrijeli	Bužini	CPV SJ. ISTRRA (Dragonja)	TV
amonij ion <sub>min</sub> (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l)	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,5
amonij ion <sub>max</sub> (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l)	0,03	0,2	0,2	
amonij ion <sub>sr</sub> (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l)	< 0,02	0,03	0,02	

### Pokazatelji određeni Direktivom o podzemnim vodama

**Ukupni pesticidi** nisu analizirani u dostupnim kemijskim analizama na CPV Dragonja.

**Arsen** je analiziran samo na Gabrijelima i sve analize pokazuju vrijednosti ispod granice detekcije.

	Gabrijeli	Bužini	CPV SJ. ISTRRA (Dragonja)	TV
arsen <sub>min</sub> (µg/l)	< 1		< 1	10
arsen <sub>max</sub> (µg/l)	< 1		< 1	
arsen <sub>sr</sub> (µg/l)	< 1		< 1	

**Kadmij** je analiziran samo na Gabrijelima i sve analize pokazuju vrijednosti ispod granice detekcije.

	Gabrijeli	Bužini	CPV SJ. ISTRRA (Dragonja)	TV
kadmij <sub>min</sub> (µg/l)	< 0,5		< 0,5	5
kadmij <sub>max</sub> (µg/l)	< 0,5		< 0,5	
kadmij <sub>sr</sub> (µg/l)	< 0,5		< 0,5	

**Olovo** je samo na jednom uzorku na Gabrijelima bilo iznad granice detekcije. Na Bužinima nije opažano.

	Gabrijeli	Bužini	CPV SJ. ISTRRA (Dragonja)	TV
olovo <sub>min</sub> (µg/l)	< 1		< 1	10
olovo <sub>max</sub> (µg/l)	2		2	
olovo <sub>sr</sub> (µg/l)	1,16		1,16	

**Živa** je analizirana samo na Gabrijelima i rezultati pokazuju da je na svim uzorcima koncentracija manja od granice detekcije.

	Gabrijeli	Bužini	CPV SJ. ISTRRA (Dragonja)	TV
živa <sub>min</sub> (µg/l)	< 0,5		< 0,5	1
živa <sub>max</sub> (µg/l)	< 1		< 1	
živa <sub>sr</sub> (µg/l)	< 1		< 1	

**Sulfati** su u vrlo niskim koncentracijama i ispod su TV vrijednosti. **Kloridi** su daleko ispod TV vrijednosti, ali je na Gabrijelima koncentracija klorida nešto viša nego na Bužinima. To je zbog toga što se izvor Gabrijeli nalazi bliže moru.

	Gabrijeli	Bužini	CPV SJ. ISTRRA (Dragonja)	TV
sulfati <sub>min</sub> (mg/l)	10,2	8	8	250
sulfati <sub>max</sub> (mg/l)	26,3	25,4	26,3	
sulfati <sub>sr</sub> (mg/l)	19,97	15,78	17,64	

	Gabrijeli	Bužini	CPV SJ. ISTRRA (Dragonja)	TV
kloridi <sub>min</sub> (mg/l)	20,3	6,45	6,45	250
kloridi <sub>max</sub> (mg/l)	31,8	22,9	31,8	
kloridi <sub>sr</sub> (mg/l)	24,32	12,95	18,00	

**Trikloretilen i tetrakloretilen** nisu analizirani na navedenim crpilištima u dostupnim analizama.

### Ostali pokazatelji

**Slobodni CO<sub>2</sub>** nije sadržan u dostupnim analizama.

U promatranom razdoblju uočeno je da su **temperature podzemnih voda** izvora Bužini i Gabrijeli u skladu s temperaturama zraka područja prihranjivanja. Temperatura vode izvora Gabrijeli ujednačenija je kroz cijelo razmatrano razdoblje dok su temperaturne promjene u vodi izvora Bužini puno veće. Takve temperaturne promjene mogu se tumačiti na više načina, ali zbog nedovoljnog poznavanja uvjeta i dinamike eksploatacije vode na izvorima nije ih jednostavno interpretirati.

	Gabrijeli	Bužini	CPV SJ. ISTRRA (Dragonja)	TV
temperatura <sub>min</sub> (°C)	13,1	9,5	9,5	25
temperatura <sub>max</sub> (°C)	14,7	15,4	15,4	
temperatura <sub>sr</sub> (°C)	14,06	13,3	13,7	

Izmjerene koncentracije **ortofosfata** pokazuju povremeno prekoračenje TV vrijednosti što je vjerojatno posljedica procjeđivanja otpadnih voda iz domaćinstva.

	Gabrijeli	Bužini	CPV SJ. ISTRRA (Dragonja)	TV
ortofosfati <sub>min</sub> (mg/l)	0,08	0,02	0,02	0,3
ortofosfati <sub>max</sub> (mg/l)	0,47	0,70	0,70	
ortofosfati <sub>sr</sub> (mg/l)	0,182	0,136	0,151	

**Mutnoća** je povremeno veća TV vrijednosti, ali je i u srednjim vrijednostima malo povećana.

	Gabrijeli	Bužini	CPV SJ. ISTRRA (Dragonja)	TV
mutnoća <sub>min</sub> (NTU)	1,5		1,5	4
mutnoća <sub>max</sub> (NTU)	4,6		4,6	
mutnoća <sub>sr</sub> (NTU)	2,4		2,4	
broj > MDK / broj analiza	1 / 12 (8,3%)		1 / 12 (8,3%)	

Koncentracija **željeza** je povišena u svim uzorcima, ali su maksimalne vrijednosti ispod TV koncentracija. Sa Bužina nisu dostupne analize željeza. **Mangan** je ispod TV vrijednosti u svim uzorcima i relativno je nizak.

	Gabrijeli	Bužini	CPV SJ. ISTRRA (Dragonja)	TV
Fe <sub>min</sub> (µg/l)	100		100	200
Fe <sub>max</sub> (µg/l)	130		130	
Fe <sub>sr</sub> (µg/l)	115		115	

	Gabrijeli	Bužini	CPV SJ. ISTRRA (Dragonja)	TV
Mn <sub>min</sub> (µg/l)	1		1	50
Mn <sub>max</sub> (µg/l)	9		9	
Mn <sub>sr</sub> (µg/l)	5,3		5,3	

**Mineralna ulja** imaju niže koncentracije od granice detekcije na Gabrijelima. Na Bužinima nisu dostupne analize.

	Gabrijeli	Bužini	CPV SJ. ISTRRA (Dragonja)	TV
mineralna ulja <sub>min</sub> (mg/l)	< 0,005		< 0,005	0,020
mineralna ulja <sub>max</sub> (mg/l)	< 0,005		< 0,005	
mineralna ulja <sub>sr</sub> (mg/l)	< 0,005		< 0,005	

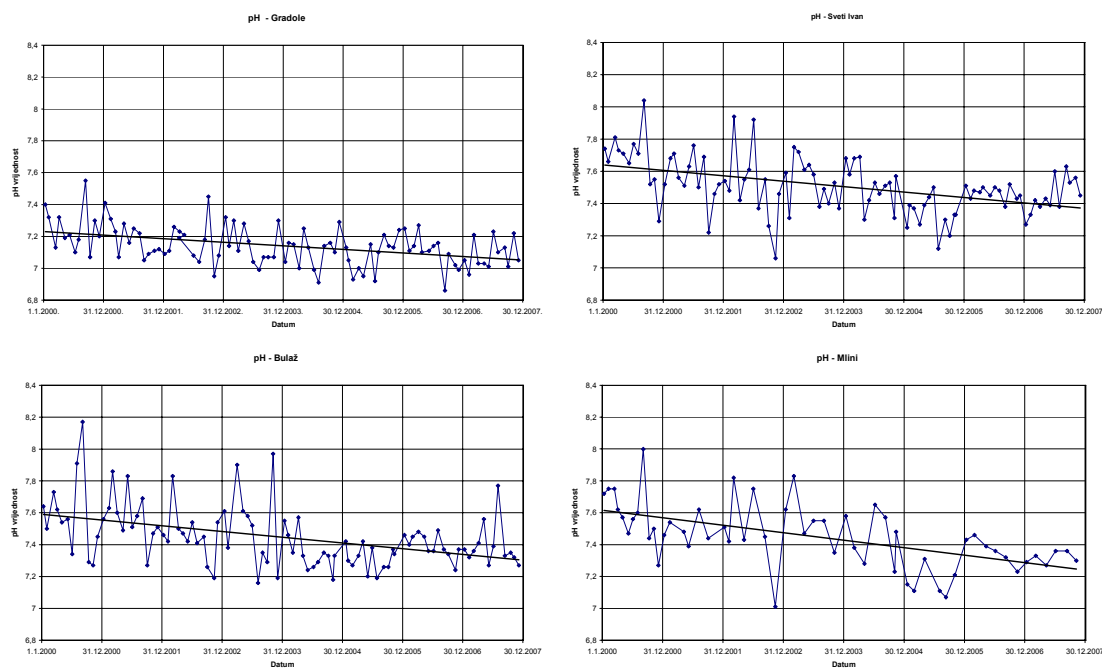
## 5.1.2. Mirna

U slivu Mirne nalaze se jedine točke uključene u Državnu mrežu monitoringa Hrvatskih voda, a promatrano razdoblje je 2000. do 2007. godina. U kasnije statističke obrade ovi se podaci uzimaju kao vrijednosti za pojedine parametre za CPV Sjeverna Istra.

### pH vrijednost

Maksimalno dozvoljeni raspon vrijednosti pH prema Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće, ali i TV raspon, je od 6,5 do 9,5. Na analiziranim izvorima unutar grupirane cjeline podzemne vode Mirna niti jedna analiza nije pokazala vrijednosti pH izvan propisanih raspona.

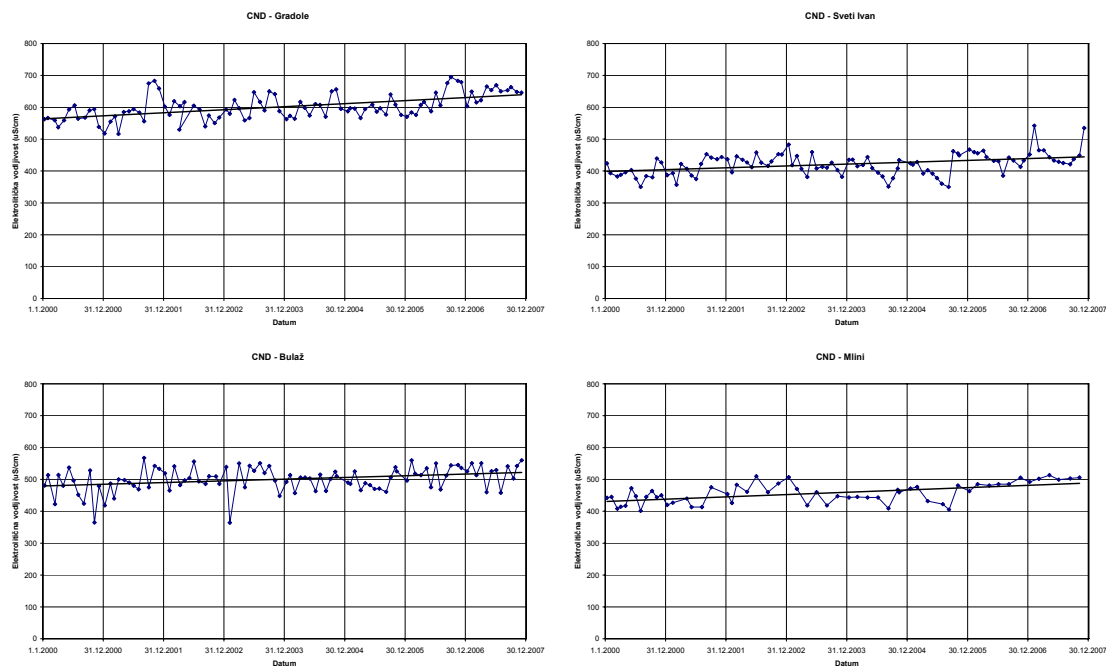
Krivulja trenda za pH vrijednost pokazuje izrazito padajući trend, odnosno trend smanjenja pH vrijednosti vode na svim točkama opažanja kakvoće podzemne vode u cjelini podzemne vode Sjeverna Istra. Smanjenje pH vrijednosti podzemne vode obično se povezuje s mikrobiološkim ili kemijskim procesima u prirodnim sustavima kao rezultat onečišćenja i obično su jedan od pokazatelja degradacije kakvoće podzemne vode ili putem "kiselih" kiša. Pošto svaki od navedenih izvora ima svoje nezavisno slivno područje, a u slučaju lokalnih opterećenja na slivu pojedini izvori bi pokazivali negativniji trend navodi se na da antropogeni utjecaj na podzemne vode dolazi izvan same cjeline podzemne vode putem padalina (povećanje kiselosti kiša).



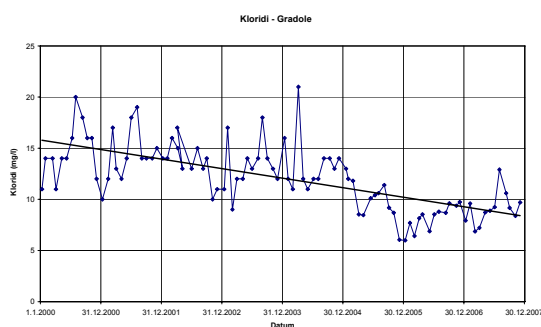
	Gradole	Bulaž	Sveti Ivan	Mlini	CPV Sj. Istra	TV
pH <sub>min</sub>	6,86	7,16	7,06	7,01	6,86	6,5 – 9,5
pH <sub>max</sub>	7,55	8,17	8,04	8,00	8,17	
pH <sub>sr</sub>	7,14	7,41	7,51	7,45	7,37	

### Električna vodljivost

	Gradole	Bulaž	Sveti Ivan	Mlini	CPV Sj. Istra	TV
CND <sub>min</sub> (μS/cm)	516	364	350	401	350	2.500
CND <sub>max</sub> (μS/cm)	695	567	542	513	695	
CND <sub>sr</sub> (μS/cm)	601	501	422	456	501	



Elektrolitička vodljivost je dobar pokazatelj zaslanjenja vodonosnika (utjecaj mora), ali osim utjecaja povećanja NaCl pokazuje i na povećanje ostalih otopina soli (KCl, CaCl<sub>2</sub>, NaHCO<sub>3</sub>, CaSO<sub>4</sub>, MgSO<sub>4</sub>, Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>); prema **APELLO & POSTMA, 1996**). Maksimalno dozvoljena vrijednost elektrolitičke vodljivosti (CND) u pitkim vodama prema Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće iznosi 2500 μS/cm, što je i TV vrijednost. Niti jedan od promatranih izvora ne dostiže TV vrijednost, ali je na svim točkama opažanja zabilježen rastući trend.

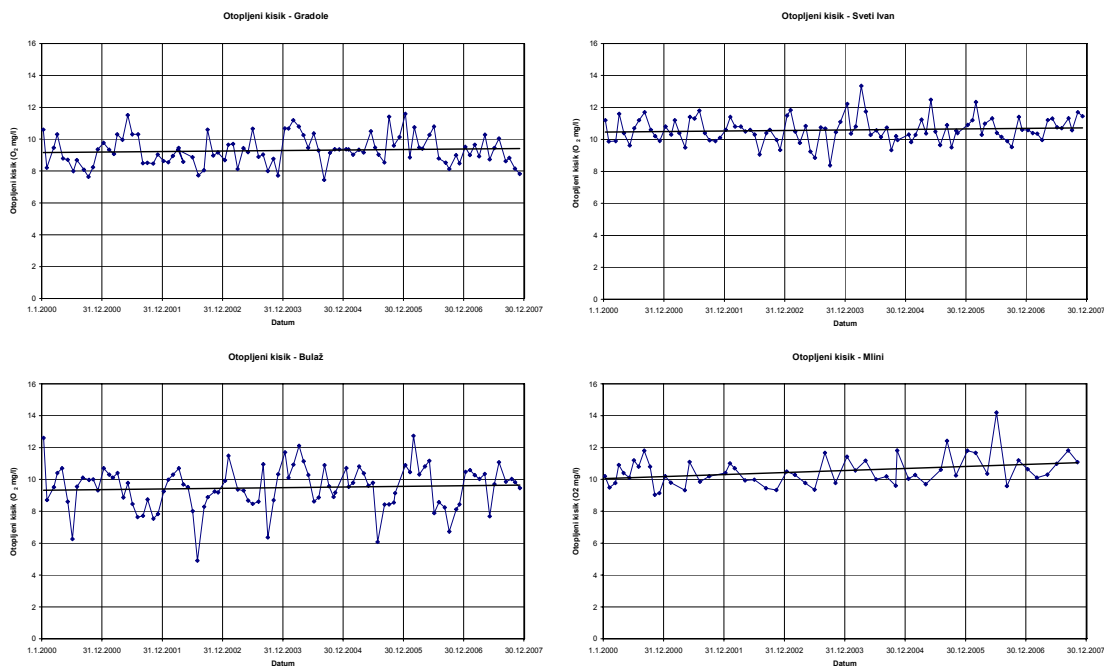


Povećanje elektrolitičke vodljivosti obično se povezuje s povećanjem saliniteta podzemne vode, no kloridi u vodonosniku pokazuju trend smanjenja, dakle, uzrok povećanja elektrolitičke vodljivosti ne treba tražiti u eventualnim intruzijama morske vode u vodonosnik. Na slici je prikazan sadržaj klorida na izvoru Gradole koji je najbliže morskoj obali.



### Otopljeni kisik

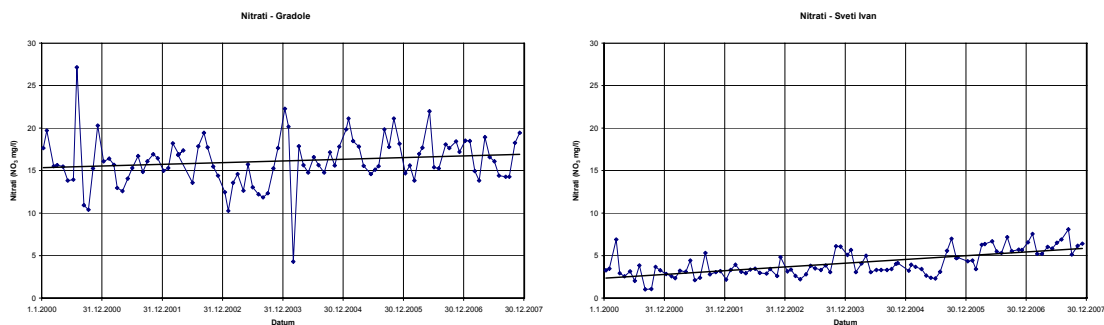
	Gradole	Bulaž	Sveti Ivan	Mlini	CPV Sj. Istra
otopljeni kisik <sub>min</sub> (mg/l)	7,44	4,91	8,37	9,03	4,91
otopljeni kisik <sub>max</sub> (mg/l)	11,58	12,73	13,35	14,19	14,19
otopljeni kisik <sub>sr</sub> (mg/l)	9,28	9,48	10,59	10,49	9,91

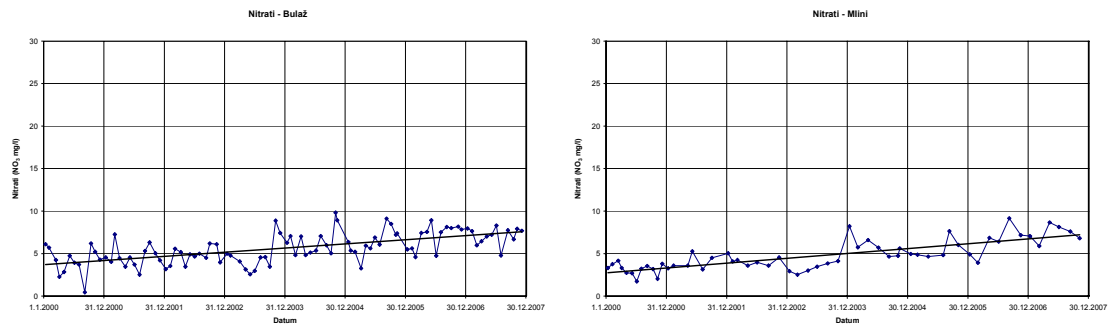


Na izvorima u slivu Mirne koncentracija otopljenog kisika je dobra, nema negativnih trendova, a vrijednosti su unutar dopuštenih koncentracija dopuštenih za I. klasu voda Uredbom o klasifikaciji voda. Jedino su na izvoru Bulaž tijekom ljetnih sušnih razdoblja izmjerene koncentracije otopljenog kisika manje od 7 mg/l što je rezultat ujezeravanja vode u "oku" izvora zbog smanjene izdašnosti i crpljenja za javnu vodoopskrbu. Tada na izvoru nema preljeva izvora, a uzorci se uzimaju iz "oka" izvora.

### Nitrati

	Gradole	Bulaž	Sveti Ivan	Mlini	CPV Sj. Istra	TV
nitriti <sub>min</sub> (mg NO <sub>3</sub> /l)	4,29	0,44	1,01	1,72	0,44	50
nitriti <sub>max</sub> (mg NO <sub>3</sub> /l)	27,14	9,81	8,08	9,15	27,14	
nitriti <sub>sr</sub> (mg NO <sub>3</sub> /l)	16,12	5,64	4,09	4,75	7,99	





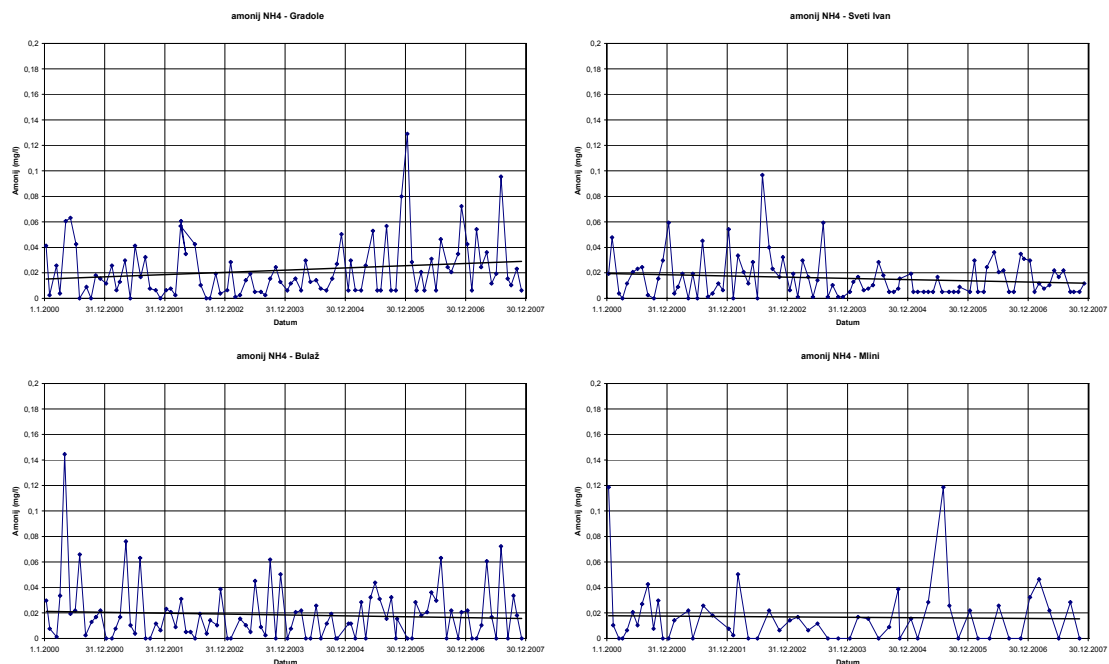
Povećani sadržaj nitrata u podzemnoj vodi posljedica je povećanja korištenja gnojiva u poljoprivrednoj proizvodnji. U slivu nema intenzivne poljoprivrede sa organiziranim navodnjavanjem, ali je sve veći broj poljoprivrednih površina zasađen vinogradima i maslinicima.

Na svim izvorima u cjelini podzemne vode zabilježen je rastući trend koncentracije nitrata u podzemnoj vodi. Najviše koncentracije izmjerene su na izvoru Gradole i iznose oko 16 mg/l. Na ostalim izvorima koncentracija je ispod 10 mg/l, ali je indikativan rastući trend povećanja koncentracije nitrata slično kao i na Gradolama.

Prema Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće maksimalno dozvoljena koncentracija iznosi 50 NO<sub>3</sub> mg/l, što je i TV koncentracija, a koncentracije nitrata u podzemnoj vodi cjeline podzemne vode Mirna u svim analizama bile su daleko ispod te vrijednosti.

### Amonij ion

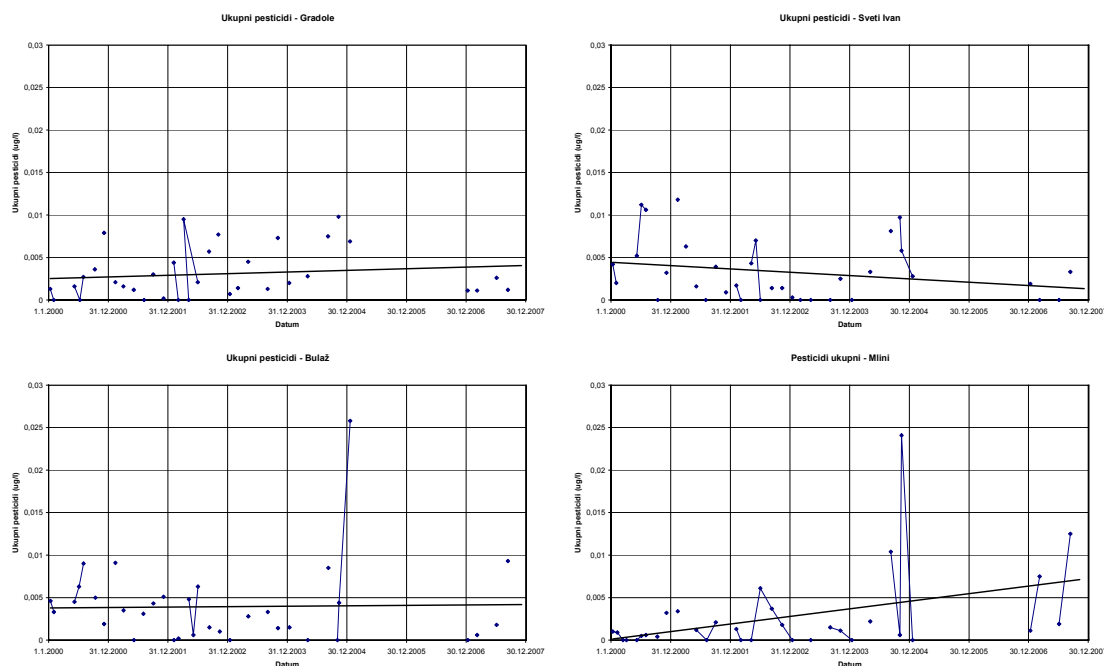
Na izvorima u cjelini podzemne vode Sjeverna Istra koncentracija amonij iona ne prelazi u maksimalnim vrijednostima 30% TV koncentracija. Osim na crpilištu Gradole, gdje je rastući trend amonij iona, na ostalim izvorima je zabilježen padajući trend.



	Gradole	Bulaž	Sveti Ivan	Mlini	CPV Sj. Istra	TV
amonij ion <sub>min</sub> (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,5
amonij ion <sub>max</sub> (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l)	0,129	0,144	0,096	0,118	0,144	
amonij ion <sub>sr</sub> (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l)	0,022	0,019	0,015	0,017	0,018	

### Pokazatelji određeni Direktivom o podzemnim vodama

Koncentracija **ukupnih pesticida** u podzemnoj vodi cjeline podzemne vode Sjeverna Istra daleko je ispod TV vrijednosti i nikad ne prelazi dopuštene koncentracije. Dopušteno je 0,5 µg/l, a maksimalno izmjerene vrijednosti kreću se oko 0,025 µg/l. Treba napomenuti da je na izvorima Gradole i Mlini negativan trend ukupnih pesticida, na Bulažu koncentracija ukupnih pesticida stagnira, a na Svetom Ivanu pada.



	Gradole	Bulaž	Sveti Ivan	Mlini	CPV Sj. Istra	TV
ukupni pesticidi <sub>min</sub> (µg/l)	0	0	0	0	0	0,5
ukupni pesticidi <sub>max</sub> (µg/l)	0,0098	0,0258	0,0118	0,0241	0,0258	
ukupni pesticidi <sub>sr</sub> (µg/l)	0,0034	0,0039	0,0032	0,0027	0,0032	

**Arsen** nije analiziran u sklopu Državne mreže opažanja Hrvatskih voda na vodnim objektima u CPV Sjeverna Istra.

**Kadmij** je izmjeren u vrlo malim koncentracijama na vodnim objektima u CPV Sjeverna Istra.

	Gradole	Bulaž	Sveti Ivan	Mlini	CPV Sj. Istra	TV
kadmij <sub>min</sub> (µg Cd/l)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	5
kadmij <sub>max</sub> (µg Cd/l)	0,1	0,3	0,1	0,2	0,3	
kadmij <sub>sr</sub> (µg Cd/l)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	

Koncentracije **olova** je tijekom opažanog razdoblja 2000.-2007. nekoliko puta premašila vrijednosti TV i to na izvorima Gradole i Bulaž, a vrlo blizu TV je bilo i na Svetom Ivanu. Sve maksimalne koncentracije dogodile su se tijekom listopada i studenog 2000. godine. Jedino na Gradolama tijekom listopada nije toliko izraženo onečišćenje olovom, ali je zato na uzorku u studenom izmjerena maksimalna koncentracija u CPV. Nakon tog razdoblja koncentracije olova su pale ispod granice detekcije.

	Gradole	Bulaž	Sveti Ivan	Mlini	CPV Sj. Istra	TV
olovo <sub>min</sub> (µg Pb /l)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	10
olovo <sub>max</sub> (µg Pb /l)	13,7	10,7	9,9	7,2	13,7	
olovo <sub>sr</sub> (µg Pb /l)	1,42	1,29	1,13	1,00	1,14	

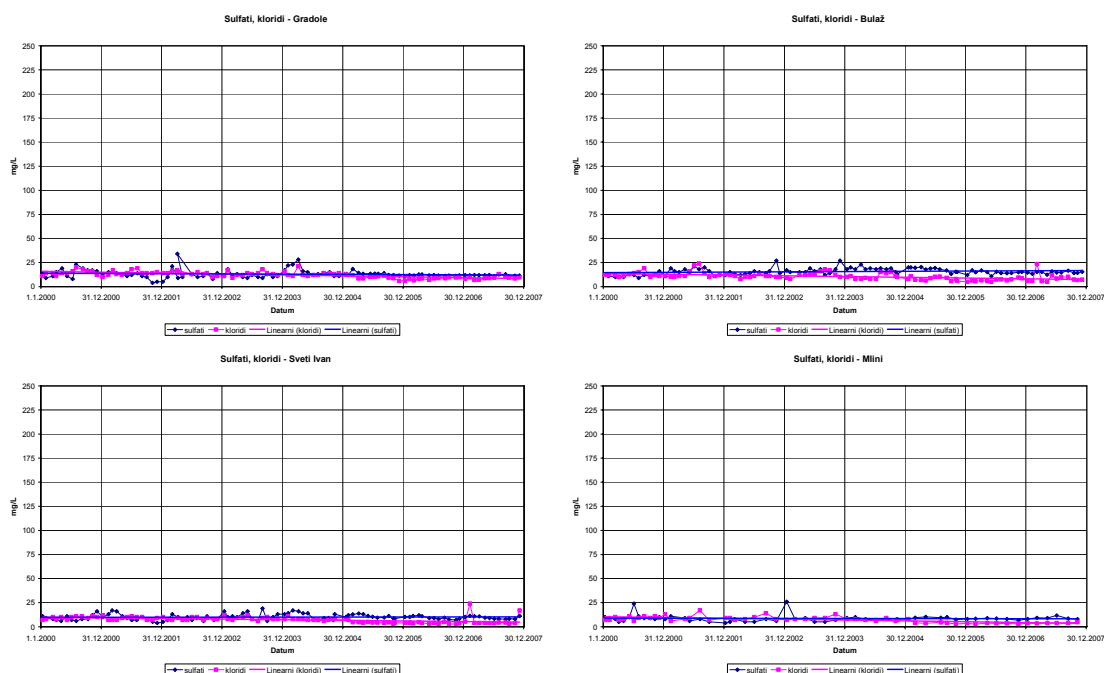
Živa je na svim uzorcima ispod granice detekcije (0,1 µg Hg /l).

	Gradole	Bulaž	Sveti Ivan	Mlini	CPV Sj. Istra	TV
živa <sub>min</sub> (µg/l)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1
živa <sub>max</sub> (µg/l)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	
živa <sub>sr</sub> (µg/l)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	

**Kloridi i sulfati** su u CPV Sjeverna Istra vrlo niskih koncentracija. Krivulje trenda su ustaljene na svim izvorima.

	Gradole	Bulaž	Sveti Ivan	Mlini	CPV Sj. Istra	TV
sulfati <sub>min</sub> (mg/l)	4	9	4	4	4	250
sulfati <sub>max</sub> (mg/l)	34	27	19	26	34	
sulfati <sub>sr</sub> (mg/l)	13,14	15,62	10,11	8,57	12,17	

	Gradole	Bulaž	Sveti Ivan	Mlini	CPV Sj. Istra	TV
kloridi <sub>min</sub> (mg/l)	6	4,83	2,91	2,75	2,75	250
kloridi <sub>max</sub> (mg/l)	21	24	24	17	24	
kloridi <sub>sr</sub> (mg/l)	12,07	10,45	7,24	7,24	9,51	



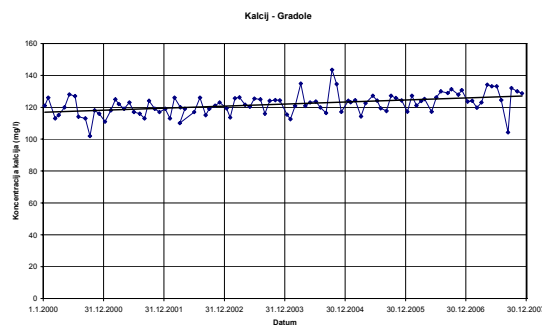
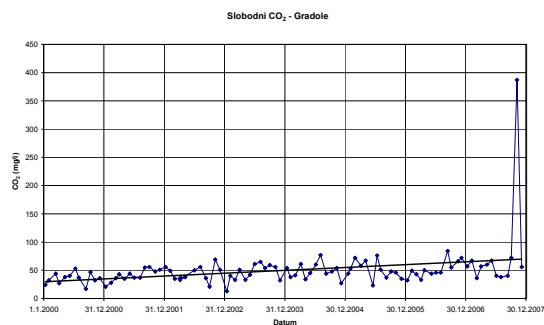
**Trikloretilen i tetrakloretilen** mjereni su samo na jednom uzorku na izvoru Gradole i dobivene su vrijednosti koncentracija manje od granice detekcije (< 0,1 µg/l). Na ostalim izvorima nisu opažani ovi pokazatelji. TV vrijednost postavljena za ukupne koncentracije trikloretilena i tetrakloretilena i iznosi 10 µg/l.

### Ostali pokazatelji

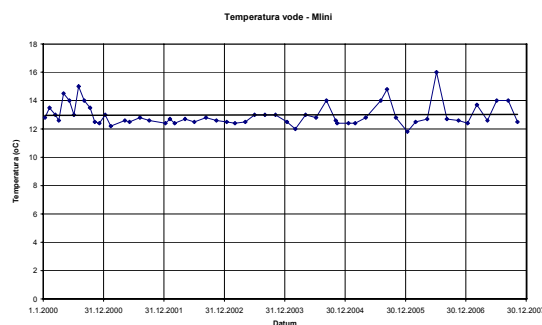
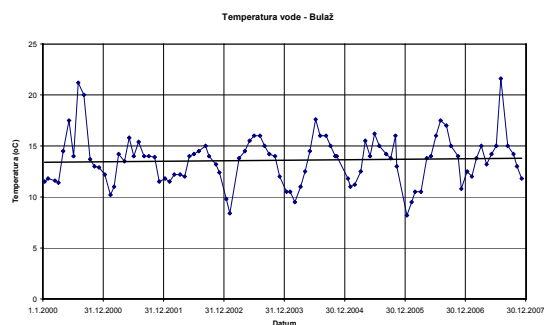
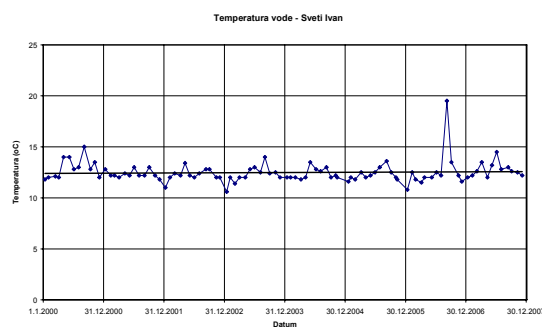
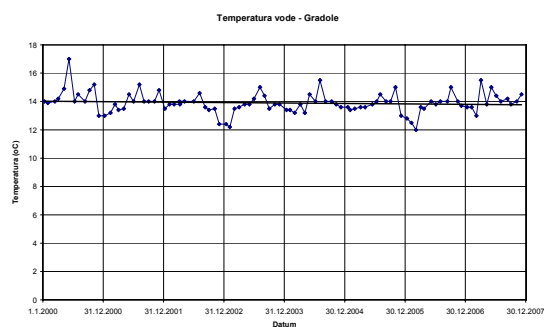
Indikativna je krivulja sadržaja **slobodnog CO<sub>2</sub>** u podzemnoj vodi koja pokazuje trend povećanja. Uzroke treba tražiti u sadržaju CO<sub>2</sub> u padalinama, odnosno regionalnom problemu "kiselih" kiša. Unosom

povećane koncentracije CO<sub>2</sub> u vodonosnik dolazi do otapanja vapnenačkih stijena i povećanja koncentracije kalcija u podzemnoj vodi, odnosno recentnog procesa okršavanja.

	Gradole	Bulaž	Sveti Ivan	Mlini	CPV Sj. Istra
slobodni CO <sub>2</sub> min (mg CO <sub>2</sub> /l)	13	0	3	5	0
slobodni CO <sub>2</sub> max (mg CO <sub>2</sub> /l)	84	38	43	53	84
slobodni CO <sub>2</sub> sr (mg CO <sub>2</sub> /l)	46,2	19,1	13,8	18,6	25,1



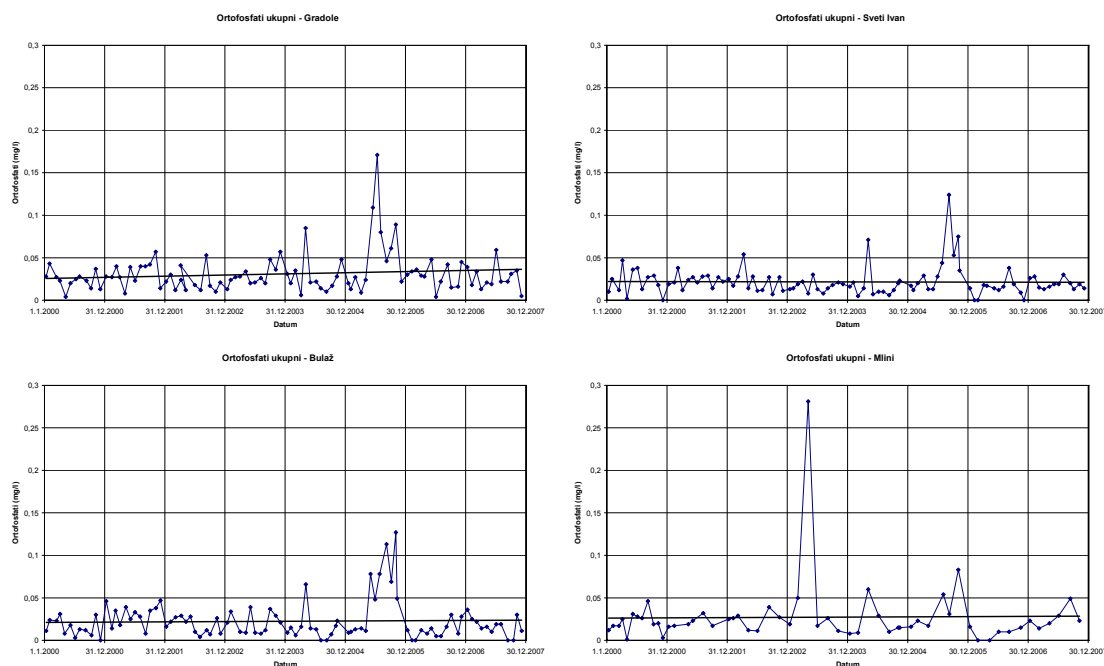
**Temperatura vode** na svim izvorima u slivu Mirne je ispod TV vrijednosti i prati srednju godišnju temperaturu zraka na slivnom području. Prosječna temperatura vode izvora Gradole za razdoblje I. 2000. – XII. 2007. iznosi 13,9 °C. Minimalna izmjerena temperatura je 12 °C, a maksimalna 17 °C. Na izvoru Sveti Ivan prosječna temperatura za isto razdoblje je 12,5 °C, minimalna izmjerena je 10,6 °C, a maksimalna 19,5 °C. Na izvoru Bulaž prosječna je temperatura vode 13,6 °C, minimalna 8,2 °C, a maksimalna 21,6 °C. Na izvoru Mlini prosječna temperatura iznosi 13 °C, minimalna 11,8 °C, a maksimalna 16 °C. Analiza trenda temperature vode na izvorima u slivu Mirne pokazuje ustaljenu vrijednost temperature kroz opažano razdoblje.



	Gradole	Bulaž	Sveti Ivan	Mlini	CPV Sj. Istra	TV
T <sub>min</sub> (°C)	12,0	8,2	10,6	11,8	8,2	25
T <sub>max</sub> (°C)	17,0	21,6	19,5	16,0	21,6	
T <sub>sr</sub> (°C)	13,9	13,6	12,5	12,9	13,3	

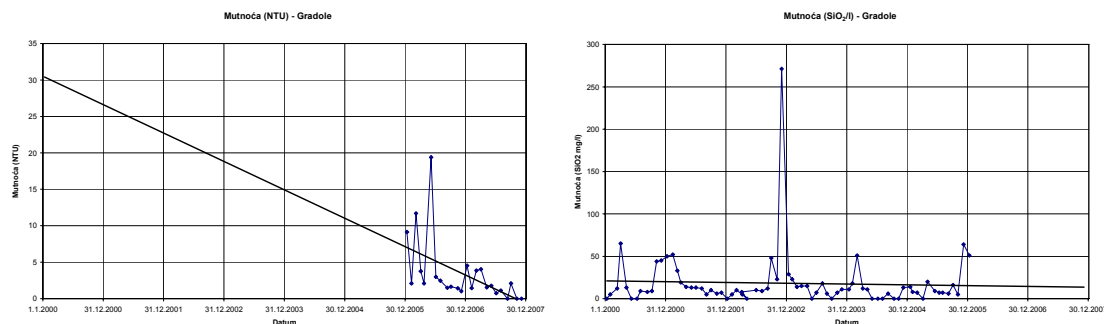
Na izvorima u cjelini podzemne vode Sjeverna Istra koncentracija **ortofosfata** je ispod TV vrijednosti (0,3 mg/l), ali pokazuje negativan trend na crpilištima Gradole i nešto blaže na izvoru Bulaž. Na ostalim izvorima uglavnom je ustaljen sadržaj ortofosfata kroz opažano razdoblje.

	Gradole	Bulaž	Sveti Ivan	Mlini	CPV Sj. Istra	TV
ortofosfati <sub>min</sub> (mg/l)	0,004	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,004	0,3
ortofosfati <sub>max</sub> (mg/l)	0,171	0,127	0,124	0,281	0,281	
ortofosfati <sub>sr</sub> (mg/l)	0,031	0,023	0,022	0,027	0,025	



**Mutnoća** je na izvorima u cjelini podzemne vode Sjeverna Istra povišena povremeno u odnosu na vrijednost TV, ali je to rezultat reagiranja podzemlja nakon jakih padalina i trajanje takvih pojava obično je dva do tri dana. Povišene vrijednosti mutnoće rezultat su geološke građe područja prihranjivanja izvora koje je dijelom izgrađeno od fliških vodonepropusnih naslaga. Nakon velikih kiša na dijelu sliva izgrađenom od fliških naslaga dolazi do formiranja bujica koje na kontaktu fliša i karbonatnih stijena poniru i prihranjuju vodonosnik. Te bujice sa sobom odnose i veliku količinu suspendiranog materijala, koji uzrokuje zamućenje izvora.

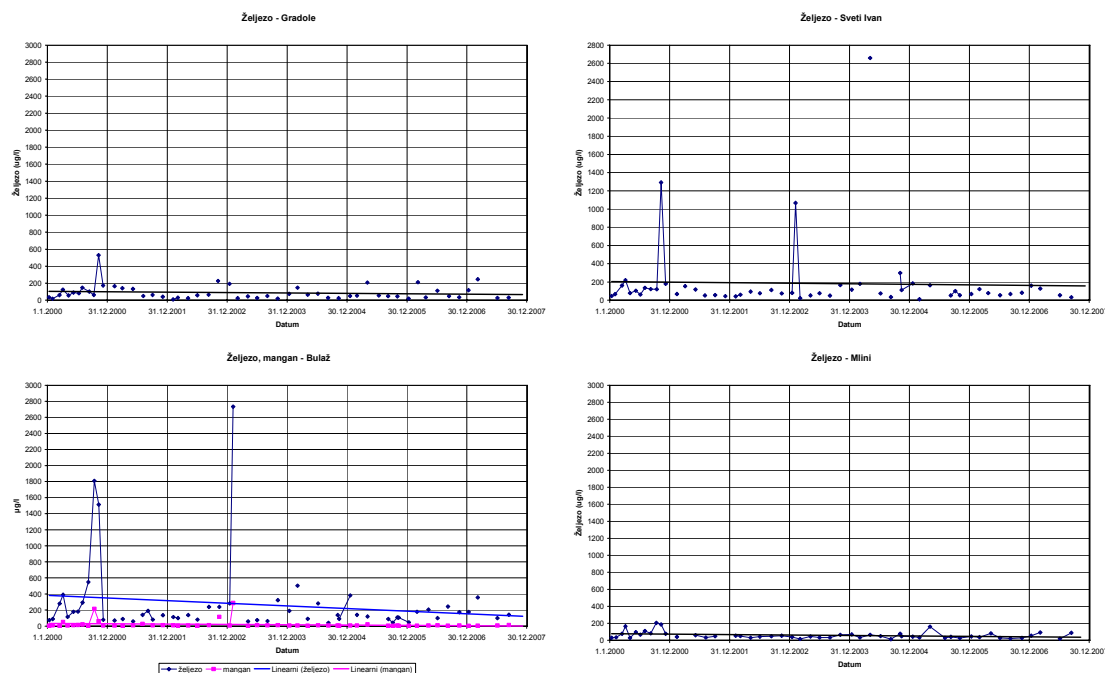
	Gradole	Bulaž	Sveti Ivan	Mlini	CPV Sj. Istra	TV
mutnoća <sub>min</sub> (NTU)	< 0,6	2,15	< 0,6	< 0,6	< 0,6	4
mutnoća <sub>max</sub> (NTU)	19,4	58,9	8,16	2,46	58,9	
mutnoća <sub>sr</sub> (NTU)	3,4	8,3	3,1	1,3	4,4	



Koncentracija **željeza** u podzemnoj vodi u cjelini podzemne vode Sjeverna Istra ima trend smanjivanja. TV iznosi 200 Fe µg/l i crpilišta u ovoj cjelini podzemne vode imaju povremeno koncentracije željeza i 10 puta

veće od te vrijednosti. Najniže koncentracije željeza su na izvoru Mlini. Prosječne vrijednosti koncentracije željeza blizu su TV, no na svim izvorima zabilježen je trend smanjivanja.

Porijeklo željeza je prirodno, a potječe od željezom bogate crvenice (crvena boja od željeza) i boksitne rude (zapravo aluminijaska ruda, ali sadrži puno željeza koje mu daje crvenu boju). Naime, na području CPV ima mnogo starih ležišta boksita. Već i u uvjetima srednjih voda koncentracija željeza u podzemnoj vodi je povišena, no nakon obilnih kiša nastaju maksimalne koncentracije koje i 10 puta premašuju TV vrijednost spiranjem epikrške zone vodonosnika. Tada i koncentracije **mangana** porastu i nekoliko puta iznad TV vrijednosti.

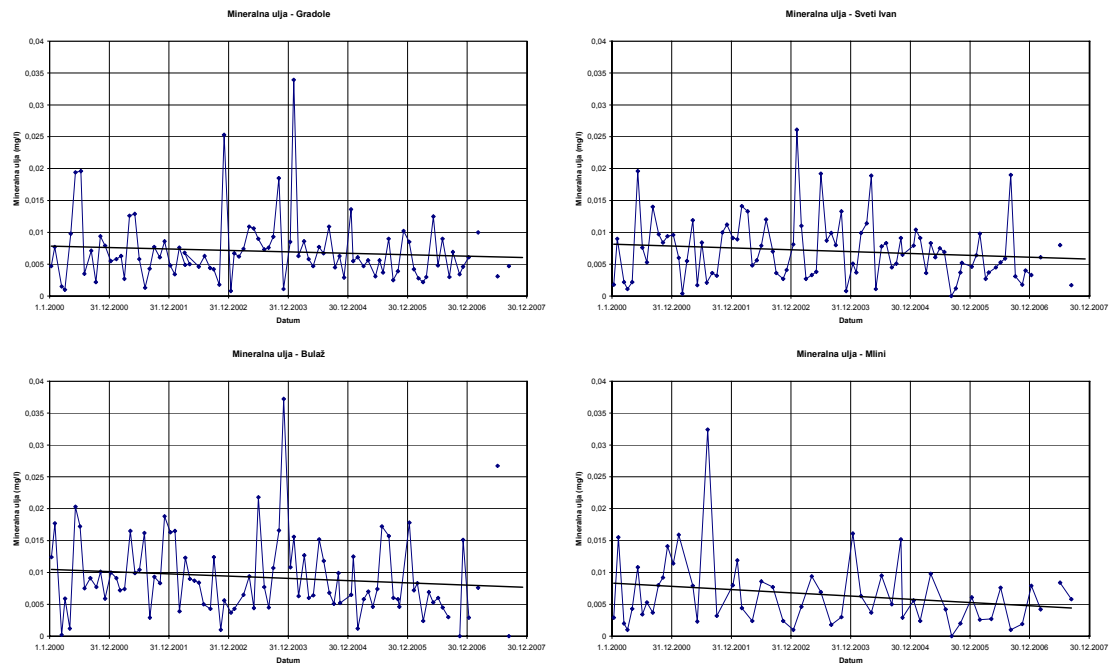


	Gradole	Bulaž	Sveti Ivan	Mlini	CPV Sj. Istra	TV
željezo <sub>min</sub> (µg Fe /l)	8,4	41,7	9,4	13,8	9,4	200
željezo <sub>max</sub> (µg Fe /l)	529	2.733	2.657,7	205	2.733	
željezo <sub>sr</sub> (µg Fe /l)	87,87	272,92	192,58	58,69	152,32	

	Gradole	Bulaž	Sveti Ivan	Mlini	CPV Sj. Istra	TV
Mangan <sub>min</sub> (µg/l)	< 1,0	1,3	< 1,0	< 1,0	< 1,0	50
Mangan <sub>max</sub> (µg/l)	30,1	288	127,2	19,3	288	
Mangan <sub>sr</sub> (µg/l)	4,22	20,47	9,15	2,45	9,22	

Prema Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće, Uredbi o klasifikaciji voda, ali i TV maksimalno dopuštena **koncentracija mineralnih ulja** u vodi iznosi 0,02 mg/l. Na izvorima u slivu koncentracije mineralnih ulja ponekad prelaze vrijednost TV u vrijeme visokih vodnih valova, no generalno gledano zabilježen je trend smanjivanja koncentracije mineralnih ulja i vrijednosti su uglavnom ispod TV vrijednosti.

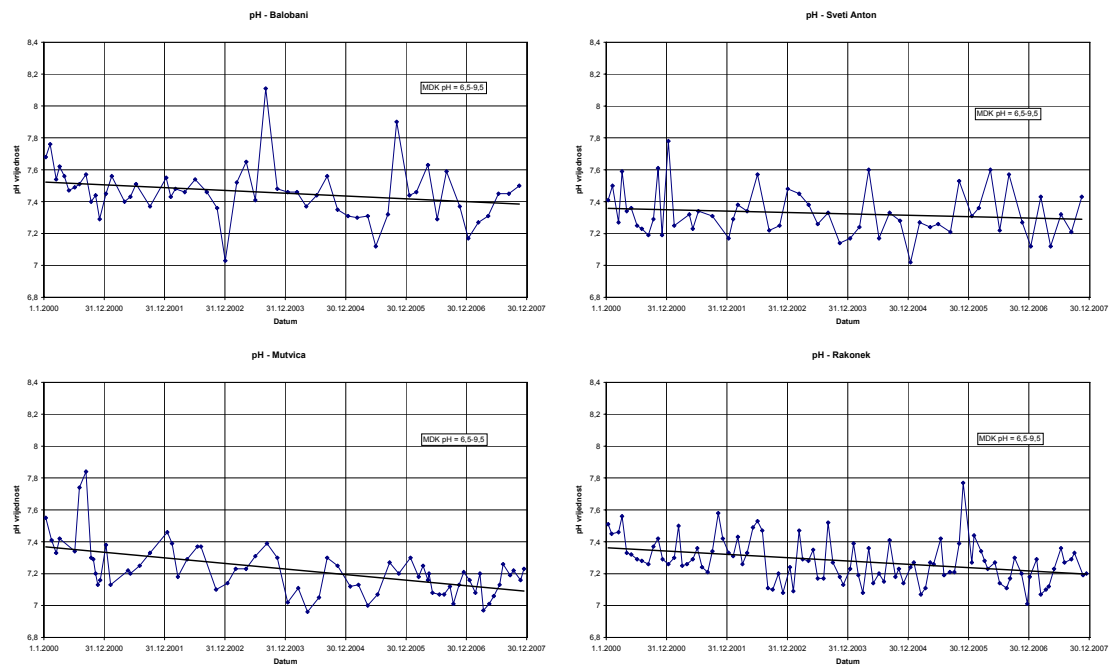
	Gradole	Bulaž	Sveti Ivan	Mlini	CPV Sj. Istra	TV
mineralna ulja <sub>min</sub> (mg/l)	0,0008	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,0008	0,020
mineralna ulja <sub>max</sub> (mg/l)	0,0339	0,0372	0,0261	0,0324	0,0372	
mineralna ulja <sub>sr</sub> (mg/l)	0,0070	0,0092	0,0070	0,0066	0,0075	



## 5.2. CPV Središnja Istra

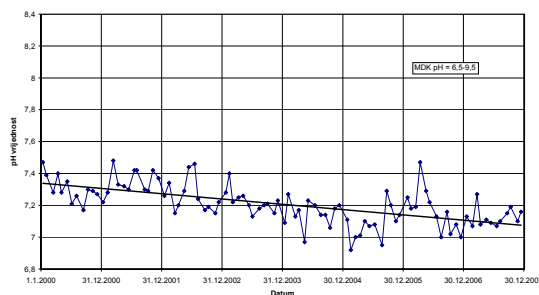
**DOBRO STANJE**

### pH vrijednost





pH - Kokoti

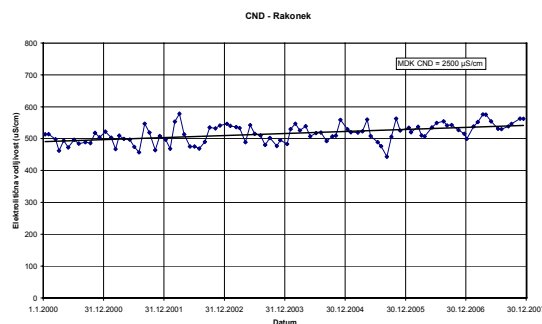
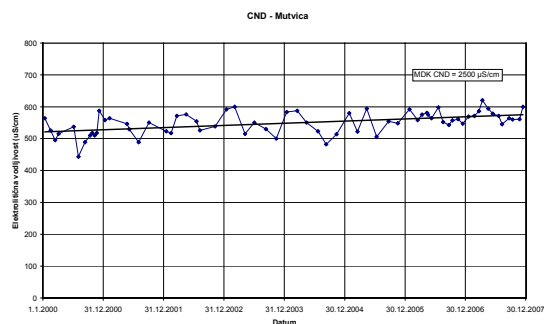
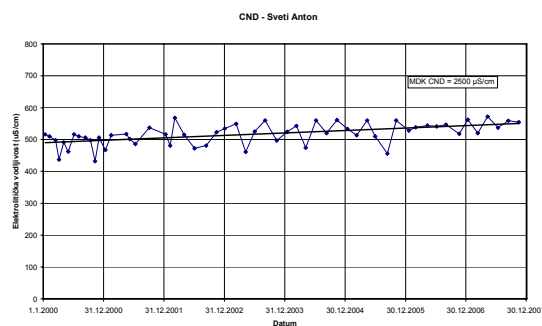
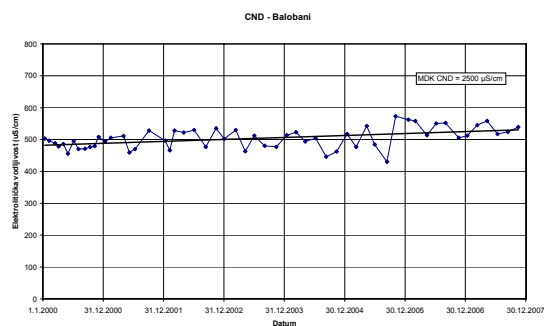


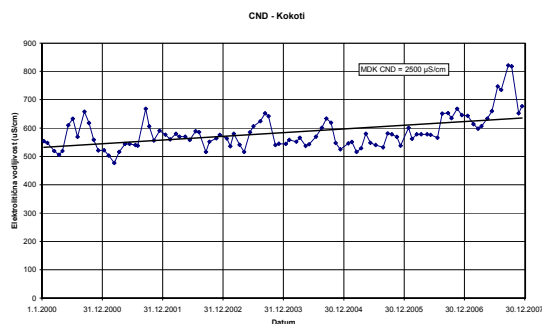
	Balobani	Sveti Anton	Mutvica	Rakonek	Kokoti	CPV Središnja Istra	TV
pH <sub>min</sub>	7,03	7,02	6,96	7,01	6,92	6,92	6,5 – 9,5
pH <sub>max</sub>	8,11	7,78	7,84	7,77	7,48	8,11	
pH <sub>sr</sub>	7,46	7,33	7,22	7,29	7,15	7,28	

Maksimalno dozvoljeni raspon vrijednosti pH prema TV iznosi 6,5 - 9,5. Na analiziranim izvorima unutar CPV Središnja Istra niti jedna analiza nije pokazala vrijednosti pH izvan propisanih raspona.

Krivulja trenda za pH vrijednost na promatranim vodnim objektima pokazuje izrazito padajući trend, odnosno trend smanjenja pH vrijednosti vode na svim točkama opažanja kakvoće podzemne vode u CPV Središnja Istra. Taj je trend nešto manje izražen na izvorištu Sveti Anton. Smanjenje pH vrijednosti podzemne vode obično se povezuje s mikrobiološkim ili kemijskim procesima u prirodnim sustavima kao rezultat onečišćenja i obično su jedan od pokazatelja degradacije kakvoće podzemne vode ili se povezuje s "kiselim" kišama. Pošto svaki od navedenih izvora ima svoje nezavisno slivno područje, a na svim je izvorima trend smanjenja vrijednosti pH zabilježen, navodi se da antropogeni utjecaj na podzemne vode dolazi izvan same cjeline podzemne vode putem padalina (povećanje kiselosti kiša).

### Električna vodljivost



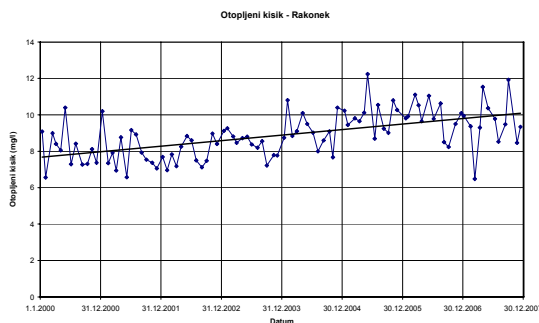
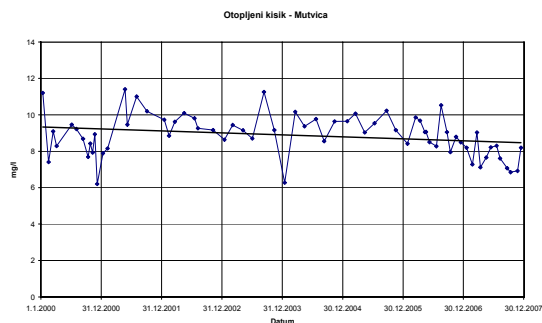
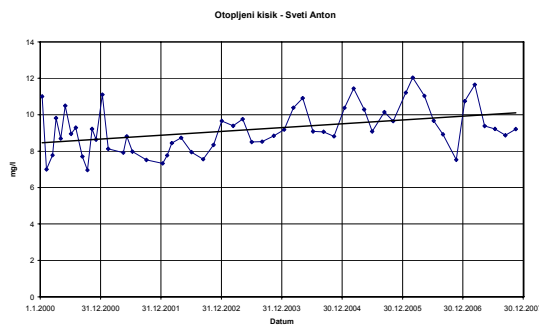
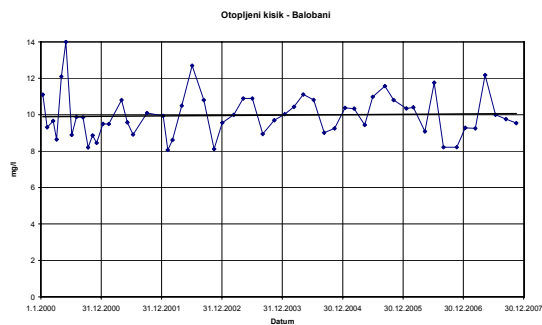


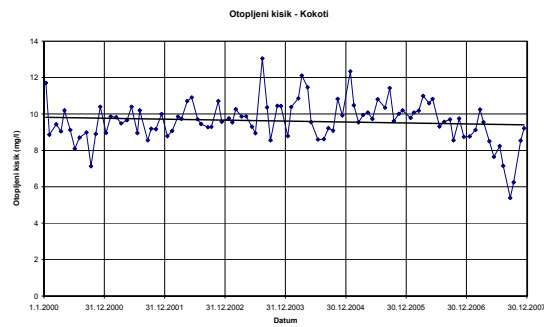
Na izvorima u ovoj CPV zabilježen je rastući trend na svim opažanim mjestima, ali je veličina elektrolitičke vodljivosti daleko ispod TV vrijednosti. Rastući trend elektrolitičke vodljivosti nije povezan s zaslantjenjem, već stalnim povećanjem opterećenja u slivu. Maksimalno dozvoljena vrijednost elektrolitičke vodljivosti (CND) u pitkim vodama prema Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće, ali i TV, iznosi 2500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

	Balobani	Sveti Anton	Mutvica	Rakonek	Kokoti	CPV Središnja Istra	TV
CND <sub>min</sub> ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	430	432	443	443	477	430	2.500
CND <sub>max</sub> ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	573	572	620	578	821	821	
CND <sub>sr</sub> ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	503	517	549	516	583	538	

### Otopljeni kisik

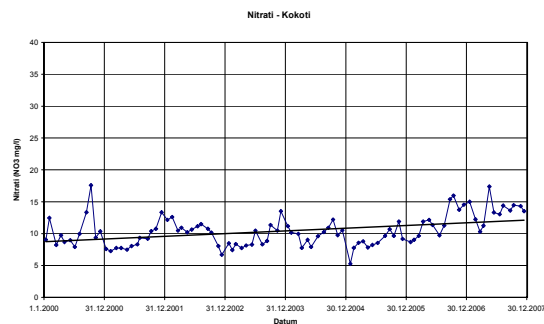
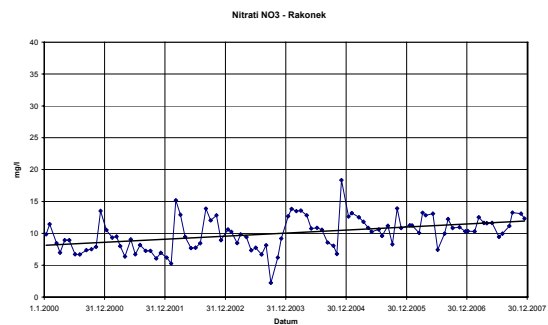
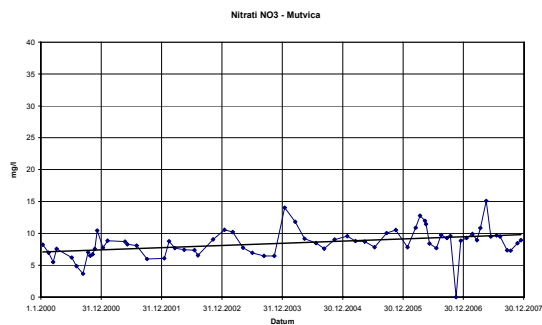
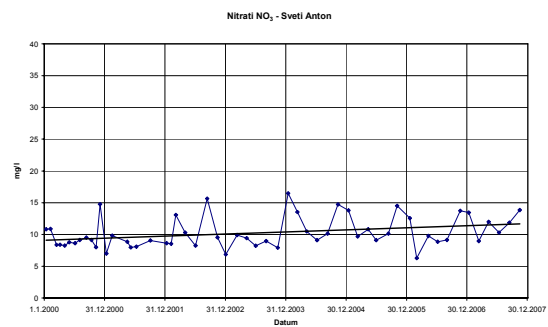
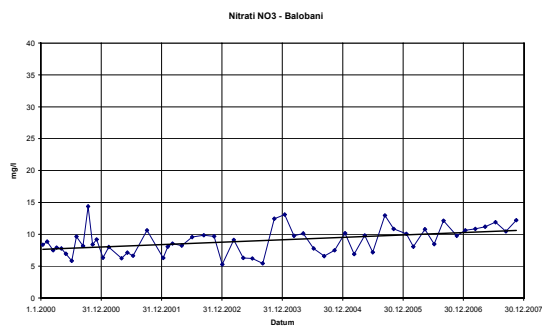
	Balobani	Sveti Anton	Mutvica	Rakonek	Kokoti	CPV Središnja Istra
otopljeni kisik <sub>min</sub> (mg/l)	8,07	6,96	6,2	6,48	5,39	2,05
otopljeni kisik <sub>max</sub> (mg/l)	14,0	12,04	11,4	12,24	13,04	14,0
otopljeni kisik <sub>sr</sub> (mg/l)	9,97	9,19	8,88	8,87	9,61	9,28





Na opažakim mjestima u CPV Južna Istra koncentracija otopljenog kisika je uglavnom dobra. Trendovi smanjenja koncentracije otopljenog kisika zabilježeni su na izvorištima Kokoti i Mutvica koji se prihranjuju iz istog vodonosnika. U području prihranjivanja ova dva izvora nalazi se odlagalište otpada Cere od kuda su trasiranjima podzemnih tokova dokazane podzemne vodne veze prema ova dva izvora i prema Bubić jami kod Plomina.

## Nitrati



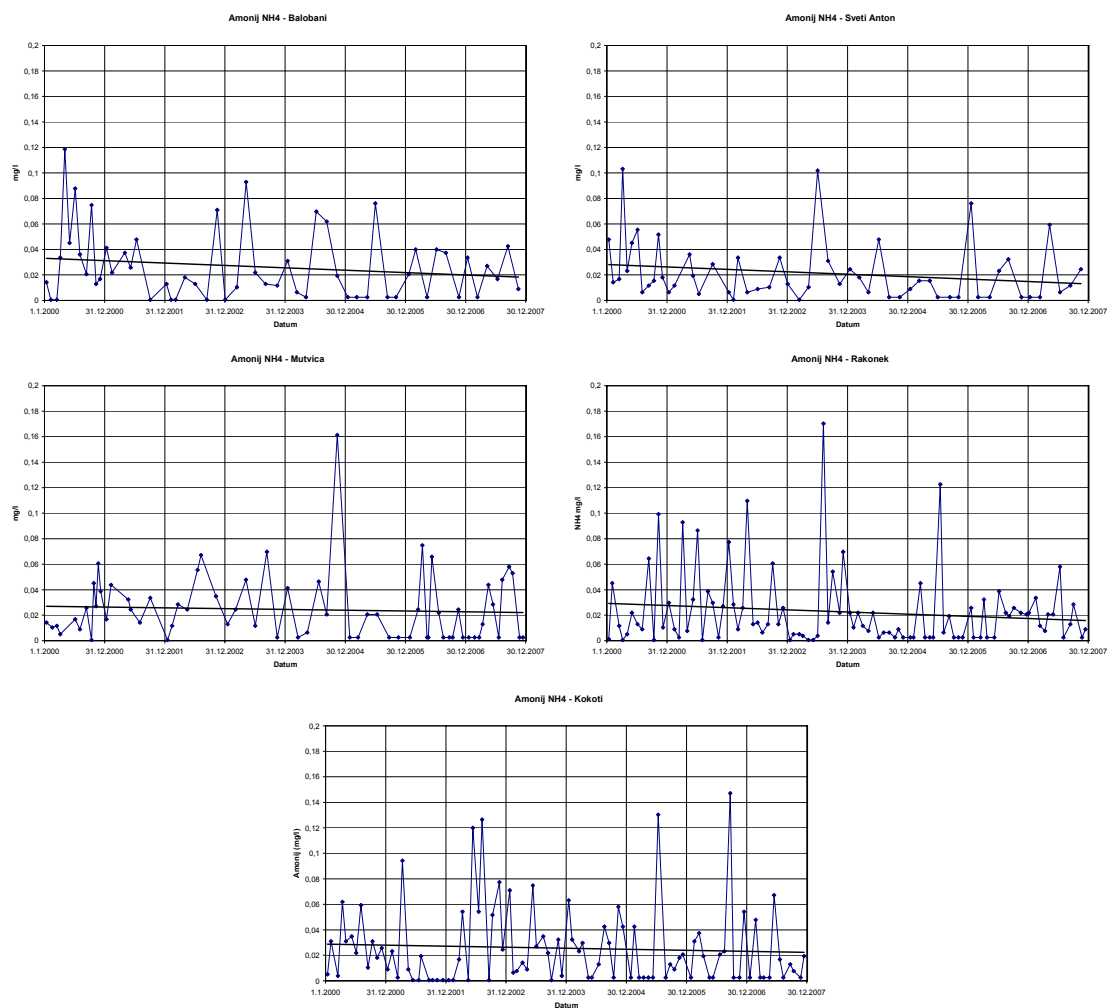
	Balobani	Sveti Anton	Mutvica	Rakonek	Kokoti	CPV Središnja Istra	TV
nitriti <sub>min</sub> (mg NO <sub>3</sub> /l)	5,26	6,27	0,01	2,25	5,26	0,01	50
nitriti <sub>max</sub> (mg NO <sub>3</sub> /l)	14,36	16,48	15,07	18,34	17,59	18,34	
nitriti <sub>sr</sub> (mg NO <sub>3</sub> /l)	8,94	10,25	8,48	10,03	10,42	9,72	

Povećani sadržaj nitrata u podzemnoj vodi posljedica je povećanja korištenja gnojiva u poljoprivrednoj proizvodnji. Na svim izvorima uključenim u državnu mrežu monitoringa u CPV Središnja Istra zabilježen je rastući trend koncentracije nitrata u podzemnoj vodi. Prema Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće, ali i prema TV, maksimalno dozvoljena koncentracija iznosi 50 NO<sub>3</sub> mg/l i svi vodni objekti se nalaze ispod te granice.

### Amonij ion

	Balobani	Sveti Anton	Mutvica	Rakonek	Kokoti	CPV Središnja Istra	TV
amonij ion <sub>min</sub> (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,5
amonij ion <sub>max</sub> (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l)	0,118	0,103	0,161	0,170	0,147	0,170	
amonij ion <sub>sr</sub> (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l)	0,026	0,021	0,024	0,022	0,025	0,024	

Propisana TV vrijednost za krške podzemne vode iznosi 0,50 NH<sub>4</sub> mg/l. Na izvorima u CPV Južna Istra koncentracija amonij iona ne prelazi u maksimalnim vrijednostima 30% maksimalno dozvoljenih vrijednosti. Na svim je izvorima padajući trend koncentracija amonij iona.



### Pokazatelji određeni Direktivom o podzemnim vodama

Koncentracija **ukupnih pesticida** u podzemnoj vodi CPV Središnja Istra daleko je ispod TV vrijednosti i nikad ne prelazi dopuštene koncentracije. Prema TV dopušteno je do 0,5 µg/l, a maksimalno izmjerene vrijednosti kreću se oko 0,022 µg/l. Treba napomenuti da je na izvoru Mutvica padajući trend koncentracije ukupnih pesticida, na Svetom Antonu koncentracija ukupnih pesticida stagnira, a na ostalim vodnih objektima koncentracije pesticida rastu.

	Balobani	Sveti Anton	Mutvica	Rakonek	Kokoti	CPV Središnja Istra	TV
ukupni pesticidi <sub>min</sub> (µg/l)	0	0	0	0	0	0	0,5
ukupni pesticidi <sub>max</sub> (µg/l)	0,0223	0,0137	0,0146	0,0224	0,0123	0,0224	
ukupni pesticidi <sub>sr</sub> (µg/l)	0,0034	0,0038	0,0027	0,0031	0,0035	0,0035	

**Arsen** nije analiziran u sklopu Državne mreže opažanja Hrvatskih voda na vodnim objektima u CPV Središnja Istra.

**Kadmij** je izmjeren u vrlo malim koncentracijama na vodnim objektima u CPV Središnja Istra.

	Balobani	Sveti Anton	Mutvica	Rakonek	Kokoti	CPV Središnja Istra	TV
kadmij <sub>min</sub> (µg Cd /l)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	5
kadmij <sub>max</sub> (µg Cd /l)	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	
kadmij <sub>sr</sub> (µg Cd /l)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	

Koncentracije **olova** je tijekom opažanog razdoblja 2000.-2007. nekoliko puta premašila TV vrijednosti i to na izvorima Balobani, Sveti Anton i Rakonek. Sve maksimalne koncentracije dogodile su se tijekom listopada i studenog 2000. godine. Jedino je na Svetom Antonu bio "pik" i u studenom 2003. godine (12,7 µg/l). Nakon tog razdoblja koncentracije olova su pale ispod granice detekcije.

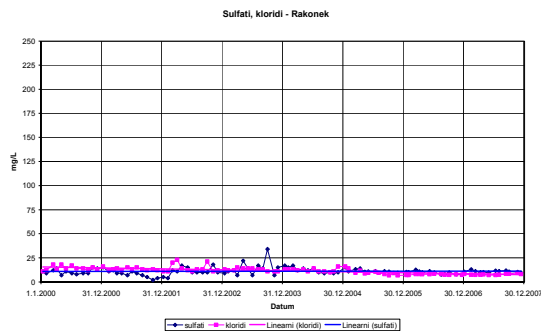
	Balobani	Sveti Anton	Mutvica	Rakonek	Kokoti	CPV Središnja Istra	TV
olovo <sub>min</sub> (µg Pb /l)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	10
olovo <sub>max</sub> (µg Pb /l)	13,4	13,1	7,3	13,7	4	13,7	
olovo <sub>sr</sub> (µg Pb /l)	1,37	1,75	< 1	< 1	< 1	1,15	

**Živa** je na svim uzorcima ispod granice detekcije (0,1 µg Hg /l).

**Kloridi i sulfati** su u CPV Središnja Istra vrlo niskih koncentracija.

	Balobani	Sveti Anton	Mutvica	Rakonek	Kokoti	CPV Središnja Istra	TV
sulfati <sub>min</sub> (mg/l)	5	3	5	2	11	2	250
sulfati <sub>max</sub> (mg/l)	15	22	27	34	34	34	
sulfati <sub>sr</sub> (mg/l)	10,16	12,02	13,46	11,05	20,58	13,98	

	Balobani	Sveti Anton	Mutvica	Rakonek	Kokoti	CPV Središnja Istra	TV
kloridi <sub>min</sub> (mg/l)	5,96	6,66	7,04	6,7	7,81	5,96	250
kloridi <sub>max</sub> (mg/l)	27	19	18	23	77,6	77,6	
kloridi <sub>sr</sub> (mg/l)	10,92	11,8	12,94	11,57	24,66	15,16	

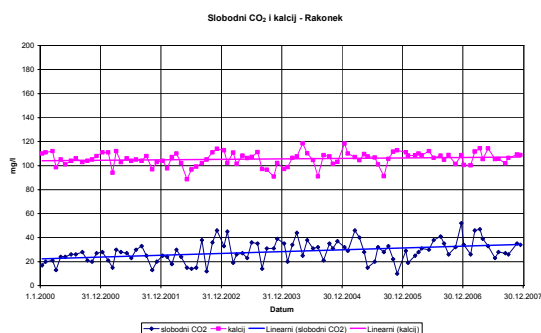
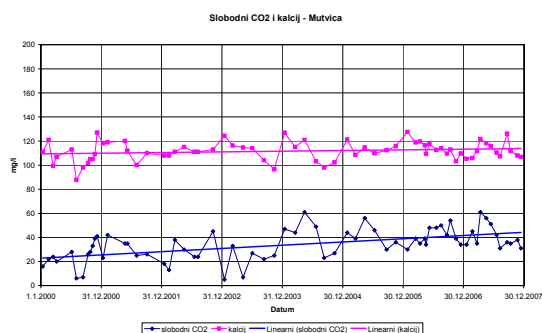
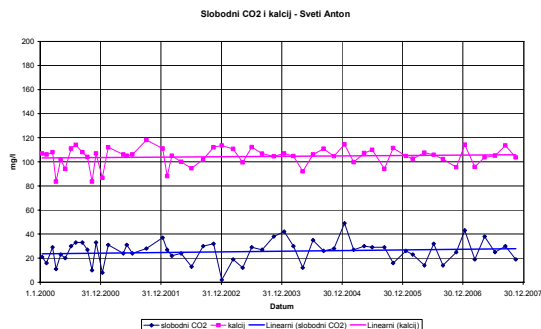
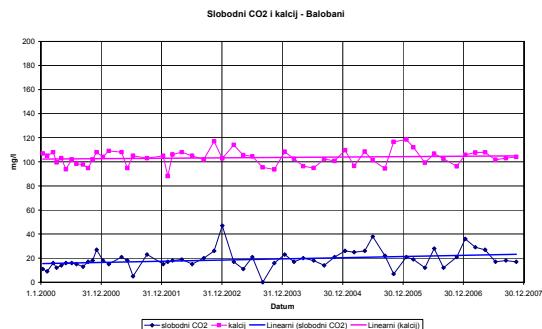


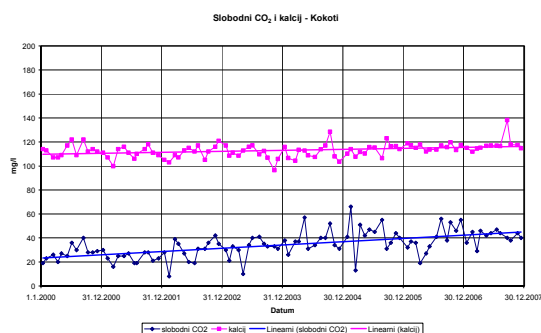
**Trikloretilen i tetrakloretilen** nisu analizirani u CPV Središnja Istra.

### Ostali pokazatelji

Krivulja sadržaja **slobodnog CO<sub>2</sub>** u podzemnoj vodi pokazuje blagi trend povećanja na svim točkama opažanja. Unosom povećane koncentracije CO<sub>2</sub> u vodonosnik dolazi do povećanog otapanja vapnenačkih stijena i povećanja koncentracije kalcija u podzemnoj vodi, odnosno recentnog procesa okršavanja.

	Balobani	Sveti Anton	Mutvica	Rakonek	Kokoti	CPV Središnja Istra
slobodni CO <sub>2</sub> min (mg CO <sub>2</sub> /l)	0	3	5	10	8	0
slobodni CO <sub>2</sub> max (mg CO <sub>2</sub> /l)	47	49	61	52	66	66
slobodni CO <sub>2</sub> sf (mg CO <sub>2</sub> /l)	18,9	25,5	39,9	28,3	34,1	29,0

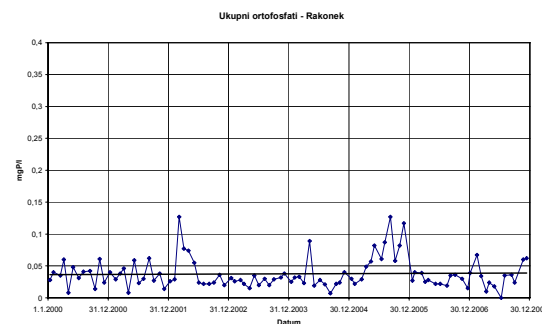
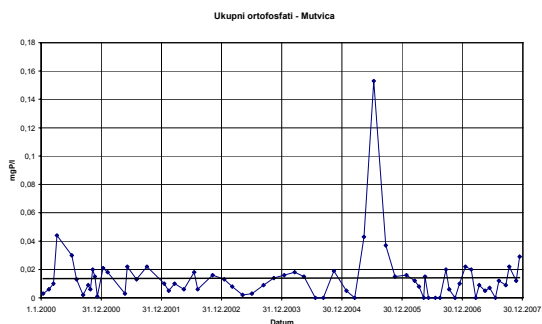
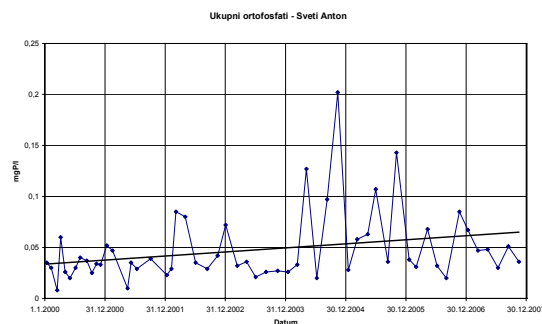
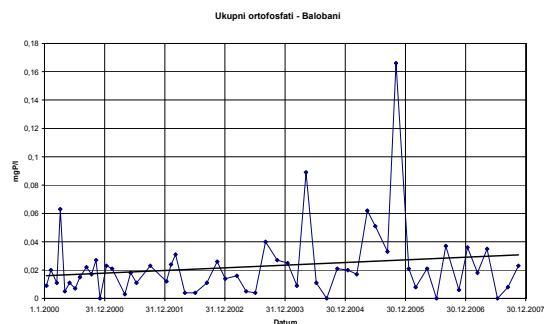


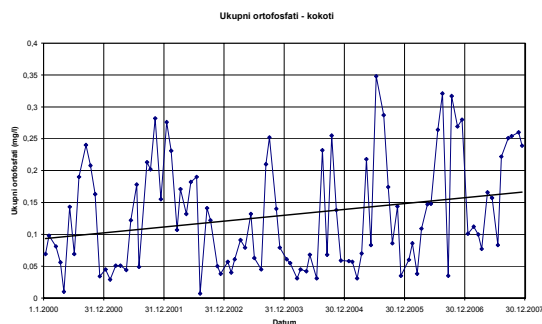


**Temperatura vode** na svim izvorima u CPV Središnja Istra je ispod TV vrijednosti (25 °C) i prati srednju godišnju temperaturu zraka na slivnom području. Prosječna temperatura vode izvora računana je za razdoblje I. 2000. – XII. 2007. godine. Analiza trenda temperature vode na izvorima u CPV Središnja Istra pokazuje ustaljenu vrijednost temperature kroz opažano razdoblje.

	Balobani	Sveti Anton	Mutvica	Rakonek	Kokoti	CPV Središnja Istra	TV
T <sub>min</sub> (°C)	19,0	8,0	11,0	11,0	6,0	6,0	25
T <sub>max</sub> (°C)	6,8	14,2	17,2	14,2	15,2	19,5	
T <sub>sr</sub> (°C)	13,8	12,3	14,2	12,8	13,5	13,3	

Na izvorima u CPV Središnja Istra koncentracija **ortofosfata** je ispod TV vrijednosti (0,3 mg/l), ali pokazuje rastući trend na crpilištima Kokoti, Balobani i Sveti Anton. Najugroženije je crpilište Kokoti gdje povremeno koncentracije ortofosfata prelaze TV vrijednosti. Na ostalim izvorima uglavnom je ustaljen sadržaj ortofosfata kroz opažano razdoblje. Razlozi povećanja koncentracije ortofosfata u podzemnoj vodi mogu biti: "saturirani" fosfor u poljoprivrednom tlu, gnojivo u većim količinama (na hrpama), procjeđivanje iz kanalizacijskih sustava ili septičke jame.



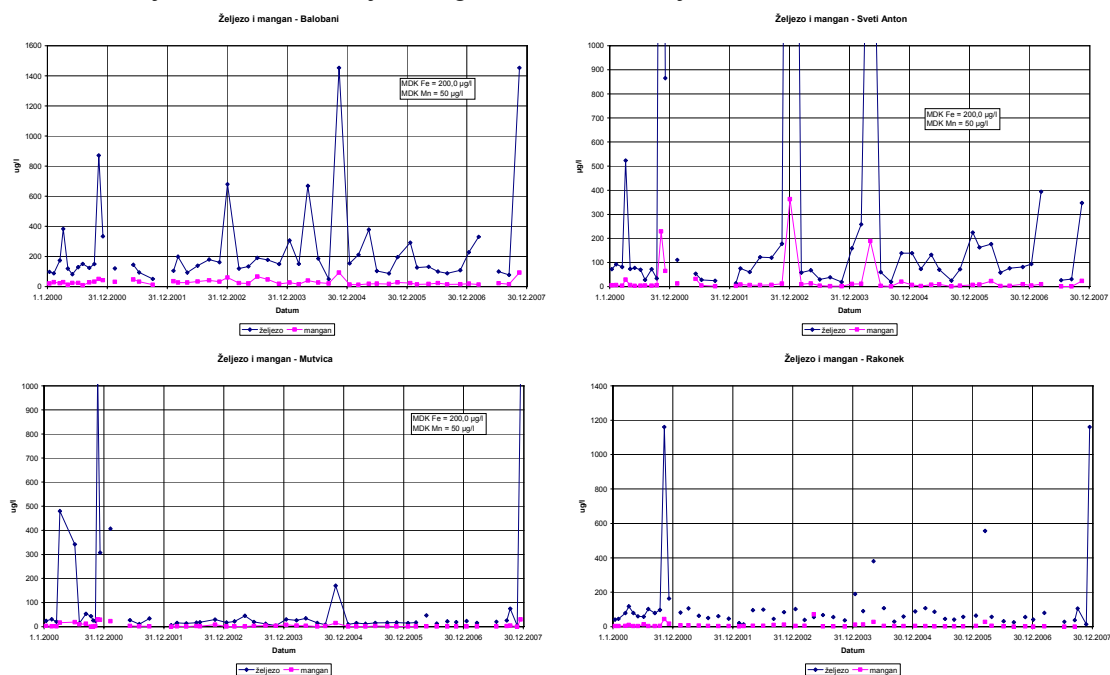


	Balobani	Sveti Anton	Mutvica	Rakonek	Kokoti	CPV Južna Istra	TV
ortofosfati <sub>min</sub> (mg/l)	< 0,005	0,008	< 0,005	< 0,005	0,007	< 0,005	0,3
ortofosfati <sub>max</sub> (mg/l)	0,166	0,202	0,153	0,127	0,348	0,348	
ortofosfati <sub>sr</sub> (mg/l)	0,023	0,047	0,014	0,037	0,129	0,056	

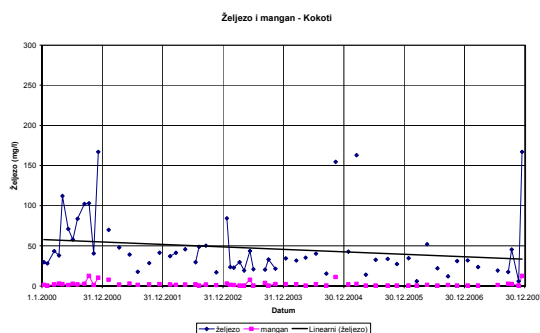
**Mutnoća** je na izvorima u CPV Središnja Istra izražena na izvorima Sveti Anton, Balobani i Rakonek, izvorima uz desnu obalu Raše i povišena je povremeno u odnosu na TV vrijednost. Veliki dio područja prihranjivanja ovih izvora je izgrađen od fliških naslaga na kojima se formiraju površinski tokovi i koji nakon kontakta s karbonatnim stijenama poniru i prihranjuju vodonosnik. Povećana mutnoća nakon jakih padalina uzrokovana je velikom količinom suspendiranog materijala koji dolazi bujičnim vodotocima s područja izgrađenog od fliških naslaga. Trajanje takvih pojava maksimalno je dva do tri dana. TV vrijednost iznosi 4 NTU.

	Balobani	Sveti Anton	Mutvica	Rakonek	Kokoti	CPV Središnja Istra	MDK
mutnoća <sub>min</sub> (NTU)	1,78	1,11	< 0,6	1,04	< 0,6	< 0,6	4
mutnoća <sub>max</sub> (NTU)	18,9	51,7	0,76	64,1	1,94	64,1	
mutnoća <sub>sr</sub> (NTU)	6,35	8,66	0,37	5,91	0,84	3,66	

Koncentracija **željeza** u podzemnoj vodi u CPV Središnja Istra ima trend smanjivanja. TV vrijednost iznosi 200 Fe  $\mu\text{g/l}$  i crpilišta u ovoj cjelini podzemne vode imaju povremeno koncentracije željeza i 10 puta veće od te vrijednosti. Najniže koncentracije željeza su na izvoru Kokoti gdje niti jednom maksimalne koncentracije željeza nisu prelazile TV vrijednost. Na ostalim izvorima su prosječne vrijednosti koncentracije željeza blizu ili nešto iznad TV vrijednosti, ali se to bilježi zbog velikih koncentracija u maksimumima.







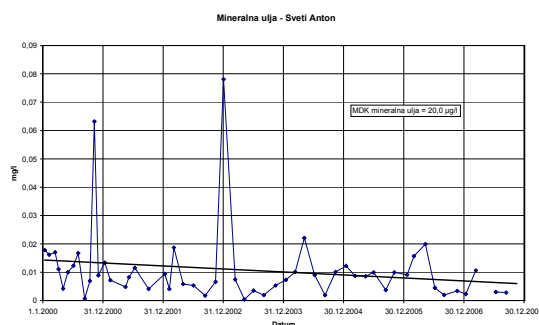
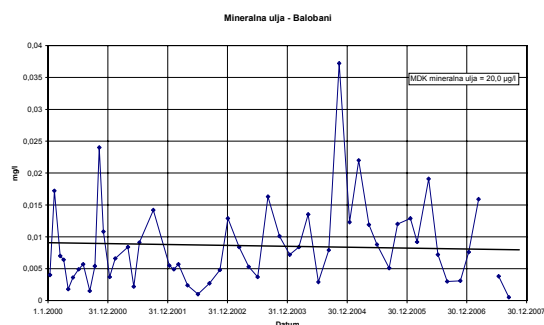
	Balobani	Sveti Anton	Mutvica	Rakonek	Kokoti	CPV Središnja Istra	TV
Fe <sub>min</sub> (µg/l)	49,9	13,2	4,8	13,7	5,8	4,8	200
Fe <sub>max</sub> (µg/l)	1.452,6	5.389	1.059	1.161	167	5.389	
Fe <sub>sr</sub> (µg/l)	219,2	347,5	74,2	105,2	45,3	154,8	

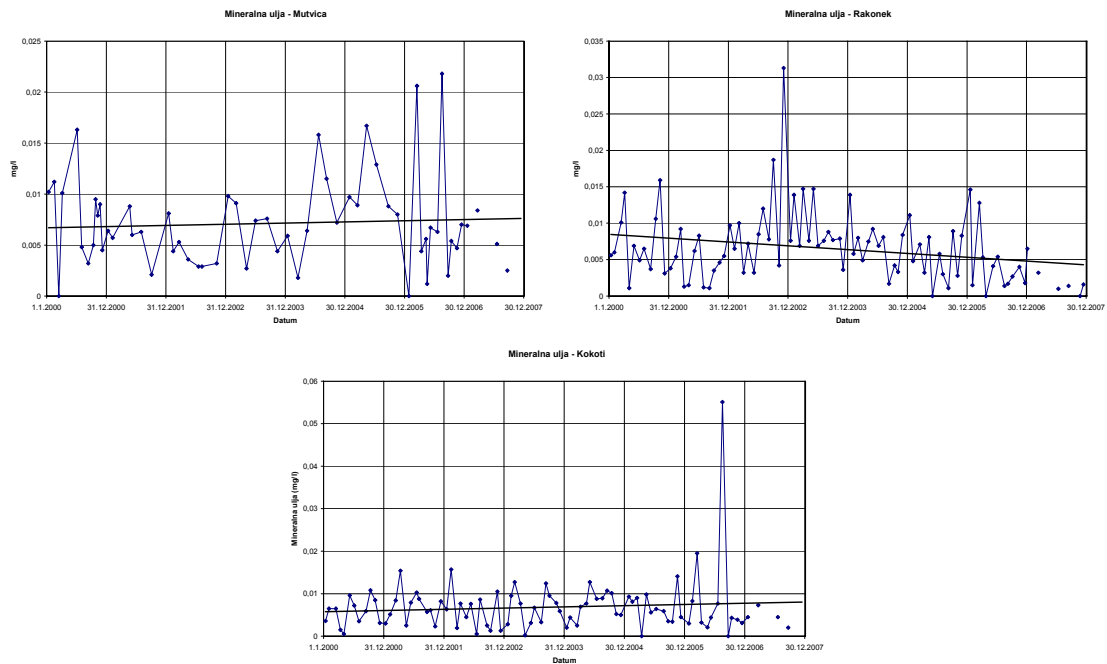
	Balobani	Sveti Anton	Mutvica	Rakonek	Kokoti	CPV Središnja Istra	TV
Mn <sub>min</sub> (µg/l)	9	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	50
Mn <sub>max</sub> (µg/l)	93	363	29,9	71,6	12,4	363	
Mn <sub>sr</sub> (µg/l)	27,8	23,6	4,53	7,5	2,1	12,7	

Najčešći izvori željeza i mangana u podzemnim vodama su prirodni, npr. nastali otapanjem željezom i manganom bogatih minerala i stijena. Također, pojava se može povezati i s industrijskim otpadnim vodama, nepročišćenim otpadnim vodama naselja, ali i procjeđivanje iz odlagališta otpada može doprinijeti sadržaju mangana i željeza u podzemnoj vodi.

Granična vrijednost koncentracije (TV) **koncentracije mineralnih ulja** u vodi iznosi 0,02 mg/l. Na svim izvorima u CPV koncentracije mineralnih ulja ponekad prelaze tu vrijednost u vrijeme visokih vodnih valova. Na Balobanima je zabilježen najviše izraženi rast trenda koncentracije mineralnih ulja, a na Mutvici i Kokotima je krivulja trenda blaga, ali raste. Na ostalim izvorima je krivulja sniženja koncentracije mineralnih ulja, ali treba istaći izvor Sveti Anton gdje je trend padajući, ali je prosječna vrijednost najviša u CPV. Vrijednosti su uglavnom ispod TV vrijednosti.

	Balobani	Sveti Anton	Mutvica	Rakonek	Kokoti	CPV Središnja Istra	TV
mineralna ulja <sub>min</sub> (mg/l)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,020
mineralna ulja <sub>max</sub> (mg/l)	0,037	0,078	0,022	0,031	0,055	0,078	
mineralna ulja <sub>sr</sub> (mg/l)	0,008	0,011	0,007	0,006	0,007	0,007	

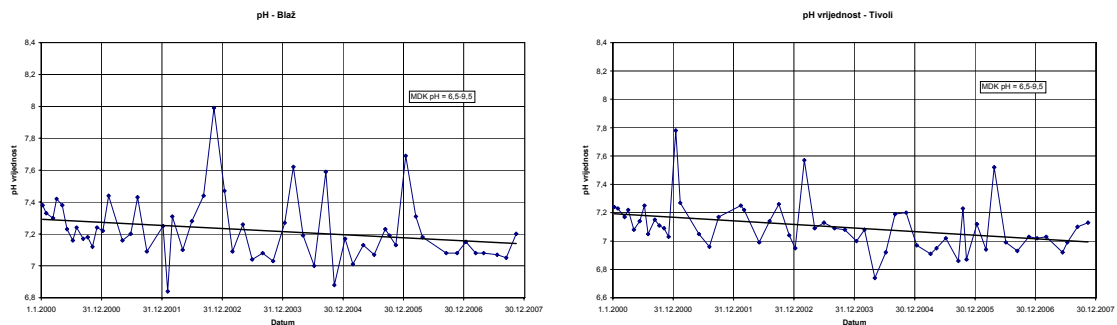




### 5.3. CPV Južna Istra

**LOŠE STANJE**

#### pH vrijednost

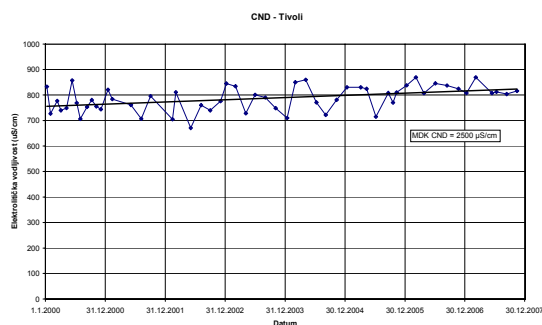
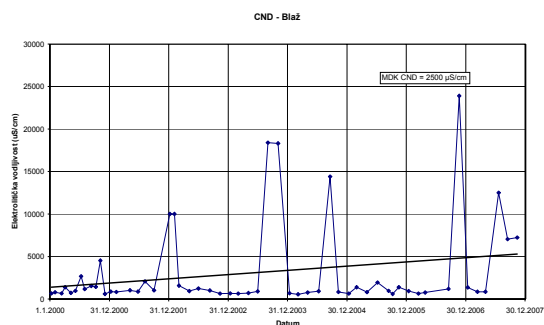


Raspon vrijednosti pH prema TV iznosi 6,5 - 9,5. Na analiziranim izvorima unutar CPV Južna Istra niti jedna analiza nije pokazala vrijednosti pH izvan propisanog raspona. Krivulja trenda za pH vrijednost na promatranim vodnim objektima pokazuje padajući trend, odnosno trend smanjenja pH vrijednosti vode u CPV Južna Istra. Smanjenje pH vrijednosti podzemne vode obično se povezuje s mikrobiološkim ili kemijskim procesima u prirodnim sustavima kao rezultat onečišćenja i obično su jedan od pokazatelja degradacije kakvoće podzemne vode ili se povezuje s "kiselim" kišama. Pošto su svi izvori u Istri pokazali padajući trend vrijednosti pH, a većina izvora ima svoje nezavisno slivno područje, navodi se da antropogeni utjecaj na podzemne vode dolazi izvan same cjeline podzemne vode putem padalina (povećanje kiselosti kiša).

	Blaž	Tivoli	CPV Južna Istra	TV
pH <sub>min</sub>	6,84	6,74	6,74	6,5 – 9,5
pH <sub>max</sub>	7,99	7,78	7,99	
pH <sub>sr</sub>	7,22	7,10	7,16	

## Električna vodljivost

	Blaž	Tivoli	CPV Južna Istra	TV
CND <sub>min</sub> (μS/cm)	559	671	430	2.500
CND <sub>max</sub> (μS/cm)	23.900	869	869	
CND <sub>sr</sub> (μS/cm)	3.128	786	1.968	

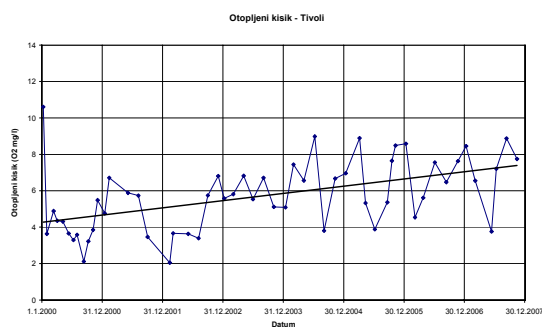
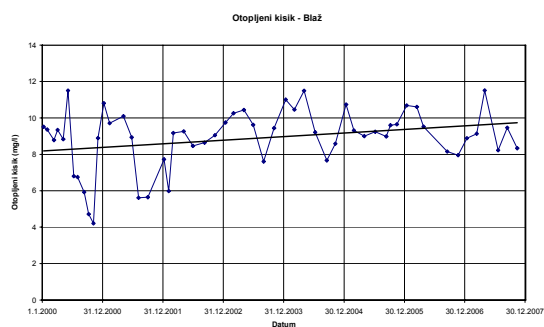


Na izvorima u ovoj CPV zabilježen je rastući trend na svim opažanim mjestima, a veličina elektrolitičke vodljivosti je na izvoru Blaž povremeno iznad TV vrijednosti. Maksimalno dozvoljena vrijednost elektrolitičke vodljivosti (CND) prema TV iznosi 2500 μS/cm.

Izvor Blaž je priobalni izvor u Raškom zaljevu i nije zahvaćen za javnu vodoopskrbu. Zasljanjuje u potpuno prirodnim uvjetima tijekom ljetnih sušnih razdoblja kada su smanjeni dotoci slatke vode iz vodonosnika.

I zdenac Tivoli ima nešto povišenu vrijednost električne vodljivosti u odnosu na ostale izvore u Istri što također ukazuje na blagi utjecaj mora. Vrijednosti su ispod TV, ali je tome glavni razlog što je zdenac Tivoli isključen iz vodoopskrbe i ne crpi se. Također, rastući trend elektrolitičke vodljivosti može se povezati i s stalnim povećanjem opterećenja u slivu.

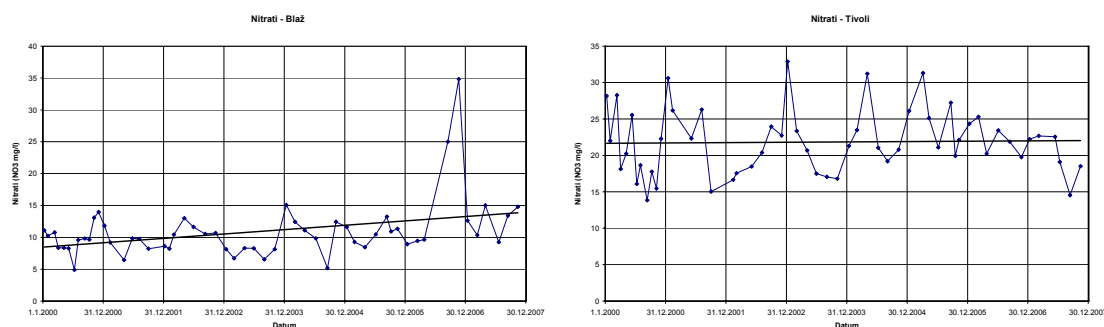
## Otopljeni kisik



	Blaž	Tivoli	CPV Južna Istra
otopljeni kisik <sub>min</sub> (mg/l)	4,21	2,05	2,05
otopljeni kisik <sub>max</sub> (mg/l)	11,51	10,6	14,0
otopljeni kisik <sub>sr</sub> (mg/l)	8,87	5,71	7,31

Jako niske koncentracije zasićenja kisikom izmjerene su na bunaru Tivoli, koji se nalazi u industrijskoj zoni grada Pule. On nije više uključen u vodoopskrbni sustav, a kemizam mu se jako mijenja promjenom hidroloških uvjeta. Na bunaru Tivoli je trend povećanja koncentracije otopljenog kisika u vodi.

## Nitrati



	Blaž	Tivoli	CPV Južna Istra	TV
nitrat <sub>min</sub> (mg NO <sub>3</sub> /l)	4,91	13,83	4,91	50
nitrat <sub>max</sub> (mg NO <sub>3</sub> /l)	34,83	32,88	34,83	
nitrat <sub>sr</sub> (mg NO <sub>3</sub> /l)	10,86	21,84	16,29	

Povećani sadržaj nitrata u podzemnoj vodi posljedica je povećanja korištenja gnojiva u poljoprivrednoj proizvodnji. Na izvoru Blaž zabilježen je rastući trend koncentracije nitrata u podzemnoj vodi, a na zdencu Tivoli ustaljena je krivulja trenda. TV iznosi 50 NO<sub>3</sub> mg/l i svi vodni objekti se nalaze ispod te granice.

Zdenac Tivoli samo je jedan od desetak zdenaca pulskeg područja koji su bili ili su još uvijek uključeni u sustav javne vodoopskrbe. Iako je koncentracija nitrata na zdencu Tivoli u prosječnim koncentracijama ispod TV vrijednosti za pitke vode na ostalim zdencima situacija je uglavnom gora. Prema ZJZIŽ (2007), od zdenaca pulskeg područja u vodoopskrbni sustav uključeni su samo Šišan i Jadreški, a zdenac Tivoli, koji je opažajko mjesto državne mreže opažanja Hrvatskih voda, već je više od pet godina isključen iz javne vodoopskrbe. Na zdencu Šišan koncentracija nitrata kretala se tijekom 2007. godine u rasponu 33,02 do 44,33 mg/l, a na zdencu Jadreški 32,75 do 48,18 mg/l. Na ostalim zdencima tijekom 2007. godine vrijednosti koncentracije nitrata bile su slijedeće:

ZDENAC	2007. godina			
	minimum	maksimum	srednja koncentracija	broj analiza
Lokvere	95,91	95,91	95,91	1
Campanož	61,88	62,32	62,10	2
Valdragon IV	45,79	53,84	49,06	5
Rizzi	47,74	47,74	47,74	1
Škatari	36,95	55,69	46,32	2
Jadreški	32,75	48,18	39,78	4
Šišan	33,02	44,33	36,64	4
Ševe	26,83	35,71	30,67	12
Tivoli	14,54	22,54	19,93	6
Karpi	12,91	15,12	14,01	2
Peroj	6,76	10,61	8,66	2

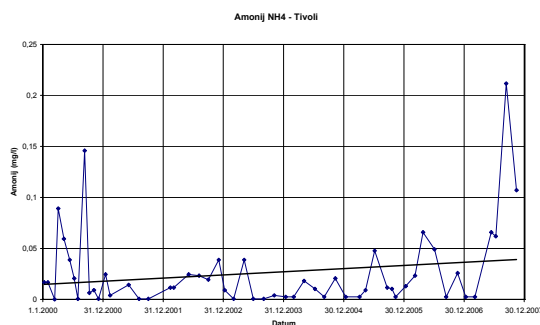
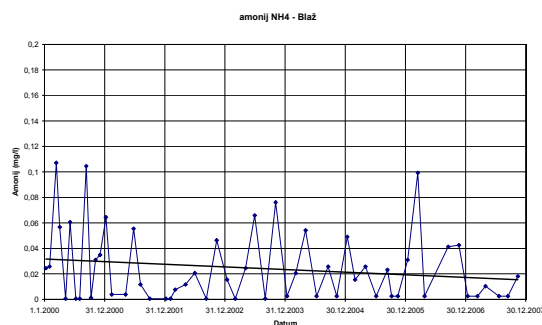
Iz tablica je vidljivo vrlo veliko onečišćenje nitratima pulskeg vodonosnika, a prosječna koncentracija na pulskim zdencima iznosi 46,35 mg/l NO<sub>3</sub>. Uzroke treba tražiti u poljoprivredi (ratarstvo, stočarstvo) koja je na širem području Pule vrlo razvijena. Zdeneci Peroj, Karpi i Tivoli nalaze se u zapadnom dijelu Pule i malo su izdvojeni od ostalih koji su grupirani na vrlo malom prostoru. Peroj, Karpi i Tivoli su najmanje onečišćeni nitratima, a udaljavanjem od Pule prema Rovinju pada koncentracija nitrata. Razloge tako povećanih nitrata treba tražiti u intenzivnoj poljoprivredi središnjeg dijela područja prihranjivanja, ali i poljoprivrede u neposrednom zaleđu zdenaca.

ZDENAC	sr. vrij. 2003	sr. vrij. 2004	sr. vrij. 2005	sr. vrij. 2006	sr. vrij. 2007
Lokvere	165,06	138,79	151,85	138,92	95,91
Campanož	68,27	66,01	77,37	83,47	62,10
Valdragon III	50,83	57,95	45,66		
Valdragon IV	50,63	51,65	54,63	55,91	49,06
Valdragon V	32,40	26,67	27,14		
Rizzi	48,91	57,77	52,31	53,08	47,74
Škatari	55,60	58,12	58,56	67,09	46,32
Jadreški	40,20	40,57	46,13	53,48	39,78
Fojbon	42,83	isključen u lipnju 2003.			
Šišan	33,70	35,35	36,96	45,01	36,64
Ševe	29,17	29,17	32,69	33,85	30,67
Tivoli	21,38	22,83	24,69	22,49	19,93
Karpi	18,18	13,33	20,26	16,35	14,01
Peroj	6,32	6,63	10,81	6,36	8,66
	← uključeni u javnu vodoopskrbu				

### Amonij ion

	Blaž	Tivoli	CPV Južna Istra	TV
amonij ion <sub>min</sub> (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,5
amonij ion <sub>max</sub> (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l)	0,104	0,211	0,211	
amonij ion <sub>sr</sub> (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l)	0,024	0,026	0,025	

TV vrijednost za amonij ion iznosi 0,50 NH<sub>4</sub> mg/l. Na izvorima u CPV Južna Istra koncentracija amonij iona ne prelazi u maksimalnim vrijednostima 30% TV. Na zdencu Tivoli je rastući trend koncentracije amonij iona, a na Blažu padajući trend. Povišene koncentracije amonij iona povezuju se s negativnim utjecajem procjernih voda s odlagališta otpada.



### Pokazatelji određeni Direktivom o podzemnim vodama

Koncentracija **ukupnih pesticida** u podzemnoj vodi CPV Južna Istra daleko je ispod TV graničnih vrijednosti (0,5 µg/l) i nikad ne prelazi dopuštene koncentracije. Maksimalno izmjerene vrijednosti kreću se oko 0,019 µg/l. Treba napomenuti da je na zdencu Tivoli padajući trend koncentracije ukupnih pesticida, a na Blažu koncentracije pesticida rastu.

	Blaž	Tivoli	CPV Južna Istra	TV
ukupni pesticidi <sub>min</sub> (µg/l)	0	0	0	0,5
ukupni pesticidi <sub>max</sub> (µg/l)	0,0189	0,0134	0,0189	
ukupni pesticidi <sub>sr</sub> (µg/l)	0,0038	0,0037	0,0038	

**Arsen** nije analiziran u sklopu Državne mreže opažanja Hrvatskih voda na vodnim objektima u CPV Južna Istra.

**Kadmij** je izmjeren u vrlo malim koncentracijama na vodnim objektima u CPV Južna Istra.

	Blaž	Tivoli	CPV Južna Istra	TV
kadmij <sub>min</sub> (µg Cd /l)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	5
kadmij <sub>max</sub> (µg Cd /l)	0,1	< 0,1	0,1	
kadmij <sub>sr</sub> (µg Cd /l)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	

Koncentracije **olova** je tijekom opažanog razdoblja 2000.-2007. nekoliko puta premašila TV vrijednosti i to na zdencu Tivoli. Sve maksimalne koncentracije dogodile su se tijekom listopada i studenog 2000. godine. Nakon tog razdoblja koncentracije olova su pale ispod granice detekcije.

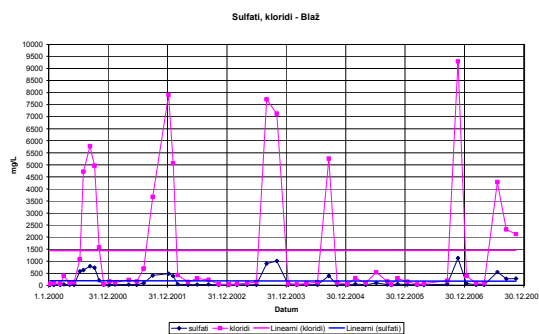
	Blaž	Tivoli	CPV Južna Istra	TV
olovo <sub>min</sub> (µg Pb /l)	< 1	< 1	< 1	10
olovo <sub>max</sub> (µg Pb /l)	2,9	11	11	
olovo <sub>sr</sub> (µg Pb /l)	< 1	1,02	< 1	

**Živa** je na svim uzorcima ispod granice detekcije (0,1 µg Hg /l).

**Kloridi i sulfati** su u CPV Južna Istra povišeni u prosječnim koncentracijama zbog utjecaja zaslanjenja na izvoru Blaž. On povremeno zaslanjuje u prirodnim uvjetima tijekom velikih voda i tada sulfati i kloridi prelaze višestruko TV vrijednosti. Zdenac Tivoli ima relativno niske koncentracije, ali je to u uvjetima bez crpljenja.

	Blaž	Tivoli	CPV Južna Istra	TV
sulfati <sub>min</sub> (mg/l)	12,2	16	12,2	250
sulfati <sub>max</sub> (mg/l)	1.127	58	1.127	
sulfati <sub>sr</sub> (mg/l)	179,67	28,78	104,92	

	Blaž	Tivoli	CPV Južna Istra	TV
kloridi <sub>min</sub> (mg/l)	32	24,2	24,2	250
kloridi <sub>max</sub> (mg/l)	9.295	73	9.295	
kloridi <sub>sr</sub> (mg/l)	1.443,5	32,41	744,43	

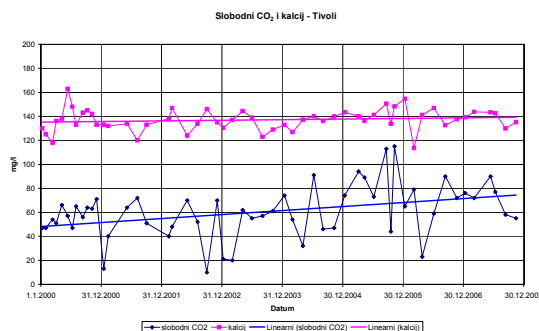
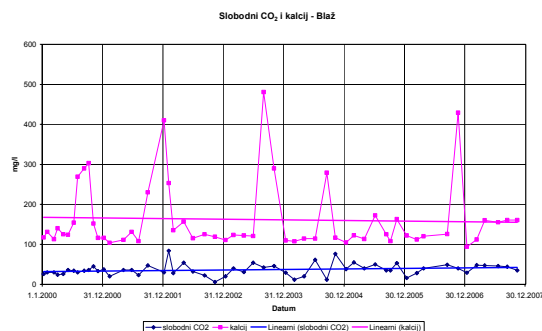


**Trikloretilen i tetrakloretilen** mjereni su samo na četiri uzoraka na zdencu Tivoli u Puli tijekom 2007. godine. Izmjerene su ukupne (trikloretilen + tetrakloretilen) koncentracije od 3,71 do maksimalno 5,84 µg/l. Na izvoru Blaž nisu opažani ovi pokazatelji. TV vrijednost je ukupno za trikloretilen i tetrakloretilen 10 µg/l.

### Ostali pokazatelji

Krivulja sadržaja **slobodnog CO<sub>2</sub>** u podzemnoj vodi pokazuje trend povećanja na zdencu Tivoli i gotovo ustaljenu krivulju trenda na izvoru Blaž. Unosom povećane koncentracije CO<sub>2</sub> u vodonosnik dolazi do povećanog otapanja vapnenačkih stijena i povećanja koncentracije kalcija u podzemnoj vodi, odnosno recentnog procesa okršavanja.

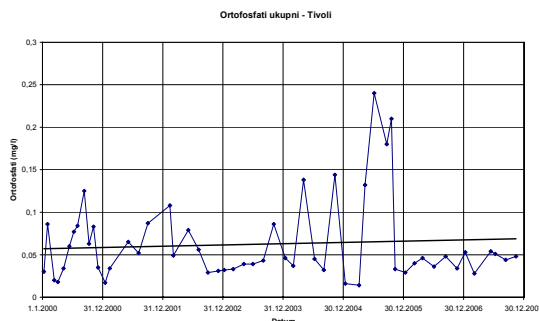
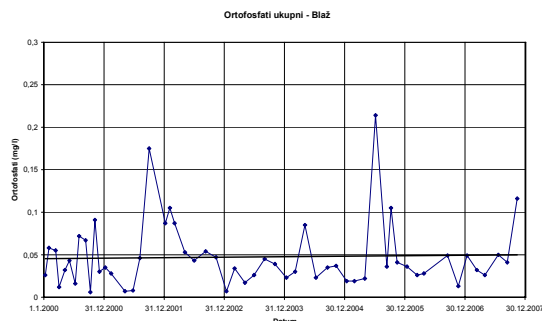
	Blaž	Tivoli	CPV Južna Istra
slobodni CO <sub>2</sub> min (mg CO <sub>2</sub> /l)	6	10	6
slobodni CO <sub>2</sub> max (mg CO <sub>2</sub> /l)	84	115	115
slobodni CO <sub>2</sub> sr (mg CO <sub>2</sub> /l)	36,5	60,3	48,3



**Temperatura vode** na svim izvorima u CPV Južna Istra je ispod TV vrijednosti (25 °C) i prati srednju godišnju temperaturu zraka na slivnom području. Prosječna temperatura vode izvora računana je za razdoblje I. 2000. – XII. 2007. i u CPV Južna Istra iznosi 14,1 °C. Analiza trenda temperature vode na izvorima u CPV Južna Istra pokazuje ustaljenu vrijednost temperature kroz opažano razdoblje.

	Blaž	Tivoli	CPV Južna Istra	TV
T <sub>min</sub> (°C)	12,2	12	12,0	25
T <sub>max</sub> (°C)	19,5	16	19,5	
T <sub>sr</sub> (°C)	14,2	14,1	14,1	

Na izvorima u CPV Južna Istra koncentracija **ortofosfata** je ispod TV vrijednosti (0,3 mg/l), ali pokazuje rastući trend na zdencu Tivoli i ustaljenu vrijednost na izvoru Blaž.



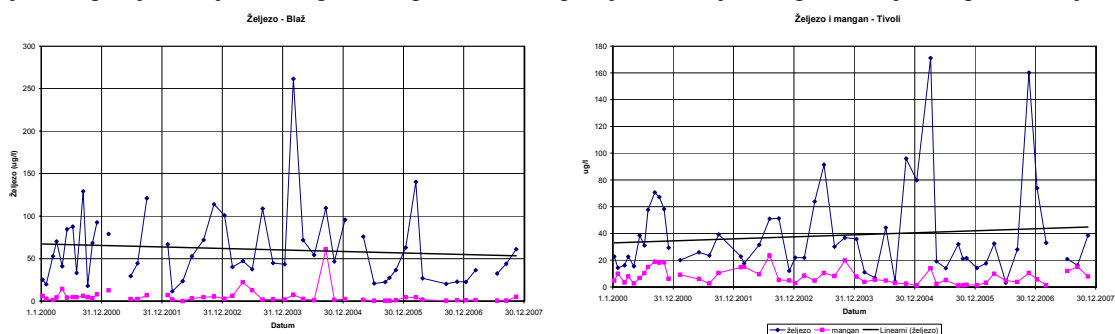
	Blaž	Tivoli	CPV Južna Istra	TV
ortofosfati <sub>min</sub> (mg/l)	0,006	0,014	0,006	0,3
ortofosfati <sub>max</sub> (mg/l)	0,214	0,240	0,240	
ortofosfati <sub>sr</sub> (mg/l)	0,047	0,062	0,054	

**Mutnoća** je na izvorima u CPV Južna Istra povremeno povišena na izvoru Blaž u odnosu na TV vrijednost. Trajanje takvih pojava maksimalno je dva do tri dana. TV vrijednost iznosi 4 NTU.

	Blaž	Tivoli	CPV Južna Istra	MDK
mutnoća <sub>min</sub> (NTU)	< 0,6	< 0,6	< 0,6	4
mutnoća <sub>max</sub> (NTU)	6,17	2,41	6,17	
mutnoća <sub>sr</sub> (NTU)	1,63	0,98	1,29	

Koncentracija **željeza** u podzemnoj vodi na izvoru Blaž ima trend smanjivanja, a na zdencu Tivoli je rastući. TV iznosi 200 Fe µg/l. Na izvoru Blaž izmjeren je jedan uzorak sa koncentracijom željeza i mangana višom od TV, a na zdencu Tivoli su sve analize bile ispod te granične vrijednosti. Najčešći izvori željeza i

mangana u podzemnim vodama su prirodni, npr. nastali otapanjem željeza i manganom bogatih minerala i stijena. Također, pojava se može povezati i s industrijskim otpadnim vodama, nepročišćenim otpadnim vodama naselja, ali i procjeđivanje iz odlagališta otpada može doprinijeti sadržaju mangana i željeza u podzemnoj vodi.

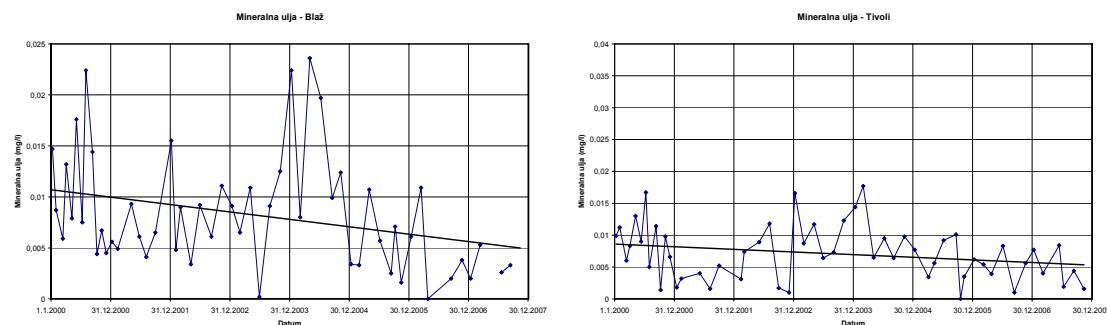


	Blaž	Tivoli	CPV Južna Istra	TV
Fe <sub>min</sub> (µg/l)	11,5	3,3	3,3	200
Fe <sub>max</sub> (µg/l)	261,4	171	261,4	
Fe <sub>sr</sub> (µg/l)	61,01	38,4	49,5	

	Blaž	Tivoli	CPV Južna Istra	TV
Mn <sub>min</sub> (µg/l)	< 1,0	1,1	< 1,0	50
Mn <sub>max</sub> (µg/l)	61,1	23,4	61,1	
Mn <sub>sr</sub> (µg/l)	5,2	7,8	6,5	

TV vrijednost koncentracije mineralnih ulja u podzemnim vodama iznosi 0,02 mg/l. Na izvoru Blaž koncentracije mineralnih ulja ponekad prelaze vrijednost TV u vrijeme visokih vodnih valova, a na zdencu Tivoli koncentracije su u maksimalnim vrijednostima vrlo blizu tih graničnih vrijednosti.

	Blaž	Tivoli	CPV Južna Istra	TV
mineralna ulja <sub>min</sub> (mg/l)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,020
mineralna ulja <sub>max</sub> (mg/l)	0,023	0,018	0,023	
mineralna ulja <sub>sr</sub> (mg/l)	0,008	0,007	0,007	



## 5.4. CPV Riječki zaljev

### VJEROJATNO DOBRO STANJE

Na području CPV Riječki zaljev nema vodnih objekata uključenih u državnu mrežu monitoringa Hrvatskih voda. Za dobivanje kvalitativnog stanja podzemnih voda u CPV Riječki zaljev korišteni su rezultati studije "Prekogranični vodonosnici Hrvatske i Slovenije između Kvarnerskog i Tršćanskog zaljeva" (BIONDIĆ, R. et al., 2003) u kojoj je opažen izvor Kristal u Opatiji u razdoblju travanj 2001 – veljača 2003. godine. Uzeto je ukupno 7 uzoraka za kemijske analize.



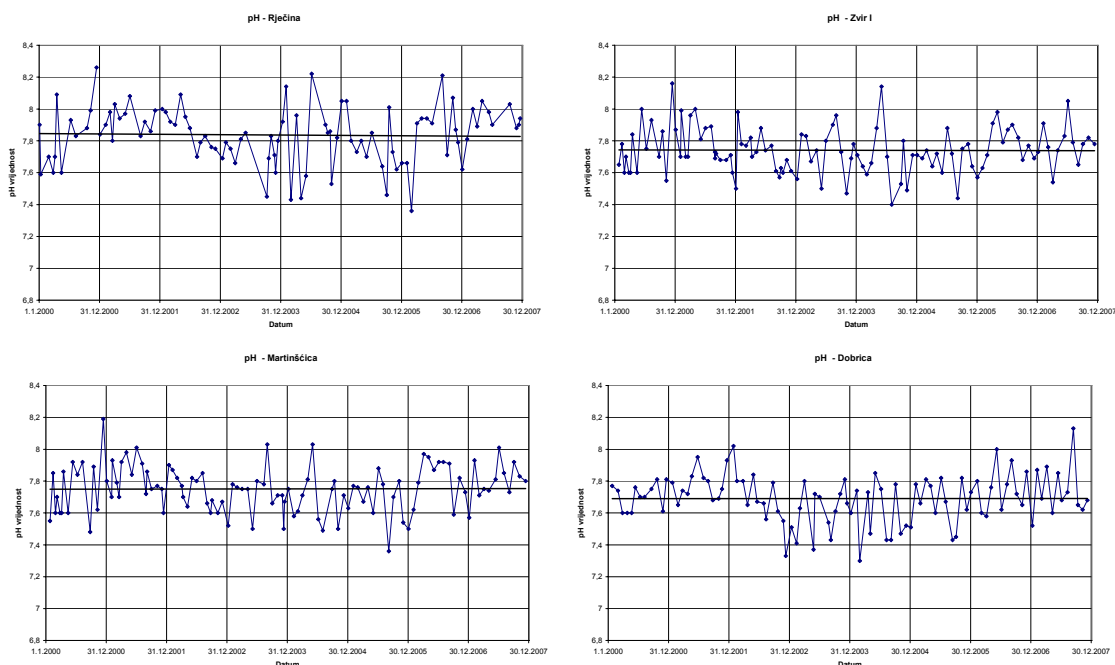
Izvor Kristal nije zahvaćen za javnu vodoopskrbu iako je bilo takovih planova sa zahvatom u zaleđu. Prirodni izvor se nalazi na obali mora ispod hotela Kristal u Opatiji i uglavnom je bočat. U uzorcima vrijednosti elektrolitičke vodljivosti kretale su se od 520  $\mu\text{S}/\text{cm}$  što je slatka voda, pa sve do 15,22 mS/cm kada je zabilježen veliki utjecaj mora.

pH vrijednost kretala se u rasponu 7,4 – 8,1 što je unutar TV raspona. Također, nitrati su bili u rasponu 0 – 2,65 mg/l (TV = 50 mg/l). Koncentracija otopljenog kisika kretala se je u rasponu 5,5 – 11,74 mg/l, a amonij ion maksimalno do 0,09 mg/l (TV 0,5 mg/l). Temperatura izvorske vode prosječno je bila 11,1 °C

## 5.5. CPV Rijeka - Bakar

**DOBRO STANJE**

### pH vrijednost

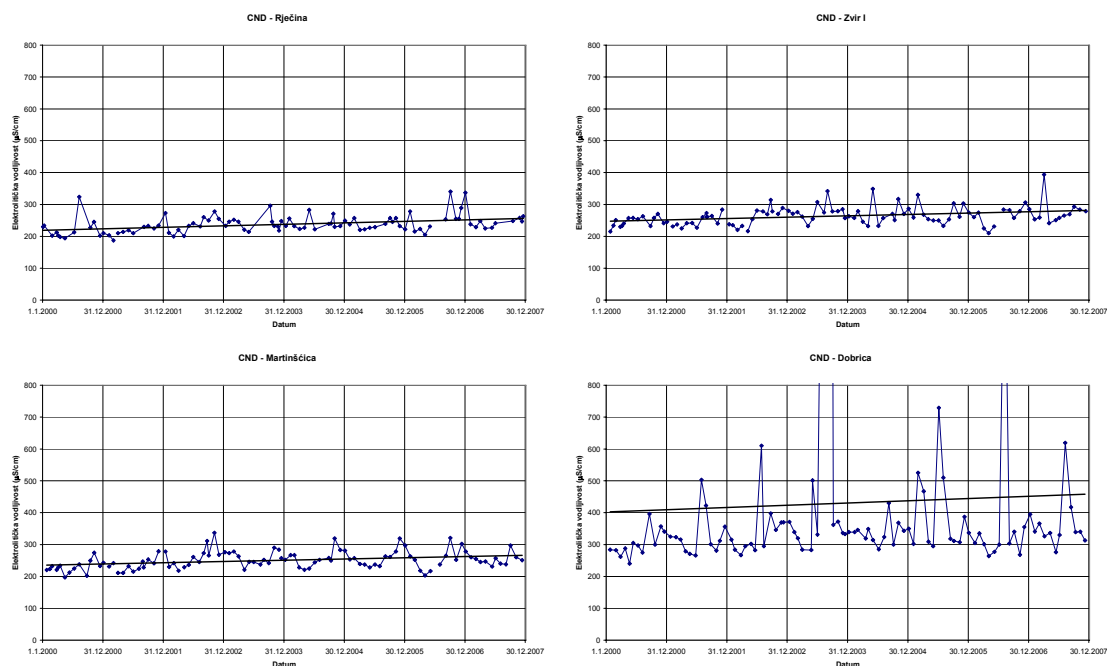


Na analiziranim izvorima unutar CPV Rijeka - Bakar niti jedna analiza nije pokazala vrijednosti pH izvan propisanih raspona. Krivulja trenda pokazuje ustaljene vrijednosti.

	Rječina	Zvir I	Martinšćica	Dobrica	CPV Rijeka - Bakar	TV
pH <sub>min</sub>	7,36	7,40	7,36	7,30	7,30	6,5 – 9,5
pH <sub>max</sub>	8,26	8,16	8,19	8,13	8,26	
pH <sub>sr</sub>	7,84	7,74	7,75	7,69	7,75	

### Električna vodljivost

	Rječina	Zvir I	Martinšćica	Dobrica	CPV Rijeka - Bakar		TV
					bez izvora Dobrica	ukupno	
CND <sub>min</sub> ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	187	210	197	240	187	187	2.500
CND <sub>max</sub> ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	340	394	337	5370	394	5370	
CND <sub>sr</sub> ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	237	263	250	430	251	295	



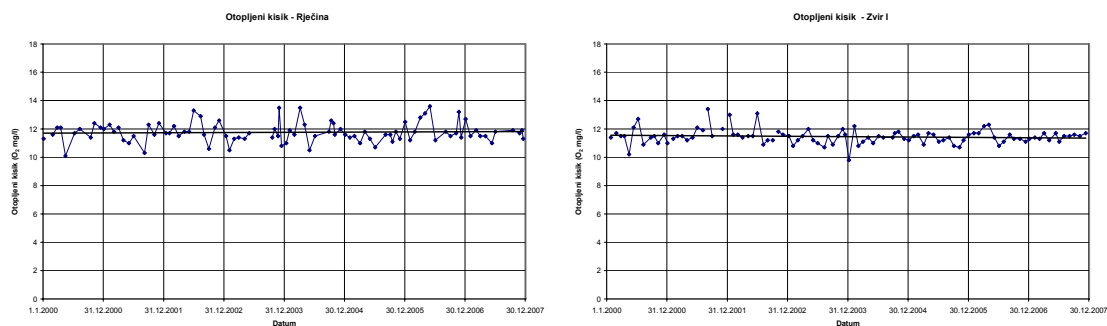
Na izvorima u ovoj CPV zabilježen je blago rastući trend na svim opažanim mjestima, ali je veličina elektrolitičke vodljivosti daleko ispod TV vrijednosti, osim povremeno na izvoru Dobrica. Maksimalno dozvoljena vrijednost elektrolitičke vodljivosti (CND) prema TV iznosi 2500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

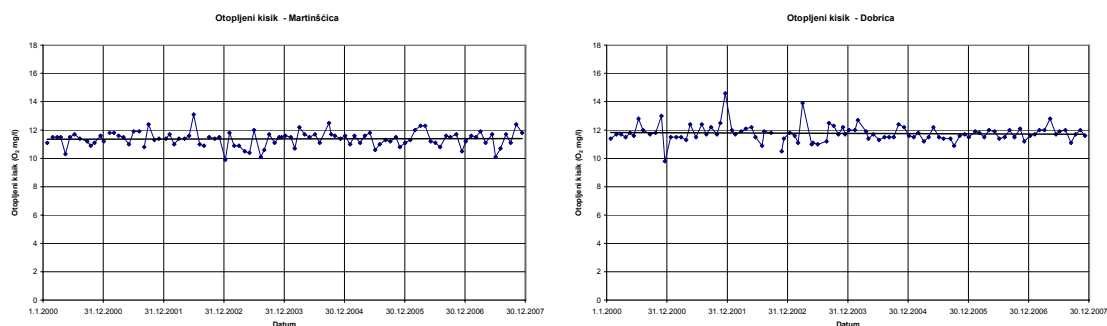
Izvor Dobrica je priobalni izvor u Bakarskom zaljevu i zahvaćen je za javnu vodoopskrbu. Zasljanjuje zbog crpljenja tijekom ljetnih sušnih razdoblja kada su smanjeni dotoci slatke vode iz vodonosnika. Tada se isključuje iz vodoopskrbe i nakon desetak dana salinitet padne ispod TV vrijednosti za pitke vode.

Ostali izvori imaju rastući trend elektrolitičke vodljivosti što nije povezano s zaslanjenjem, već stalnim povećanjem opterećenja u slivu.

### Otopljeni kisik

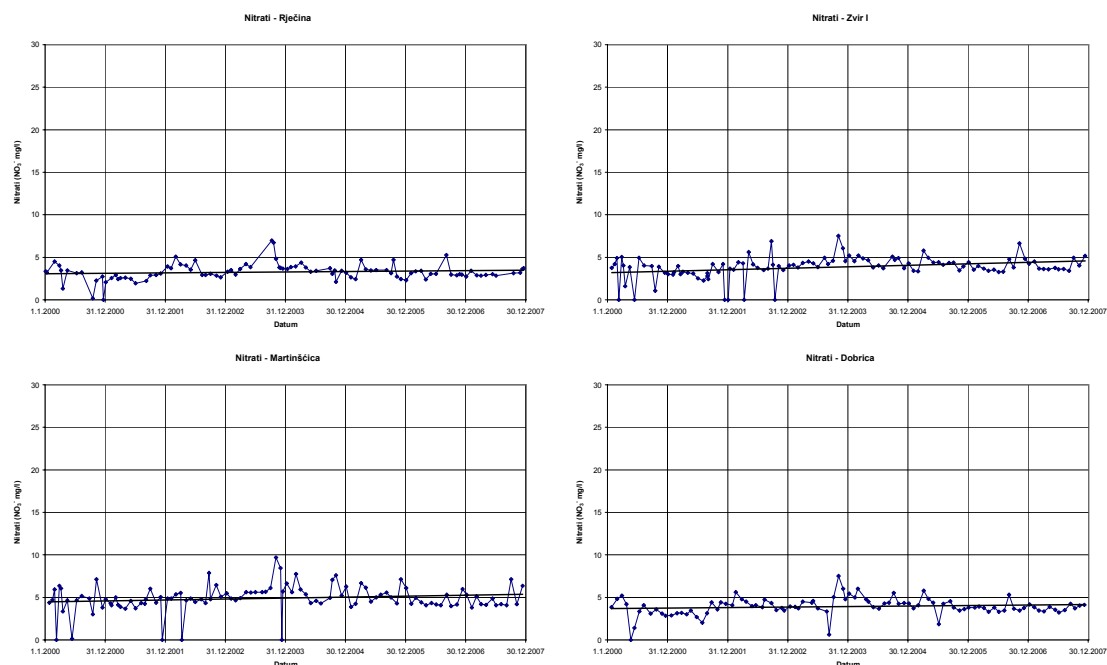
	Rječina	Zvir I	Martinšćica	Dobrica	CPV Rijeka - Bakar
otopljeni kisik <sub>min</sub> (mg/l)	10,1	9,8	9,9	9,8	9,8
otopljeni kisik <sub>max</sub> (mg/l)	13,6	13,4	13,1	14,6	14,6
otopljeni kisik <sub>sr</sub> (mg/l)	11,75	11,49	11,37	11,76	11,58





Smanjenje koncentracije otopljenog kisika je jedan od pokazatelja onečišćenja podzemnih voda, a na području CPV Rijeka – Bakar prosječne vrijednosti su ustaljene između 11,5 – 12 mg/l.

### Nitrati



	Rječina	Zvir I	Martinšćica	Dobrica	CPV Rijeka - Bakar	TV
nitrat <sub>min</sub> (mg NO <sub>3</sub> /l)	0,18	1,06	0,13	0,62	0,13	50
nitrat <sub>max</sub> (mg NO <sub>3</sub> /l)	6,27	7,51	9,68	7,51	9,68	
nitrat <sub>sr</sub> (mg NO <sub>3</sub> /l)	3,31	4,05	5,08	3,97	4,12	

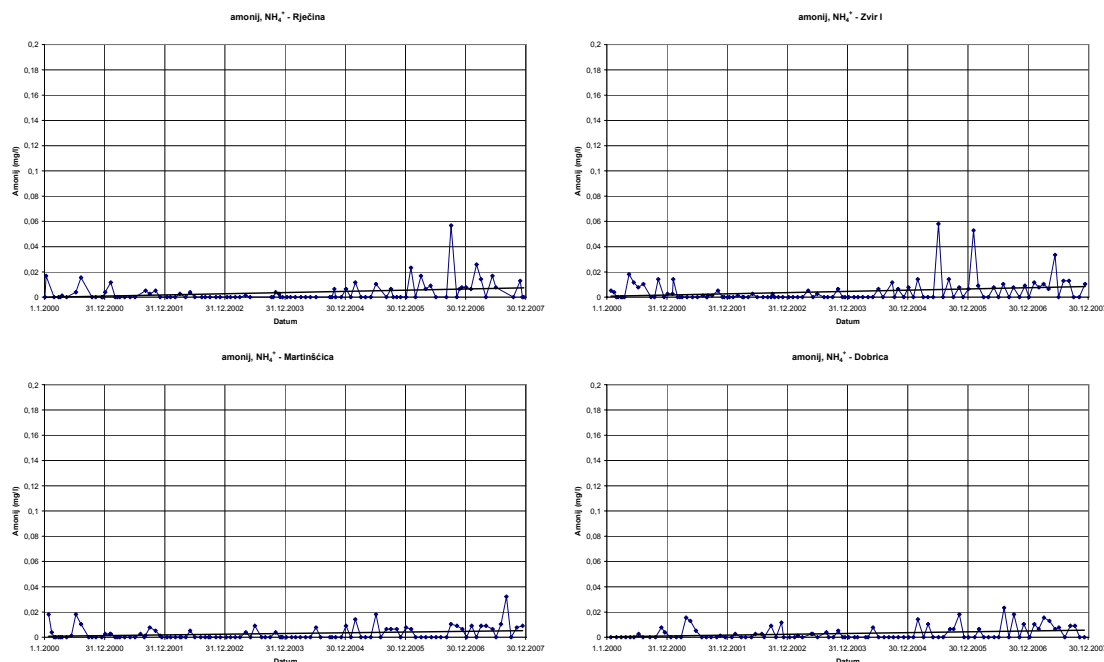
Na svim izvorima uključenim u državnu mrežu monitoringa u CPV Rijeka – Bakar zabilježen je stagnirajući trend koncentracije nitrata u podzemnoj vodi. TV vrijednost za krške podzemne vode iznosi 50 NO<sub>3</sub> mg/l i svi vodni objekti se nalaze daleko ispod te granice.

### Amonij ion

U analizi je srednja vrijednost amonij iona dobivena statističkom analizom manja od minimalne vrijednosti. Razlog tomu je preporuka ODV, koja nalaže da se ukoliko je rezultat analize manji od granice detekcije uzima u statističku obradu polovica vrijednosti granice detekcije. Kod amonij iona granica detekcije je 0,01 mg/l i u analizi za svaki takav podatak unosimo koncentraciju od 0,005 mg/l. Na području CPV Rijeka –

Bakar veliki je broj analiza pokazao rezultate manje od granice detekcije što uzrokuje tako male srednje vrijednosti.

Na izvorima u CPV Rijeka - Bakar koncentracija amonij iona ima blago rastući trend, ali su koncentracije daleko ispod TV vrijednosti.



	Rječina	Zvir I	Martinšćica	Dobrica	CPV Rijeka - Bakar	TV
amonij ion <sub>min</sub> (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l)	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,5
amonij ion <sub>max</sub> (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l)	0,056	0,058	0,032	0,023	0,058	
amonij ion <sub>sr</sub> (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l)	0,006	0,007	0,006	0,006	0,006	

### Pokazatelji određeni Direktivom o podzemnim vodama

Koncentracija **ukupnih pesticida** u podzemnoj vodi CPV Rijeka – Bakar vrlo je niska i uglavnom se kreće oko granice detekcije.

	Rječina	Zvir I	Martinšćica	Dobrica	CPV Rijeka - Bakar	TV
ukupni pesticidi <sub>sr</sub> (µg/l)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,5
ukupni pesticidi <sub>max</sub> (µg/l)	0,001	0,0015	0,001	< 0,001	0,0015	

**Arsen** nije analiziran u sklopu Državne mreže opažanja Hrvatskih voda na vodnim objektima u CPV Rijeka – Bakar.

**Kadmij** je izmjeren u vrlo malim koncentracijama na vodnim objektima u CPV Rijeka – Bakar.

	Rječina	Zvir I	Martinšćica	Dobrica	CPV Rijeka – Bakar	TV
kadmij <sub>min</sub> (µg Cd/l)	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	5
kadmij <sub>max</sub> (µg Cd/l)	< 0,03	< 0,03	< 0,03	0,2	0,2	
kadmij <sub>sr</sub> (µg Cd/l)	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	

Koncentracije **olova** su u CPV Rijeka – Bakar vrlo niske (ispod granica detekcije).

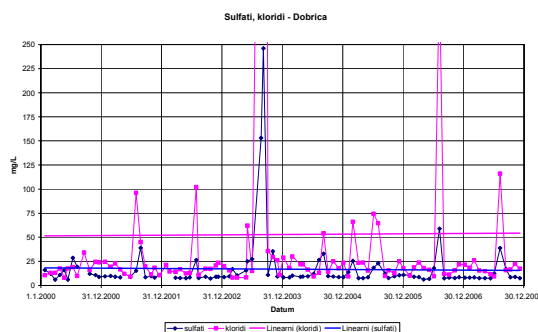
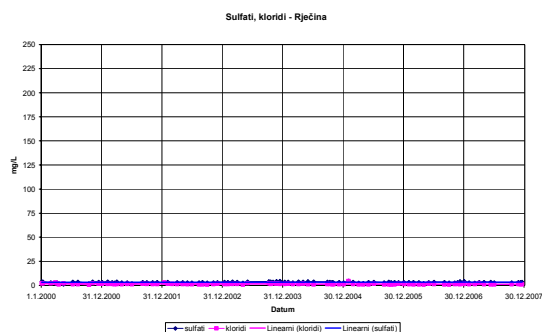
	Rječina	Zvir I	Martinšćica	Dobrica	CPV Rijeka – Bakar	TV
olovo <sub>min</sub> (µg Pb /l)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	10
olovo <sub>max</sub> (µg Pb /l)	1	< 1	< 1	1,1	1,1	
olovo <sub>sr</sub> (µg Pb /l)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	

Živa je na svim uzorcima ispod granice detekcije (0,1 µg Hg /l).

**Kloridi i sulfati** su u CPV Rijeka – Bakar vrlo niskih koncentracija, osim na izvoru Dobrica koji povremeno zaslanjuje tijekom ljetnih sušnih razdoblja zbog smanjenih dotoka iz zaleđa i crpljenja za javnu vodoopskrbu i tada sulfati i kloridi prelaze TV vrijednost.

	Rječina	Zvir I	Martinšćica	Dobrica	CPV Rijeka – Bakar		TV
					bez Dobrice	ukupno	
sulfati <sub>min</sub> (mg/l)	1	1	1	6	1	1	250
sulfati <sub>max</sub> (mg/l)	4,63	6	7,37	246	7,37	246	
sulfati <sub>sr</sub> (mg/l)	3,33	3,84	3,96	16,86	3,71	6,89	

	Rječina	Zvir I	Martinšćica	Dobrica	CPV Južna Istra		TV
					bez Dobrice	ukupno	
kloridi <sub>min</sub> (mg/l)	0,5	1	1,5	8	0,5	0,5	250
kloridi <sub>max</sub> (mg/l)	4,49	5,5	8,44	1.866	8,44	1.866	
kloridi <sub>sr</sub> (mg/l)	1,43	3,24	2,99	52,80	2,60	14,54	



**Trikloretilen i tetrakloretilen** nisu opažani u Državnoj mreži opažanja Hrvatskih voda. TV vrijednost je ukupno za trikloretilen i tetrakloretilen 10 µg/l.

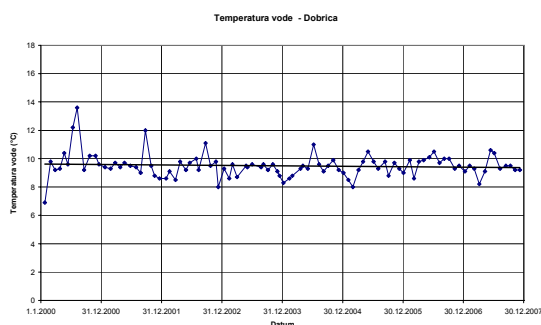
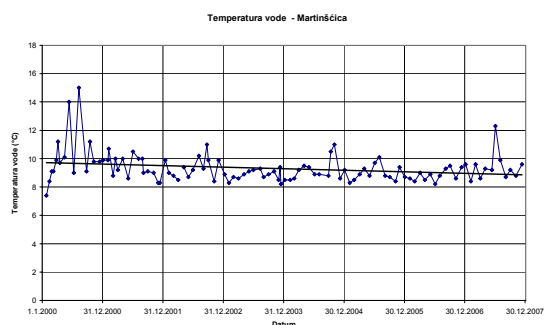
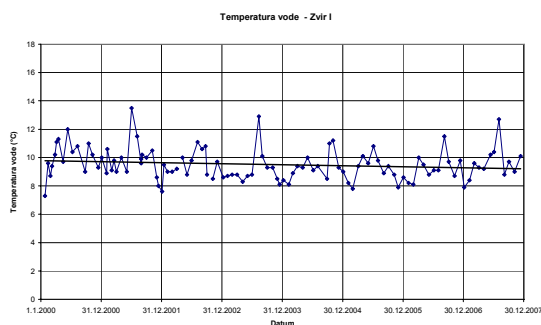
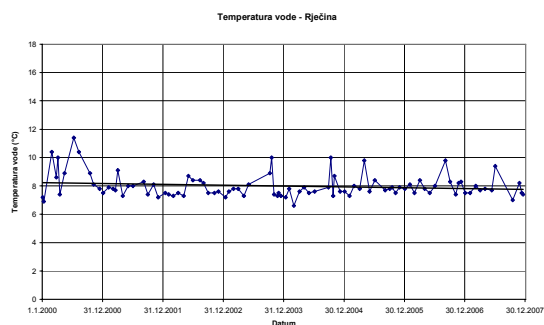
### Ostali pokazatelji

Krivulja sadržaja **slobodnog CO<sub>2</sub>** u podzemnoj vodi pokazuje ustaljene vrlo niske vrijednosti na svim točkama opažanja.

	Rječina	Zvir I	Martinšćica	Dobrica	CPV Rijeka -Bakar
slobodni CO <sub>2</sub> min (mg CO <sub>2</sub> /l)	0	0	1	1	0
slobodni CO <sub>2</sub> max (mg CO <sub>2</sub> /l)	5	10	9	22	22
slobodni CO <sub>2</sub> sr (mg CO <sub>2</sub> /l)	1,65	2,97	3,05	3,72	2,86

**Temperatura vode** na svim izvorima u CPV Rijeka - Bakar je niža od TV vrijednosti (25 °C) i prati srednju godišnju temperaturu zraka na slivnom području. Analiza trenda temperature vode na izvorima pokazuje ustaljenu vrijednost temperature kroz opažano razdoblje.

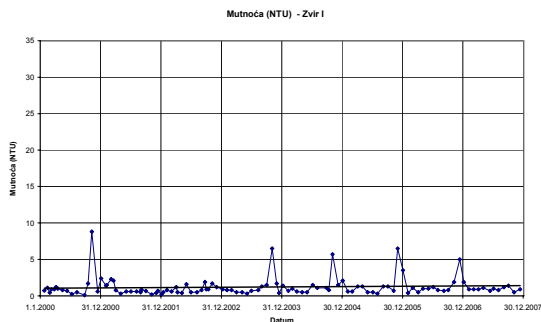
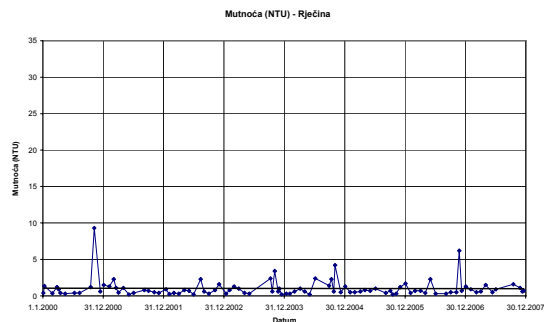
	Rječina	Zvir I	Martinšćica	Dobrica	CPV Rijeka - Bakar	TV
$T_{min}$ (°C)	6,6	7,3	7,4	6,9	6,6	25
$T_{max}$ (°C)	11,4	13,5	15	13,6	15	
$T_{sr}$ (°C)	7,99	9,52	9,32	9,49	9,10	

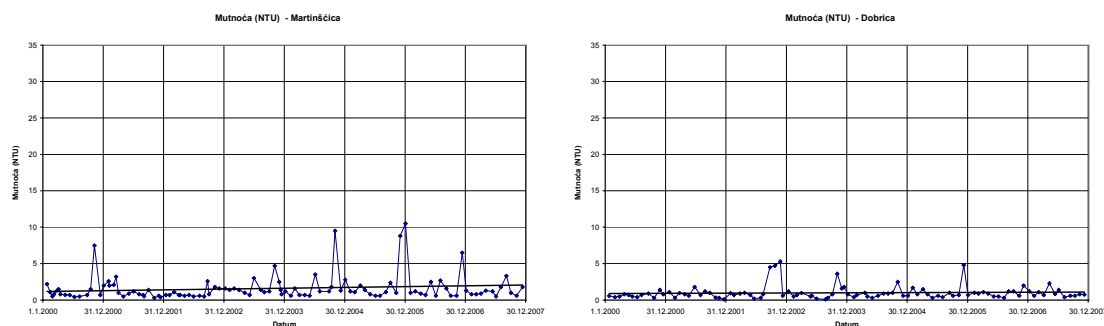


Na izvorima u CPV Rijeka – Bakar koncentracija **ortofosfata** je vrlo niska i ispod TV vrijednosti (0,3 mg/l).

	Rječina	Zvir I	Martinšćica	Dobrica	CPV Rijeka - Bakar	TV
ortofosfati <sub>min</sub> (mg/l)	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,3
ortofosfati <sub>max</sub> (mg/l)	0,013	0,023	0,030	0,018	0,030	
ortofosfati <sub>sr</sub> (mg/l)	< 0,005	0,007	0,013	< 0,005	0,007	

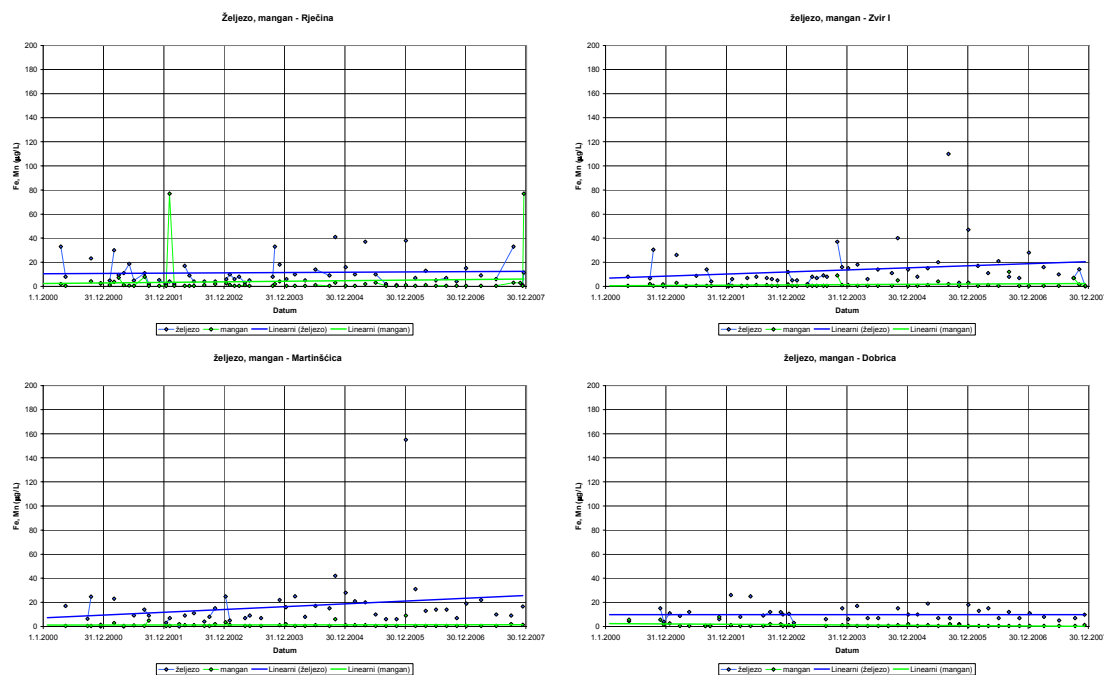
**Mutnoća** je na izvorima u CPV Rijeka – Bakar ispod TV vrijednosti. Tijekom velikih kiša dolazi do zamućenja izvora i tada mutnoća prelazi granične vrijednosti. U opažanom razdoblju 2000.-2007. u analizama državne mreže opažanja Hrvatskih voda od 300 analiza samo 18 prelazi TV vrijednosti, od toga na izvoru Rječine 3, na Zviru 5, Martinšćici 6, a na Dobrici 4. Trajanje takvih pojava maksimalno je dva do tri dana. TV vrijednost iznosi 4 NTU. Na svim izvorima je ustaljena krivulja trenda odim na Martinšćici gdje je zabilježe blagi rast mutnoće.





	Rječina	Zvir I	Martinšćica	Dobrica	CPV Rijeka - Bakar	TV
mutnoća <sub>min</sub> (NTU)	0,2	0,1	0,3	0,1	0,1	4
mutnoća <sub>max</sub> (NTU)	9,3	8,8	10,5	5,3	10,5	
mutnoća <sub>sr</sub> (NTU)	1,0	1,2	1,6	1,0	1,2	
broj > MDK / broj analiza	3 / 95	5 / 109	6 / 107	4 / 97	18 / 408 (4%)	

Najčešći izvori **željeza** i **mangana** u podzemnim vodama su prirodni, npr. nastali otapanjem željezom i manganom bogatih minerala i stijena. Također, pojava se može povezati i s industrijskim otpadnim vodama, nepročišćenim otpadnim vodama naselja, ali i procjeđivanje iz odlagališta otpada može doprinijeti sadržaju mangana i željeza u podzemnoj vodi. U CPV Rijeka – Bakar crpilišta Zvir I i Martinšćica imaju rastući trend koncentracije željeza, a stagnirajući je trend koncentracije željeza na izvoru Rječine i Dobrici. Krivulja trenda za mangan je ustaljena na svim crpilištima. TV vrijednost koncentracije željeza iznosi 200 Fe µg/l i sva crpilišta imaju čak i maksimalne vrijednosti niže od te granične vrijednosti. Dopuštene koncentracije mangana su 50 Mn µg/l i samo je jedan uzorak na izvoru Rječine pokazao više vrijednosti.

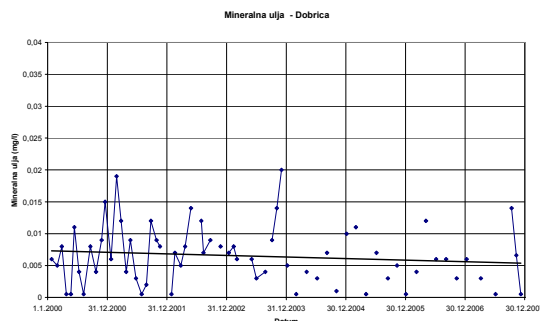
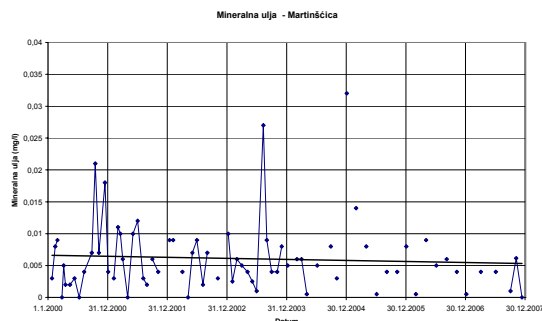
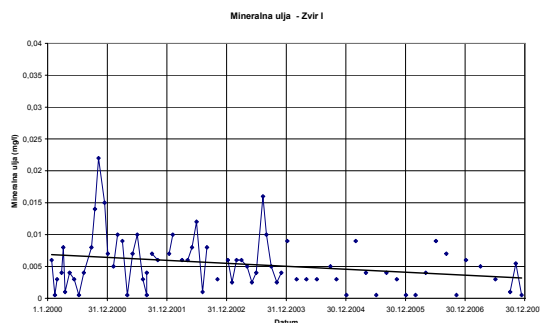
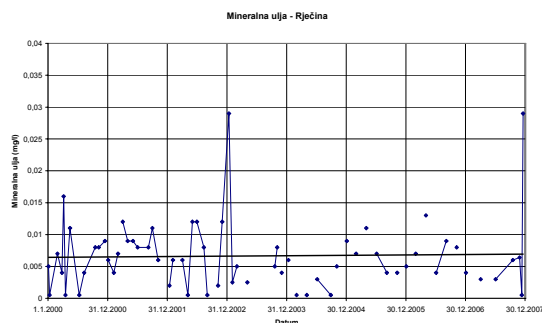


	Rječina	Zvir I	Martinšćica	Dobrica	CPV Rijeka - Bakar	TV
Fe <sub>min</sub> (µg/l)	1	< 1	< 1	< 1	< 1	200
Fe <sub>max</sub> (µg/l)	41	110	155	26	155	
Fe <sub>sr</sub> (µg/l)	11,42	14,12	16,51	9,73	13,02	

	Rječina	Zvir I	Martinšćica	Dobrica	CPV Rijeka - Bakar	TV
Mn <sub>min</sub> (µg/l)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	50
Mn <sub>max</sub> (µg/l)	77	12	9	8	77	
Mn <sub>sr</sub> (µg/l)	2,86	1,48	1,28	1,22	1,76	

TV vrijednost **koncentracije mineralnih ulja** u krškim vodama iznosi 0,02 mg/l. Na svim izvorima u CPV koncentracije mineralnih ulja ponekad prelaze TV vrijednost u vrijeme visokih vodnih valova. Na izvoru Rječine je stagnirajući trend, dok je na ostalim crpilištima trenda padajući.

	Rječina	Zvir I	Martinšćica	Dobrica	CPV Rijeka - Bakar	TV
mineralna ulja <sub>min</sub> (mg/l)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,020
mineralna ulja <sub>max</sub> (mg/l)	0,029	0,022	0,032	0,020	0,032	
mineralna ulja <sub>sr</sub> (mg/l)	0,006	0,005	0,006	0,006	0,006	
broj > MDK / broj analiza	1 / 61	1 / 69	3 / 70	1 / 63	6 / 263 (2 %)	



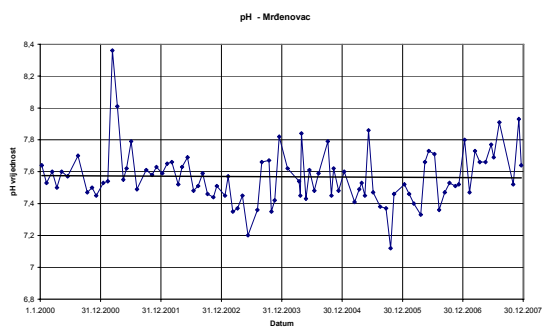
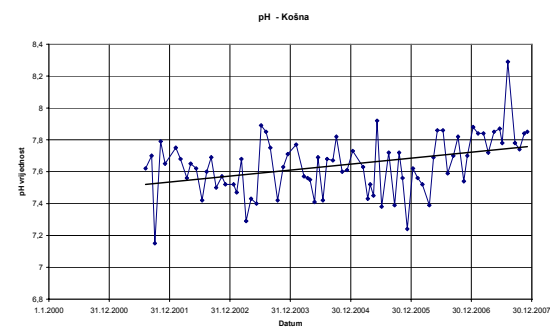
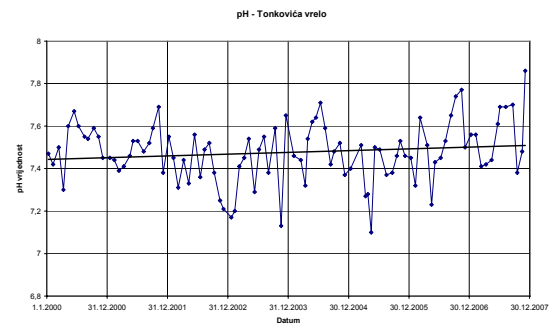
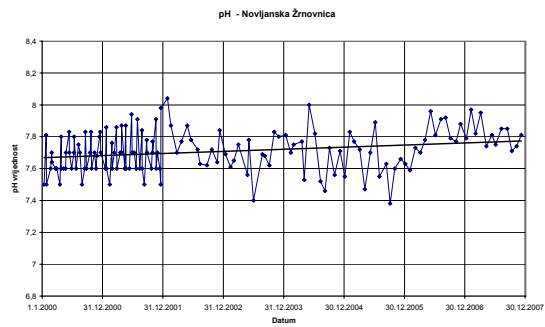
## 5.6. CPV Lika - Gacka

**DOBRO STANJE**

### pH vrijednost

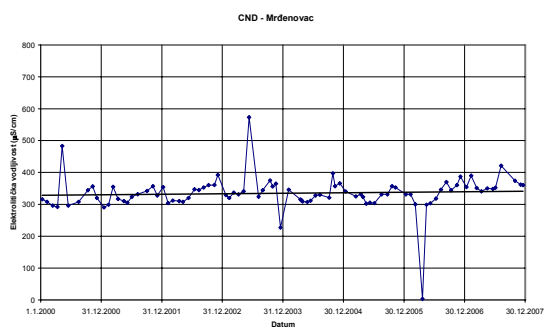
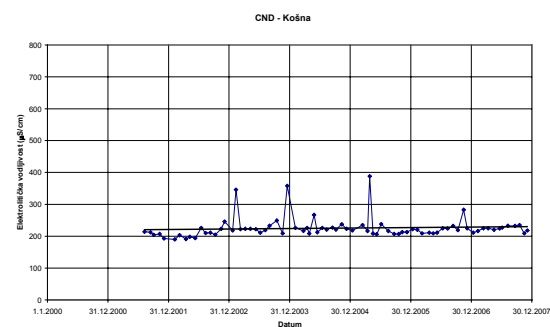
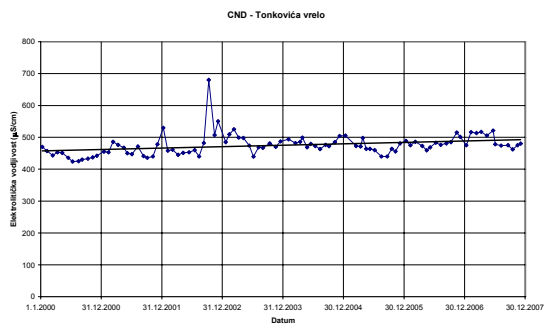
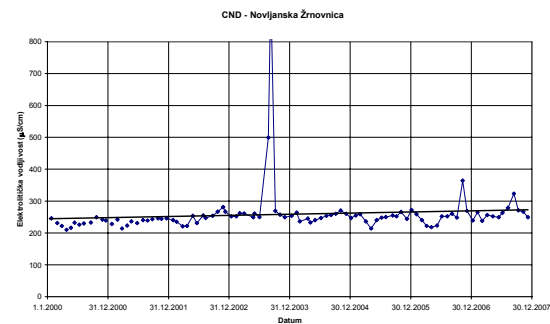
Na analiziranim izvorima unutar CPV Lika - Gacka niti jedna analiza nije pokazala vrijednosti pH izvan TV raspona. Krivulja trenda pokazuje ustaljene vrijednosti na Mrđenovcu, blagi rast na Novljanskoj Žrnovnici i Tonkovića vrelu i izrazit rast na Košna vrelu.





	Novljanska Žrnovnica	Tonkovića vrelo	Košna vrelo	Mrdenovac	CPV Lika - Gacka	TV
pH <sub>min</sub>	7,38	7,10	7,15	7,12	7,10	6,5 – 9,5
pH <sub>max</sub>	8,04	7,86	8,29	8,36	8,36	
pH <sub>Sr</sub>	7,71	7,48	7,64	7,56	7,61	

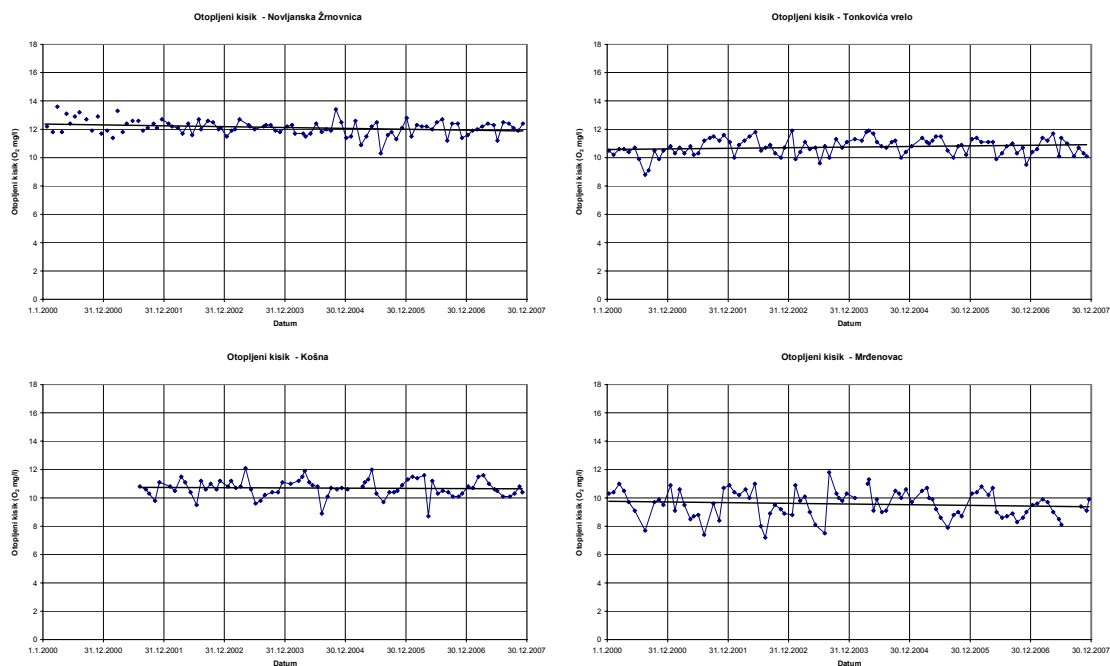
### Električna vodljivost



Zabilježen je ustaljen trend na svim opažanim mjestima, a veličina elektrolitičke vodljivosti daleko je ispod TV vrijednosti. Na izvoru Novljanska Žrnovnica tijekom ljetnih sušnih razdoblja u kombinaciji s prekomjernim crpljenjem povremeno dolazi do blagog povećanja elektrolitičke vodljivosti zbog blizine i utjecaja mora. TV elektrolitičke vodljivosti (CND) u krškim podzemnim vodama iznosi 2500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

	Novljanska Žrnovnica	Tonkovića vrelo	Košna vrelo	Mrdenovac	CPV Lika - Gacka	TV
CND <sub>min</sub> (μS/cm)	210	424	190	227	190	2.500
CND <sub>max</sub> (μS/cm)	958	680	388	573	958	
CND <sub>sr</sub> (μS/cm)	258	475	225	338	329	

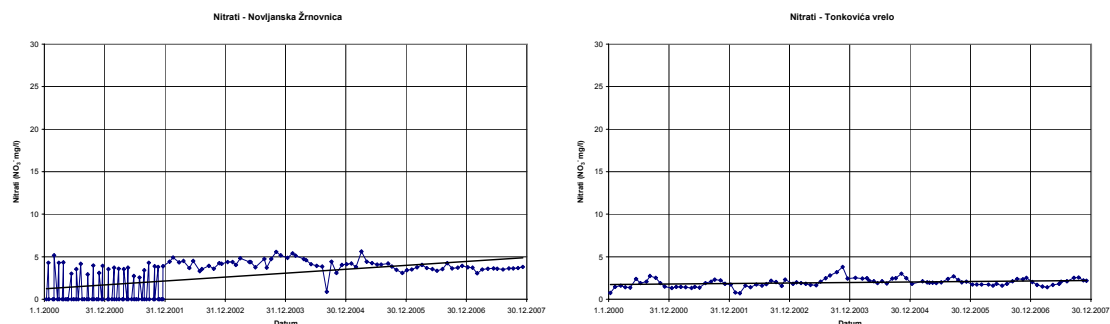
### Otopljeni kisik



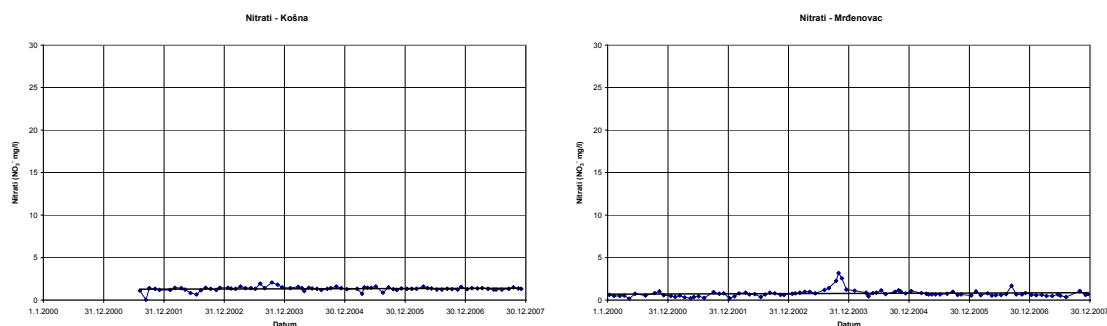
	Novljanska Žrnovnica	Tonkovića vrelo	Košna vrelo	Mrdenovac	CPV Lika – Gacka
otopljeni kisik <sub>min</sub> (mg/l)	10,3	8,8	8,7	7,2	9,8
otopljeni kisik <sub>max</sub> (mg/l)	13,6	11,9	12,1	11,8	14,6
otopljeni kisik <sub>sr</sub> (mg/l)	12,1	10,7	10,7	9,6	10,8

Na području CPV Lika – Gacka prosječne vrijednosti su ustaljene između 9,6 – 12,1 mg/l.

### Nitrati



	Novljanska Žrnovnica	Tonkovića vrelo	Košna vrelo	Mrdenovac	CPV Lika – Gacka	TV
nitriti <sub>min</sub> (mg NO <sub>3</sub> /l)	0	0,71	0,04	0,17	0	50
nitriti <sub>max</sub> (mg NO <sub>3</sub> /l)	5,61	3,80	2,08	3,18	5,61	
nitriti <sub>sr</sub> (mg NO <sub>3</sub> /l)	2,59	1,96	1,33	0,78	1,80	



Na svim izvorima uključenim u državnu mrežu monitoringa u CPV Lika – Gacka zabilježen je stagnirajući trend koncentracije nitrata u podzemnoj vodi osim na crpilištu Novljanska Žrnovnica gdje je zabilježen rast. Iz krivulje koncentracije nitrata na N. Žrnovnici vidljiva je promjena nepostojanja nultih koncentracija nakon kraja 2000. godine što se može tumačiti i promjenom analitičkih metoda. Ako bi isključili iz analize nulte vrijednosti koncentracija nitrata prosječna vrijednost na N. Žrnovnici bi iznosila između 3,5 – 4 mg/l. TV koncentracija iznosi 50 NO<sub>3</sub> mg/l i svi vodni objekti se nalaze daleko ispod te granice.

### Amonij ion

	Novljanska Žrnovnica	Tonkovića vrelo	Košna	Mrdenovac	CPV Lika – Gacka	TV
amonij ion <sub>min</sub> (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l)	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,5
amonij ion <sub>max</sub> (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l)	0,032	0,046	0,019	0,046	0,046	
amonij ion <sub>sr</sub> (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l)	0,006	0,006	0,005	0,006	0,006	

Na području CPV Lika – Gacka veliki je broj analiza pokazao rezultate manje od granice detekcije što uzrokuje tako male srednje vrijednosti. TV vrijednost iznosi 0,50 NH<sub>4</sub> mg/l. Na izvorima u CPV Lika – Gacka koncentracije amonij iona su daleko ispod TV vrijednosti, a trendovi koncentracija su ustaljeni na razini prosječne vrijednosti.

### Pokazatelji određeni Direktivom o podzemnim vodama

Koncentracija **ukupnih pesticida** u podzemnoj vodi CPV Lika – Gacka vrlo je niska i uglavnom se kreće oko granice detekcije. TV je 0,5 µg/l.

	N. Žrnovnica	Tonkovića vrelo	Košna	Mrdenovac	CPV Lika – Gacka	TV
ukupni pesticidi <sub>sr</sub> (µg/l)	< 0,001	< 0,001	nisu opažani	< 0,001	< 0,001	0,5
ukupni pesticidi <sub>max</sub> (µg/l)	< 0,001	0,0021	nisu opažani	0,0053	0,0053	

**Arsen** nije analiziran u sklopu Državne mreže opažanja Hrvatskih voda na vodnim objektima u CPV Lika – Gacka.

**Kadmij** je ispod granice detekcije na vodnim objektima u CPV Lika – Gacka.

	N. Žrnovnica	Tonkovića vrelo	Košna	Mrdenovac	CPV Lika – Gacka	TV
kadmij <sub>min</sub> (µg Cd/l)	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	5
kadmij <sub>max</sub> (µg Cd/l)	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	
kadmij <sub>sr</sub> (µg Cd/l)	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	

Koncentracije **olova** su u CPV Lika – Gacka vrlo niske (ispod granica detekcije).

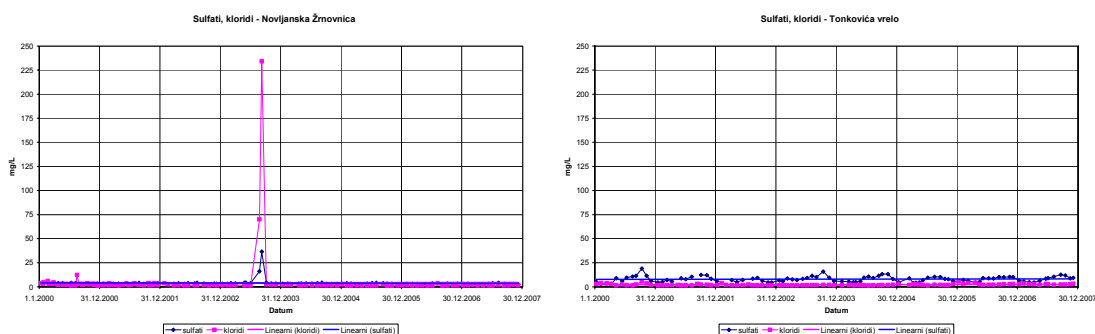
	N. Žrnovnica	Tonkovića vrelo	Košna	Mrdenovac	CPV Lika – Gacka	TV
olovo <sub>min</sub> (µg Pb/l)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	10
olovo <sub>max</sub> (µg Pb/l)	1,4	< 1	< 1	1,1	1,4	
olovo <sub>sr</sub> (µg Pb/l)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	

Živa je na svim uzorcima ispod granice detekcije (0,1 µg Hg /l).

Kloridi i sulfati su u CPV Lika – Gacka vrlo niskih koncentracija, osim na izvoru Novljanska Žrnovnica koji povremeno zaslanjuje tijekom ljetnih sušnih razdoblja zbog smanjenih dotoka iz zaleđa i crpljenja za javnu vodoopskrbu. Tijekom razdoblja opažanja zabilježene su maksimalne koncentracije klorida vrlo blizu TV na N. Žrnovnici, ali niti jedan uzorak nije prelazio graničnu vrijednost.

	N. Žrnovnica	Tonkovića vrelo	Košna	Mrdenovac	CPV Lika – Gacka	TV
sulfati <sub>min</sub> (mg/l)	2	3	1,79	1	1	250
sulfati <sub>max</sub> (mg/l)	36,6	19	4,79	5	36,6	
sulfati <sub>sr</sub> (mg/l)	3,85	7,99	3,53	2,40	4,53	

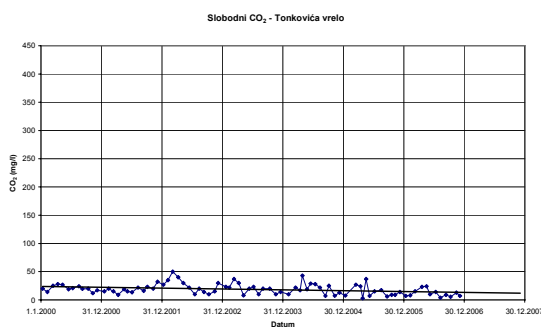
	N. Žrnovnica	Tonkovića vrelo	Košna	Mrdenovac	CPV Lika – Gacka	TV
kloridi <sub>min</sub> (mg/l)	1	1,32	1	0,68	0,68	250
kloridi <sub>max</sub> (mg/l)	234	5,56	2,28	4	234	
kloridi <sub>sr</sub> (mg/l)	4,29	2,27	1,50	1,40	2,64	



Trikloretilen i tetrakloretilen nisu opažani u Državnoj mreži opažanja Hrvatskih voda. TV vrijednost je ukupno za trikloretilen i tetrakloretilen 10 µg/l.

### Ostali pokazatelji

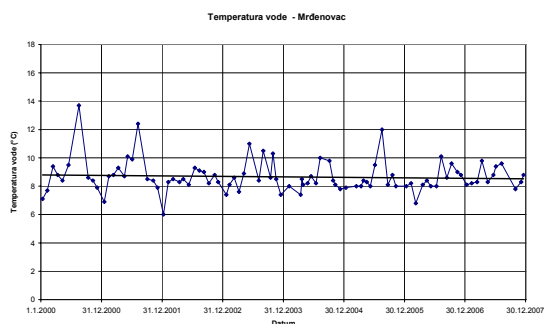
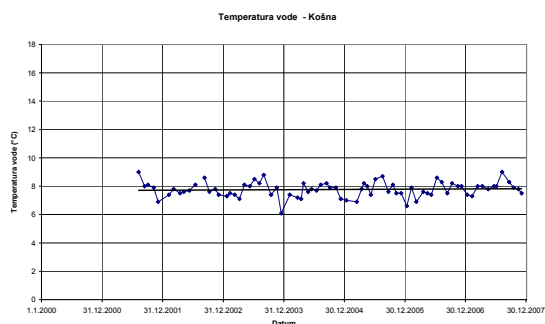
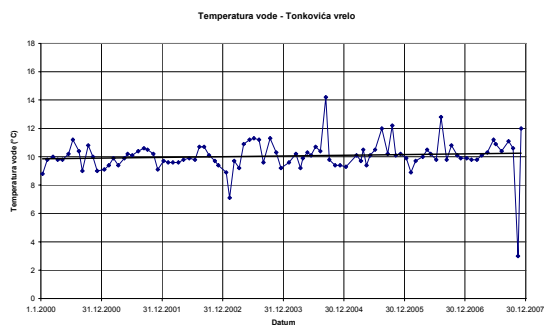
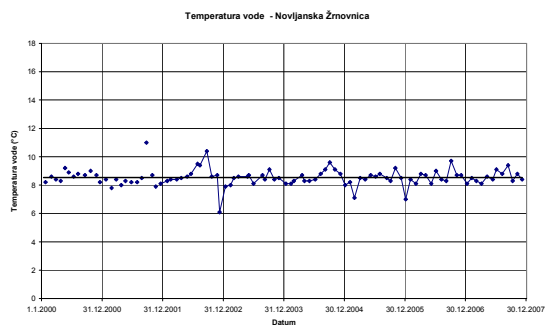
Krivulja sadržaja slobodnog CO<sub>2</sub> u podzemnoj vodi pokazuje ustaljene vrlo niske koncentracije na izvorima Novljanska Žrnovnica, Košna i Mrdenovac, dok je na Tonkovića vrele nešto viša koncentracija, ali je padajući trend.



	Novljanska Žrnovnica	Tonkovića vrelo	Košna	Mrdenovac	CPV Lika – Gacka
slobodni CO <sub>2</sub> min (mg CO <sub>2</sub> /l)	0	3	0,5	1	0
slobodni CO <sub>2</sub> max (mg CO <sub>2</sub> /l)	11	50	10	28	50
slobodni CO <sub>2</sub> sr (mg CO <sub>2</sub> /l)	3,11	18,62	2,92	6,68	8,2

Temperatura vode na svim izvorima u CPV Lika – Gacka je ispod TV vrijednosti (25 °C) i prati srednju godišnju temperaturu zraka na slivnom području. Analiza trenda temperature vode na izvorima pokazuje ustaljenu vrijednost temperature kroz opažano razdoblje.

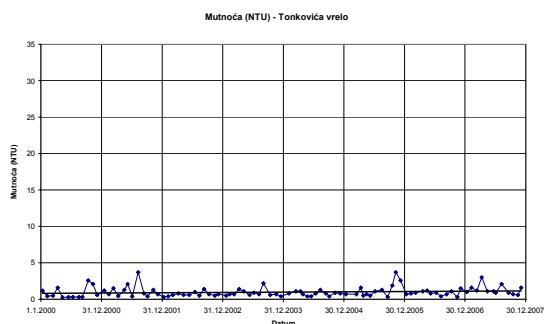
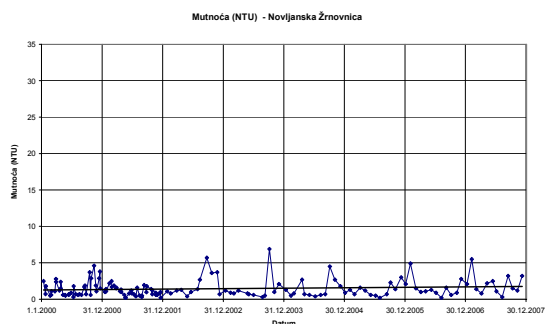
	N. Žrnovnica	Tonkovića vrelo	Košna	Mrđenovac	CPV Lika – Gacka	TV
$T_{\min}$ (°C)	6,1	3,0	6,1	6	3,0	25
$T_{\max}$ (°C)	11,0	14,2	9,0	13,7	14,2	
$T_{sr}$ (°C)	8,53	10,05	7,77	8,65	8,81	

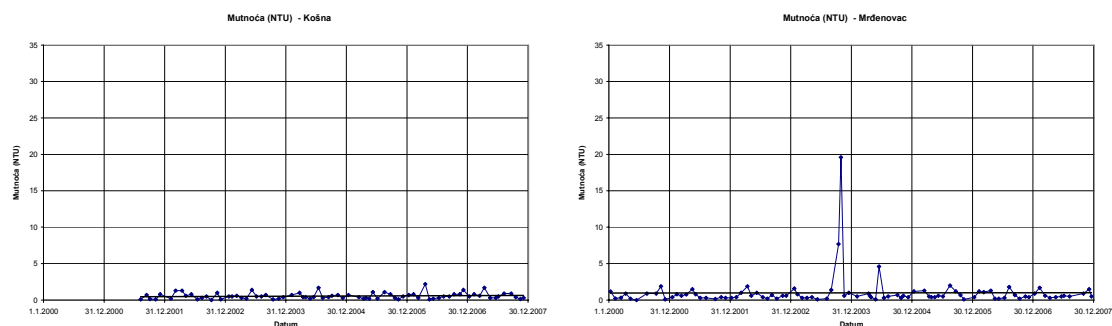


Na izvorima u CPV Rijeka – Bakar koncentracija **ortofosfata** je vrlo niska i ispod TV vrijednosti (0,3 mg/l).

	N. Žrnovnica	Tonkovića vrelo	Košna	Mrđenovac	CPV Lika – Gacka	TV
ortofosfati <sub>min</sub> (mg/l)	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,3
ortofosfati <sub>max</sub> (mg/l)	0,017	0,012	0,017	0,013	0,017	
ortofosfati <sub>sr</sub> (mg/l)	< 0,005	< 0,005	0,005	< 0,005	< 0,005	

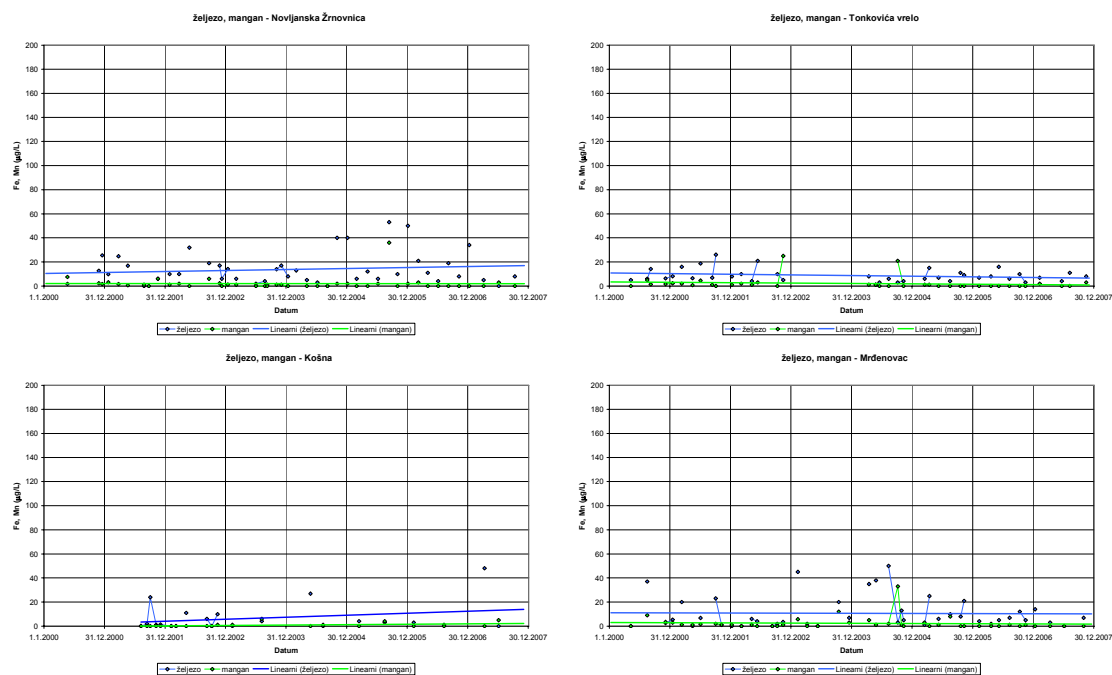
**Mutnoća** je na izvorima u CPV Lika – Gacka ispod vrijednosti TV ako promatramo srednje vrijednosti. No, tijekom velikih kiša dolazi do замуćenja izvora i tada mutnoća prelazi TV vrijednosti. Trajanje takvih pojava maksimalno je dva do tri dana nakon čega se smanjuje na vrlo niske vrijednosti. TV vrijednost iznosi 4 NTU. Na svim izvorima je ustaljena krivulja trenda.





	N. Žrnovnica	Tonkovića vrelo	Košna	Mrdenovac	CPV Lika – Gacka	TV
mutnoća <sub>min</sub> (NTU)	0,2	0,25	0,0	0,0	0,0	4
mutnoća <sub>max</sub> (NTU)	6,9	3,7	2,2	19,6	19,6	
mutnoća <sub>sr</sub> (NTU)	1,45	0,98	0,56	0,99	1,07	
broj > MDK / broj analiza	6 / 144 (4%)	0 / 96	0 / 76	3 / 96 (3%)	9 / 412 (2%)	

Najčešći izvori **željeza** i **mangana** u podzemnim vodama su prirodni, npr. nastali otapanjem željezom i manganom bogatih minerala i stijena, ali se pojava može povezati i s industrijskim otpadnim vodama, nepročišćenim otpadnim vodama naselja. I procjeđivanje iz odlagališta otpada može doprinijeti sadržaju mangana i željeza u podzemnoj vodi. U CPV Lika – Gacka crpilišta Novljanska Žrnovnica i Košna imaju rastući trend koncentracije željeza, a stagnirajući je trend koncentracije željeza na Tonkovića vrelo i Mrdenovcu. Krivulja trenda za mangan je ustaljena na svim crpilištima. TV vrijednost koncentracije željeza iznosi 200 Fe µg/l, a mangana 50 Mn µg/l i sva crpilišta imaju čak i maksimalne vrijednosti niže od TV.

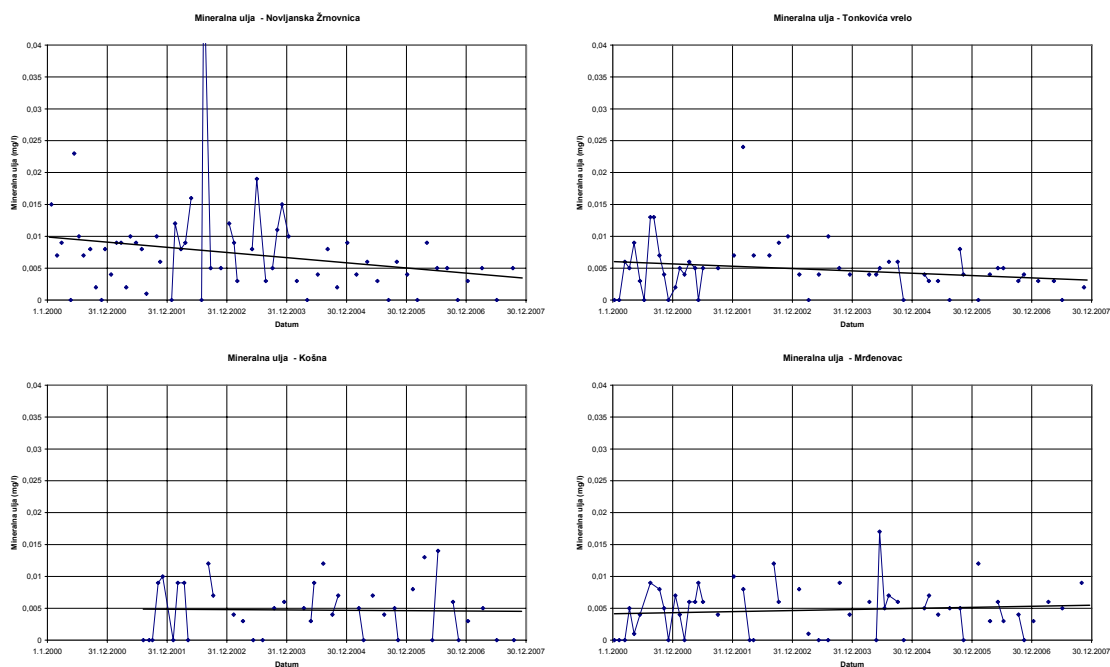


	N. Žrnovnica	Tonkovića vrelo	Košna	Mrdenovac	CPV Lika – Gacka	TV
Fe <sub>min</sub> (µg/l)	< 1	1	< 1	< 1	< 1	200
Fe <sub>max</sub> (µg/l)	53	26	48	50	53	
Fe <sub>sr</sub> (µg/l)	13,8	8,66	7,09	10,76	10,60	

	N. Žrnovnica	Tonkovića vrelo	Košna	Mrdenovac	CPV Lika – Gacka	TV
Mn <sub>min</sub> (µg/l)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	50
Mn <sub>max</sub> (µg/l)	36	25	6	33	36	
Mn <sub>sr</sub> (µg/l)	2,31	2,35	1,2	2,59	2,24	

TV vrijednost **koncentracije mineralnih ulja** u krškim podzemnim vodama iznosi 0,02 mg/l. Na Novljanskoj Žrnovnici i Tonkovića vrelo koncentracije mineralnih ulja ponekad prelaze TV vrijednost u vrijeme visokih vodnih valova, dok su na Košni i Mrdenovcu koncentracije uvijek niže od graničnih vrijednosti. Na Novljanskoj Žrnovnici i Tonkovića vrelo je padajući trend dok je na preostala dva izvora uglavnom ustaljen.

	N. Žrnovnica	Tonkovića vrelo	Košna	Mrdenovac	CPV Lika – Gacka	TV
mineralna ulja <sub>min</sub> (mg/l)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,020
mineralna ulja <sub>max</sub> (mg/l)	0,053	0,024	0,014	0,017	0,053	
mineralna ulja <sub>sr</sub> (mg/l)	0,007	0,005	0,005	0,005	0,005	
broj > MDK / broj analiza	2 / 61 (3%)	1 / 53 (1,8%)	0 / 39	0 / 53	3 / 206 (1,5 %)	

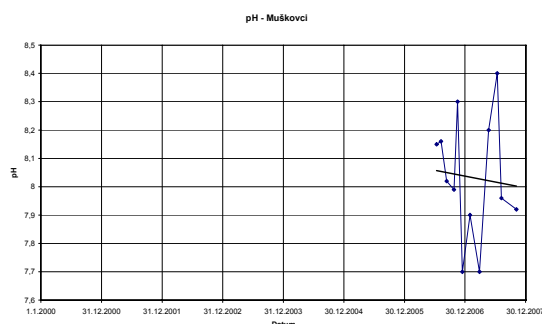
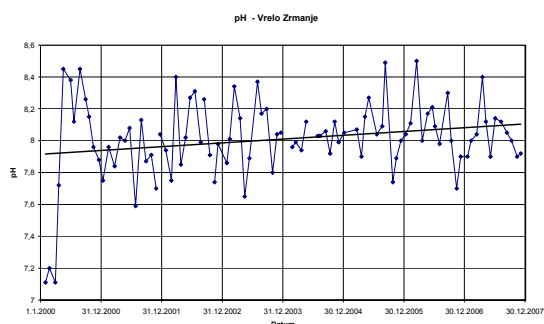


## 5.7. CPV Zrmanja

**DOBRO STANJE**

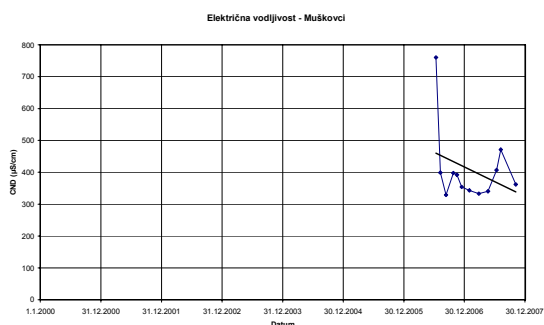
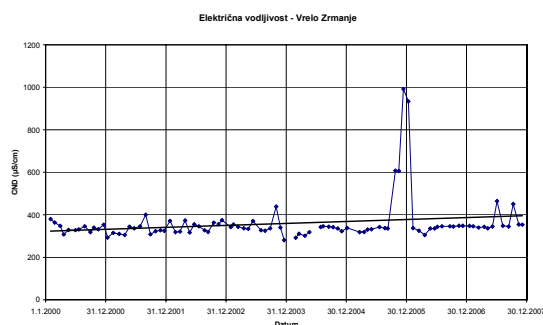
### pH vrijednost

Na analiziranim izvorima unutar CPV Zrmanja niti jedna analiza nije pokazala vrijednosti pH izvan graničnih raspona. Krivulja trenda pokazuje rast na Vrelu Zrmanje, ali ukoliko se mjerenja prva tri mjeseca 2000. godine koja jako odstupaju od prosjeka dobivamo ustaljenu krivulju trenda pH. Na Muškovcima trend pokazuje sniženje, ali je izvorište Muškovci uključeno u državnu mrežu tek polovicom 2006. godine, odnosno obrada je učinjena na temelju 12 analiza.



	Vrelo Zrmanje	Muškovci	CPV Zrmanja	TV
pH <sub>min</sub>	7,11	7,70	7,11	6,5 – 9,5
pH <sub>max</sub>	8,50	8,40	8,50	
pH <sub>sr</sub>	8,01	8,03	8,01	

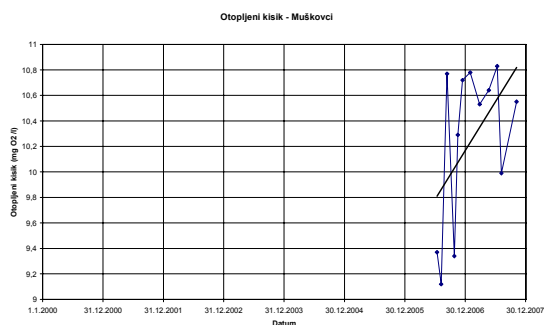
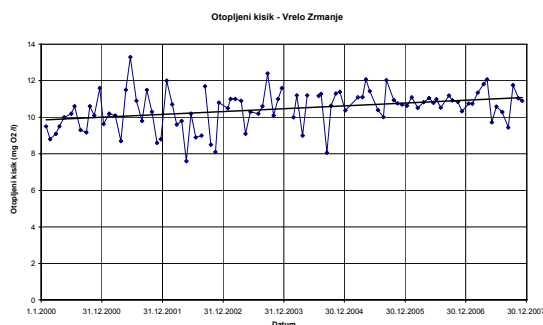
### Električna vodljivost



	Vrelo Zrmanje	Muškovci	CPV Zrmanja	TV
CND <sub>min</sub> (µS/cm)	281	329	281	2.500
CND <sub>max</sub> (µS/cm)	992	760	992	
CND <sub>sr</sub> (µS/cm)	359	407	365	

Na Vrelo Zrmanje zabilježen je blagi porast trenda električne vodljivosti zbog rezultata mjerenja listopad 2005. – siječanj 2006. godine kada su izmjerene i duplo veće vrijednosti. Nakon tog razdoblja vrijednosti CND-a se kreću ustaljeno kao i prije toga razdoblja. Na izvoru Muškovci premalo je mjerenja da bi se kvalitetno moglo ustvrditi kretanje krivulje trenda. Temeljem 12 mjerenja krivulja trenda je u padu. TV vrijednost elektrolitičke vodljivosti (CND) iznosi 2500 µS/cm.

### Otopljeni kisik

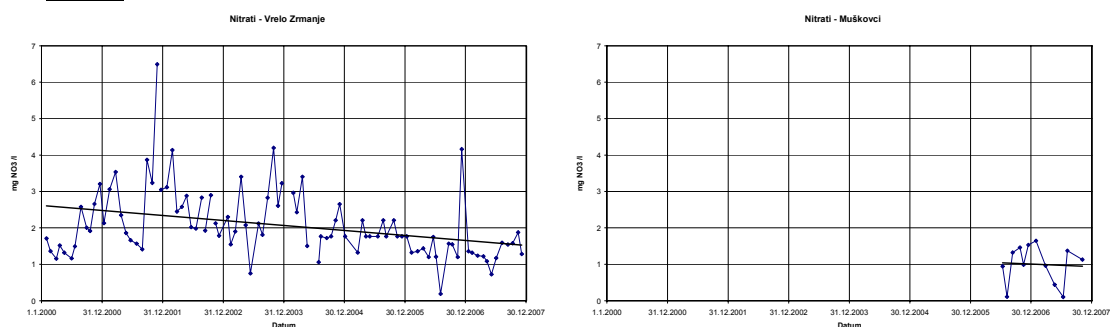




	Vrelo Zrmanje	Muškovci	CPV Zrmanja
otopljeni kisik <sub>min</sub> (mg/l)	7,6	9,1	7,6
otopljeni kisik <sub>max</sub> (mg/l)	13,3	10,8	13,3
otopljeni kisik <sub>sr</sub> (mg/l)	10,5	10,2	10,4

Prema Uredbi o klasifikaciji voda za I. klasu voda propisana je koncentracija otopljenog kisika veća od 7 mg/l. Smanjenje koncentracije otopljenog kisika je jedan od pokazatelja onečišćenja podzemnih voda, a na području CPV Zrmanja prosječne vrijednosti su > 10 mg/l.

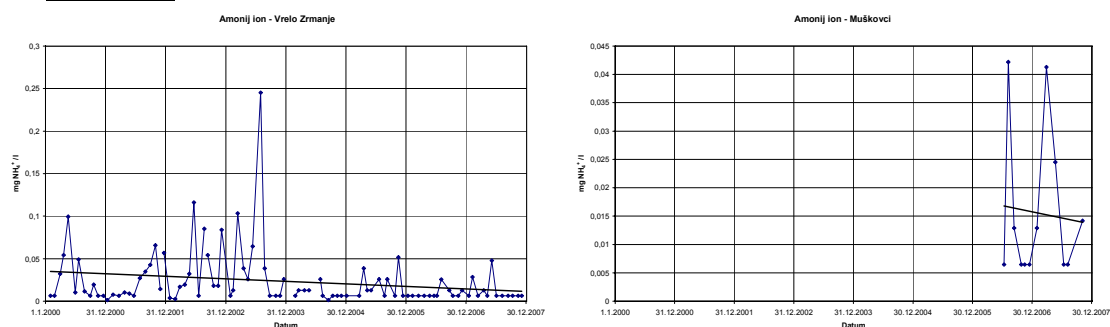
### Nitrati



	Vrelo Zrmanje	Muškovci	CPV Zrmanja	TV
nitrat <sub>i</sub> min (mg NO <sub>3</sub> /l)	0,19	0,11	0,11	50
nitrat <sub>i</sub> max (mg NO <sub>3</sub> /l)	6,49	1,65	6,49	
nitrat <sub>i</sub> sr (mg NO <sub>3</sub> /l)	2,07	1,00	1,95	

Na Vrelo Zrmanje zabilježen je trend sniženja koncentracije nitrata u podzemnoj vodi, a na Muškovcima je trend stagnirajući. TV za krške podzemne vode iznosi 50 NO<sub>3</sub> mg/l i svi vodni objekti se nalaze daleko ispod te granice.

### Amonij ion



	Vrelo Zrmanje	Muškovci	CPV Zrmanja	TV
amonij ion <sub>min</sub> (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l)	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,5
amonij ion <sub>max</sub> (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l)	0,245	0,042	0,245	
amonij ion <sub>sr</sub> (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l)	0,023	0,016	0,022	

TV vrijednost amonij iona iznosi 0,50 NH<sub>4</sub> mg/l. Na izvorima u CPV Zrmanja koncentracije amonij iona su u maksimalnim vrijednostima na razini 50% TV vrijednosti, a trendovi koncentracija su padajući.

### Pokazatelji određeni Direktivom o podzemnim vodama

Analize koncentracija **ukupnih pesticida** u podzemnoj vodi nisu rađene na izvorištima na području CPV Zrmanja.

**Arsen** nije analiziran u sklopu Državne mreže opažanja Hrvatskih voda na vodnim objektima u CPV Zrmanja.

**Kadmij** nije analiziran u sklopu Državne mreže opažanja Hrvatskih voda na vodnim objektima u CPV Zrmanja.

**Olovo** nije analizirano u sklopu Državne mreže opažanja Hrvatskih voda na vodnim objektima u CPV Zrmanja.

**Živa** nije analizirana u sklopu Državne mreže opažanja Hrvatskih voda na vodnim objektima u CPV Zrmanja.

**Kloridi i sulfati** su u CPV Zrmanja niskih koncentracija. Nešto su više koncentracije sulfata i klorida na Muškovcima nego na Vrelo Zrmanje, ali su sve analize daleko ispod TV.

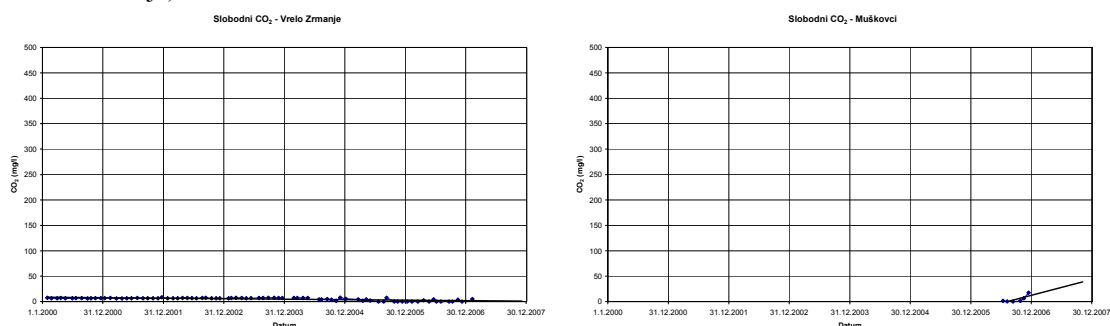
	Vrelo Zrmanje	Muškovci	CPV Zrmanja	TV
sulfati <sub>min</sub> (mg/l)	1,5	1,48	1,48	250
sulfati <sub>max</sub> (mg/l)	39	79	79	
sulfati <sub>sr</sub> (mg/l)	11,15	17,47	11,82	

	Vrelo Zrmanje	Muškovci	CPV Zrmanja	TV
kloridi <sub>min</sub> (mg/l)	2	2	2	250
kloridi <sub>max</sub> (mg/l)	16	46,51	46,51	
kloridi <sub>sr</sub> (mg/l)	6,89	10,21	7,27	

**Trikloretilen i tetrakloretilen** nisu opažani u Državnoj mreži opažanja Hrvatskih voda. TV vrijednost je ukupno za triklorotilen i tetrakloretilen 10 µg/l.

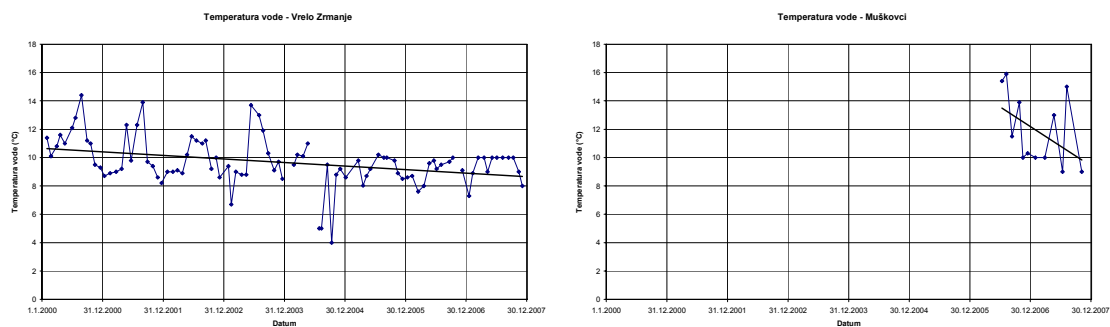
### Ostali pokazatelji

Krivulja sadržaja **slobodnog CO<sub>2</sub>** u podzemnoj vodi pokazuje ustaljene vrlo niske koncentracije na oba izvora. Na Muškovcima je rastići trend, ali je to rezultat vrlo malog broja analiza i nešto veće vrijednosti zadnje analize. U CPV prema rezultatima koncentracije slobodnog CO<sub>2</sub> nema povećanog otapanja vapnenačkih stijena (procesa okršavanja).



	Vrelo Zrmanje	Muškovci	CPV Zrmanja
slobodni CO <sub>2</sub> min (mg CO <sub>2</sub> /l)	< 0,5	< 0,5	< 0,5
slobodni CO <sub>2</sub> max (mg CO <sub>2</sub> /l)	8,4	17,6	17,6
slobodni CO <sub>2</sub> sr (mg CO <sub>2</sub> /l)	5,22	4,64	5,18

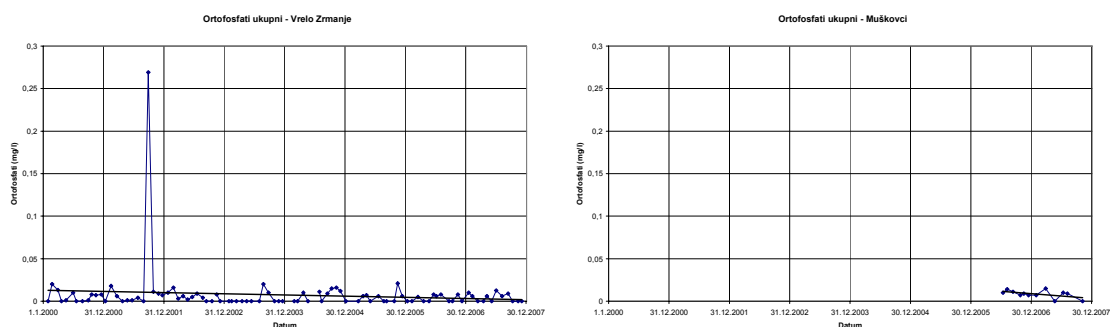
**Temperatura vode** na svim izvorima u CPV Zrmanja je ispod TV vrijednosti (25 °C) i prati srednju godišnju temperaturu zraka na slivnom području. Krivulja trenda temperature vode na oba izvorišta pokazuje trend sniženja.



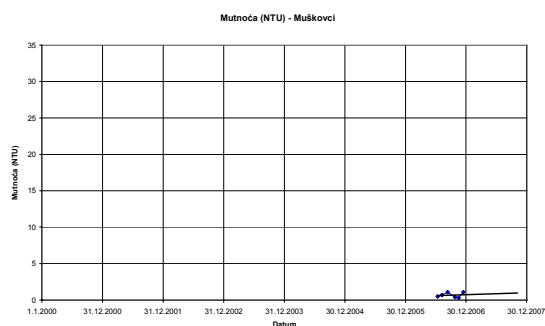
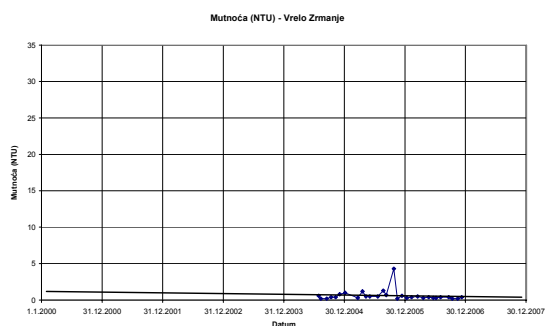
	Vrelo Zrmanje	Muškovci	CPV Zrmanja	TV
T <sub>min</sub> (°C)	4,0	9,0	4,0	25
T <sub>max</sub> (°C)	14,4	15,9	15,9	
T <sub>sr</sub> (°C)	9,6	11,9	9,9	

Na izvorima u CPV Zrmanja koncentracija **ortofosfata** je vrlo niska i ispod TV vrijednosti (0,3 mg/l). Samo je jedan uzorak na Vrelu Zrmanje imao koncentraciju 0,269 mg/l što je blizu TV vrijednosti.

	Vrelo Zrmanje	Muškovci	CPV Zrmanja	TV
ortofosfati <sub>min</sub> (mg/l)	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,3
ortofosfati <sub>max</sub> (mg/l)	0,269	0,015	0,269	
ortofosfati <sub>sr</sub> (mg/l)	0,009	0,008	0,009	

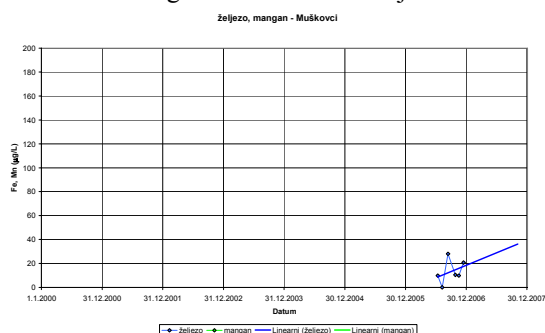
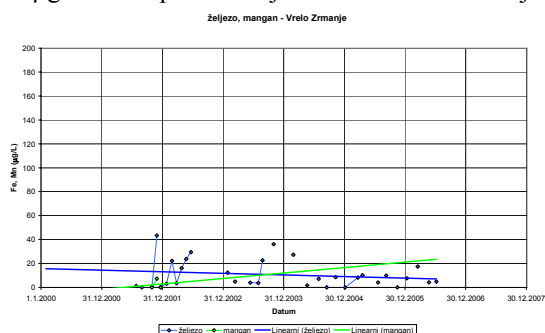


**Mutnoća** je na izvorima u CPV Zrmanja ispod TV vrijednosti ako promatramo srednje vrijednosti. No, tijekom velikih kiša dolazi do zamućenja izvora i tada mutnoća prelazi te granične vrijednosti što je zabilježeno na jednom uzorku na Vrelu Zrmanje. Trajanje takvih pojava maksimalno je dva do tri dana. Na oba izvora je ustaljena krivulja trenda. TV vrijednost iznosi 4 NTU.



	Vrelo Zрманje	Muškovci	CPV Zрманje	TV
mutnoća <sub>min</sub> (NTU)	0,2	0,3	0,2	4
mutnoća <sub>max</sub> (NTU)	4,3	1,1	4,3	
mutnoća <sub>sr</sub> (NTU)	0,61	0,68	0,63	
broj > MDK / broj analiza	1 / 29 (3,4%)	0 / 6	1 / 35 (2,8%)	

U CPV Zрманja **koncentracije željeza i mangana** su vrlo niske. Koncentracije željeza su prosječno oko 15 puta niže od TV vrijednosti, a analize mangana rađene su svega nekoliko puta i to na Vrelo Zрманje gdje su vrijednosti bile i do 2,5 puta niže od TV. Granične koncentracije (TV) željeza iznosi 200 Fe µg/l, a mangana 50 Mn µg/l i sva crpilišta imaju čak i maksimalne vrijednosti niže od tih graničnih koncentracija.



	Vrelo Zрманja	Muškovci	CPV Zрманja	TV
Fe <sub>min</sub> (µg/l)	< 1	< 1	< 1	200
Fe <sub>max</sub> (µg/l)	73,8	28,08	73,8	
Fe <sub>sr</sub> (µg/l)	12,71	13,26	12,78	

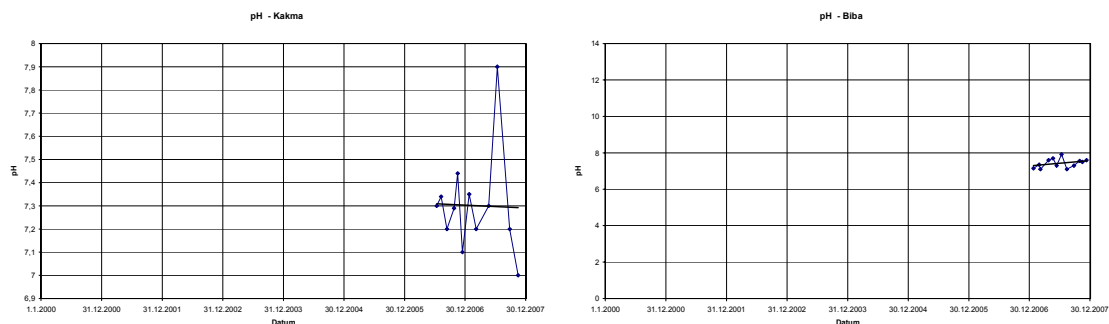
	Vrelo Zрманja	Muškovci	CPV Zрманja	TV
Mn <sub>min</sub> (µg/l)	< 1		< 1	50
Mn <sub>max</sub> (µg/l)	7,25		7,25	
Mn <sub>sr</sub> (µg/l)	2,43		2,43	

Analize **koncentracija mineralnih ulja** u vodi nisu rađene na izvorištima Vrelo Zрманje i Muškovci.

## 5.8. CPV Ravni kotari

**LOŠE STANJE**

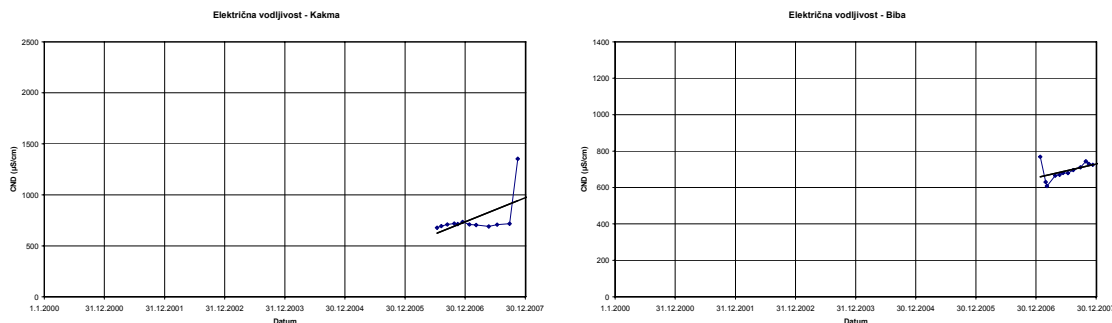
### pH vrijednost



Maksimalno dozvoljeni raspon TV vrijednosti pH iznosi od 6,5 do 9,5. Na crpilištima niti jedna analiza nije pokazala vrijednosti pH izvan propisanih raspona. Krivulje trenda su ustaljene. Kakma je uključena u državnu mrežu tek polovicom 2005. godine, odnosno obrada je učinjena na temelju 12 analiza (opažanje svaka dva mjeseca), a na Bibi je uzorkovanje započelo u siječnju 2007. godine u mjesečnim intervalima.

	Kakma	Biba	CPV Ravni kotari	TV
pH <sub>min</sub>	7,0	7,1	7,0	6,5 – 9,5
pH <sub>max</sub>	7,9	7,9	7,9	
pH <sub>sr</sub>	7,3	7,4	7,4	

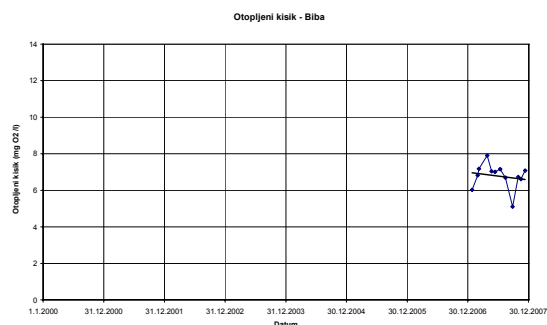
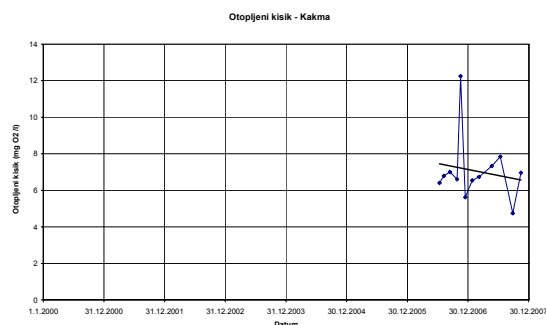
### Električna vodljivost



	Kakma	Biba	CPV Ravni kotari	TV
CND <sub>min</sub> (µS/cm)	678	608	678	2.500
CND <sub>max</sub> (µS/cm)	1.354	769	1.354	
CND <sub>sr</sub> (µS/cm)	761	692	726	

Na crpilištima Kakma i Biba premalo je mjerenja da bi se kvalitetno moglo ustvrditi kretanje krivulje trenda. Temeljem 12 mjerenja krivulje trenda su u rastu. Maksimalno dozvoljena vrijednost (TV) elektrolitičke vodljivosti (CND) iznosi 2500 µS/cm.

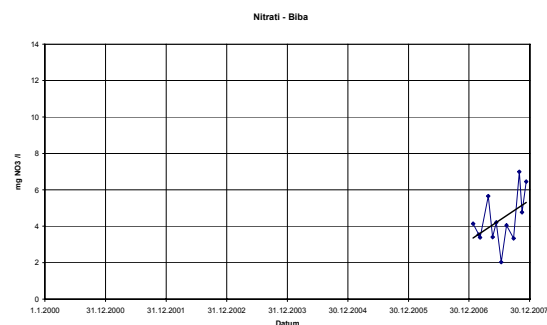
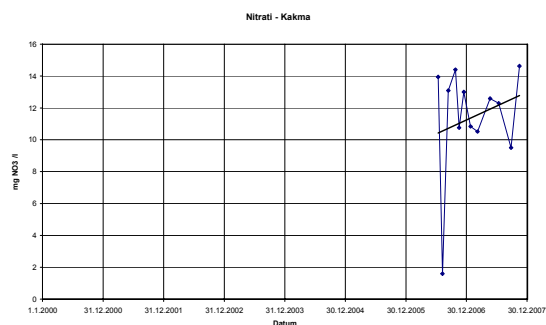
### Otopljeni kisik



	Kakma	Biba	CPV Ravni kotari
otopljeni kisik <sub>min</sub> (mg/l)	4,75	5,10	4,75
otopljeni kisik <sub>max</sub> (mg/l)	12,5	7,90	12,5
otopljeni kisik <sub>sr</sub> (mg/l)	7,07	6,78	6,92

Koncentracija otopljenog kisika u vodi nije Pravilnikom o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće propisana kao obvezan parametar za kakvoću pitke vode. Prema Uredbi o klasifikaciji voda za I. klasu voda propisana je koncentracija otopljenog kisika veća od 7 mg/l. Smanjenje koncentracije otopljenog kisika je jedan od pokazatelja onečišćenja podzemnih voda, a koncentracije ispod 3 mg/l ukazuju na procese eutrofikacije. Na području CPV Ravni kotari prosječne vrijednosti su oko 7 mg/l, krivulje trendova su padajuće, a minimalne vrijednosti koncentracija su vrlo niske.

### Nitrati

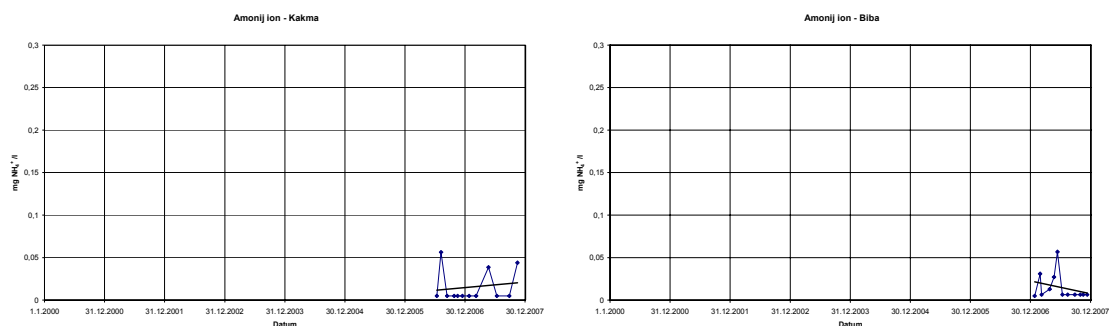


	Kakma	Biba	CPV Ravni kotari	TV
nitriti <sub>min</sub> (mg NO <sub>3</sub> /l)	1,59	2,03	1,59	50
nitriti <sub>max</sub> (mg NO <sub>3</sub> /l)	14,6	6,99	14,6	
nitriti <sub>sr</sub> (mg NO <sub>3</sub> /l)	11,4	4,33	7,88	

Na Kakmi i Bibi je zabilježen porast nitrata, ali je na Kakmi prosječno koncentracija nitrata skoro tri puta veća nego na Bibi. Maksimalno dozvoljena koncentracija (TV) iznosi 50 NO<sub>3</sub> mg/l i sve analize su daleko ispod te granice.

### Amonij ion

	Kakma	Biba	CPV Ravni kotari	TV
amonij ion <sub>min</sub> (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l)	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,5
amonij ion <sub>max</sub> (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l)	0,056	0,057	0,057	
amonij ion <sub>sr</sub> (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l)	0,015	0,015	0,015	



TV vrijednost iznosi 0,50 NH<sub>4</sub> mg/l. Na Kakmi i Bibi su koncentracije amonij iona u maksimalnim vrijednostima na razini 10% TV vrijednosti za pitku vodu. Na Kakmi je trend koncentracija u laganom rastu, a na Bibi u padu.

### Pokazatelji određeni Direktivom o podzemnim vodama

Analize koncentracija **ukupnih pesticida** u podzemnoj vodi nisu rađene u CPV Ravni kotari.

**Arsen** nije analiziran u sklopu Državne mreže opažanja Hrvatskih voda na vodnim objektima u CPV Ravni kotari.

**Kadmij** je analiziran samo na Bibi i vrijednosti su ispod granice detekcije.

	Kakma	Biba	CPV Ravni kotari	TV
kadmij <sub>min</sub> (µg Cd /l)		< 0,1	< 0,1	5
kadmij <sub>max</sub> (µg Cd /l)		< 0,1	< 0,1	
kadmij <sub>sr</sub> (µg Cd /l)		< 0,1	< 0,1	

Koncentracije **olova** su na crpilištu Biba vrlo niske (ispod granica detekcije u ostalim CPV), dok na Kakmi nisu rađene analize koncentracije olova.

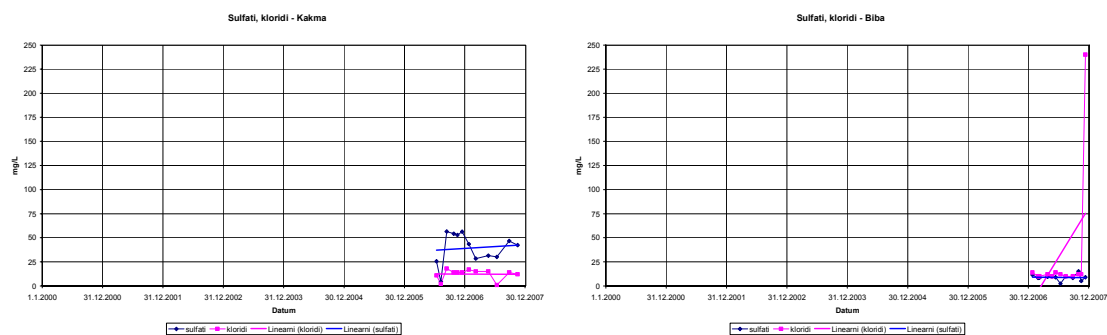
	Kakma	Biba	CPV Ravni kotari	TV
olovo <sub>min</sub> (µg Pb /l)		0,4	0,4	10
olovo <sub>max</sub> (µg Pb /l)		0,62	0,62	
olovo <sub>sr</sub> (µg Pb /l)		0,51	0,51	

**Živa** je na svim uzorcima na Bibi ispod granice detekcije (0,1 µg Hg /l), a na Kakmi nisu rađene analize žive.

**Kloridi i sulfati** su u CPV Ravni kotari vrlo niskih koncentracija, osim na crpilištu Biba gdje je na jednom uzorku (10.12.2007.) izmjerena visoka koncentracija klorida (240 mg/l), ali niti jedan uzorak nije prelazio TV vrijednost.

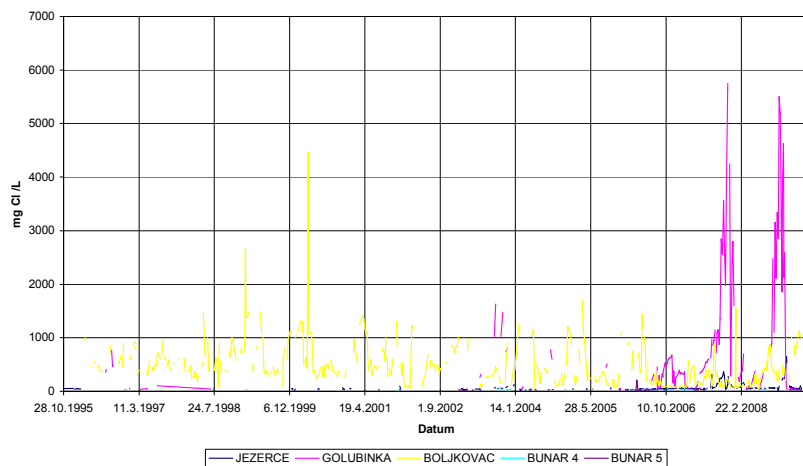
	Kakma	Biba	CPV Ravni kotari	TV
sulfati <sub>min</sub> (mg/l)	4,32	2,4	2,4	250
sulfati <sub>max</sub> (mg/l)	56,4	15,2	56,4	
sulfati <sub>sr</sub> (mg/l)	39,37	8,88	24,13	

	Kakma	Biba	CPV Ravni kotari	TV
kloridi <sub>min</sub> (mg/l)	< 2	10	< 2	250
kloridi <sub>max</sub> (mg/l)	18	240	240	
kloridi <sub>sr</sub> (mg/l)	13,27	30,5	21,37	



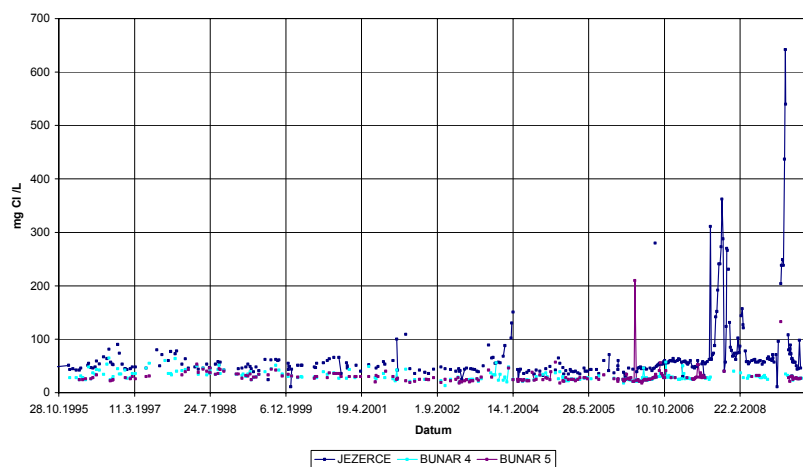
Izvan Državne mreže opažanja Hrvatskih voda nalaze se crpilišta Zadarskog vodovoda koja se nalaze na području između Zadra i Nina. Prema podacima Zadarskog vodovoda problemi na crpilištima su povremeno povišeni ili čak i stalno povišeni kloridi na nekim crpilištima zbog utjecaja mora. Analizirani su podaci o kloridima između 1990. i 2009. godine. Najjači utjecaj mora zabilježen je na Golubinki koja se nalazi na samoj morskoj obali i crpilištu Boljkovac.

KONCENTRACIJA KlorIDA NA CRPILIŠTIMA ZADARSKOG VODOVODA U RAVNIM KOTARIMA



Na crpilištima u Bokanjačkom blatu nešto je manji utjecaj mora, a ustaljene relativno niske koncentracije klorida izmjerene su na zdencima br. 4 i 5 u Bokanjačkom blatu koji su najviše udaljeni od mora.

KONCENTRACIJA KlorIDA NA CRPILIŠTIMA U BOKANJAČKOM BLATU





	JEZERCE	GOLUBINKA	BOLJKOVAC	BUNAR 4 (Bokanjac)	BUNAR 5 (Bokanjac)
PROSJEK (mg/l Cl)	70	573	514	31	31
MAX (mg/l Cl)	642	5751	4460	65	210
MIN (mg/l Cl)	11	25	40	13	18

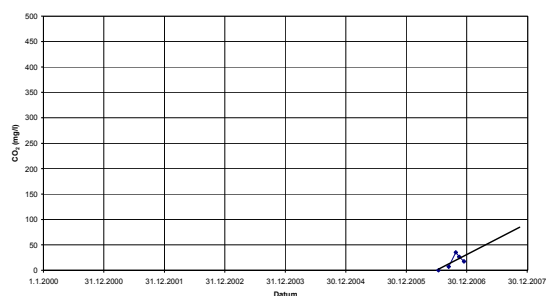
**Trikloretilen i tetrakloretilen** nisu opažani u Državnoj mreži opažanja Hrvatskih voda. TV vrijednost je ukupno za trikloretilen i tetrakloretilen 10 µg/l.

### Ostali pokazatelji

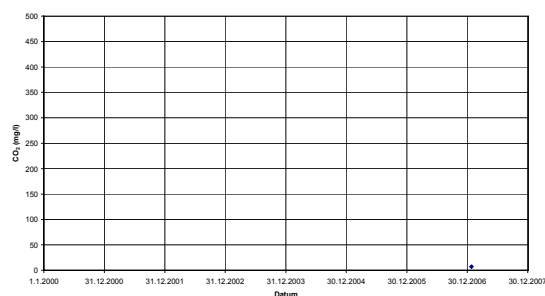
Krivulja sadržaja **slobodnog CO<sub>2</sub>** u podzemnoj vodi Kakme pokazuje trend rasta, ali je napravljena na temelju samo 5 analiza. Na Bibi je napravljeno samo jedno uzorkovanje. U CPV prema rezultatima koncentracije slobodnog CO<sub>2</sub> nema povećanog otapanja vapnenačkih stijena (processa okršavanja).

	Kakma	Biba	CPV Ravni kotari
slobodni CO <sub>2</sub> min (mg CO <sub>2</sub> /l)	< 0,5	7,04	< 0,5
slobodni CO <sub>2</sub> max (mg CO <sub>2</sub> /l)	35,2	7,04	35,2
slobodni CO <sub>2</sub> sr (mg CO <sub>2</sub> /l)	17,3	7,04	17,3

Slobodni CO<sub>2</sub> - Kakma



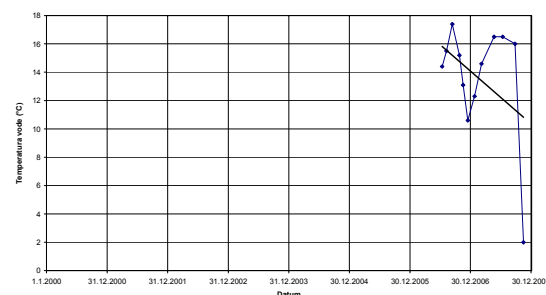
Slobodni CO<sub>2</sub> - Biba



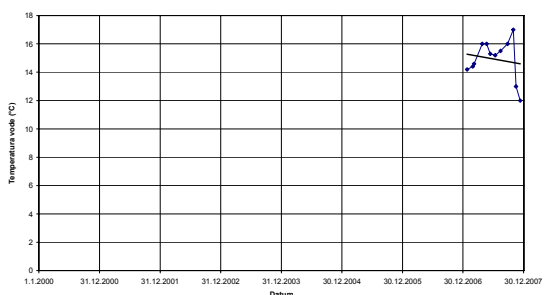
**Temperatura vode** na Kakmi i Bibi je ispod TV vrijednosti (25 °C) i prati srednju godišnju temperaturu zraka na slivnom području. Vrijednost od 2 °C uzrokovana je istom temperaturom zraka u trenutku mjerenja, odnosno ne prikazuje vrijednost temperature podzemne vode, već pripovršinski sloj vode u kaptaznom zahvatu.

	Kakma	Biba	CPV Ravni kotari	TV
T <sub>min</sub> (°C)	2,0	12,0	2,0	25
T <sub>max</sub> (°C)	17,4	17,0	17,4	
T <sub>sr</sub> (°C)	13,7	14,9	14,3	

Temperatura vode - Kakma

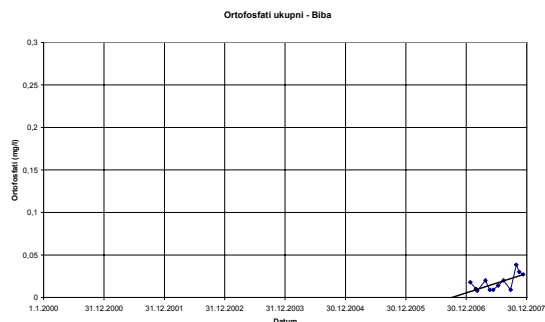
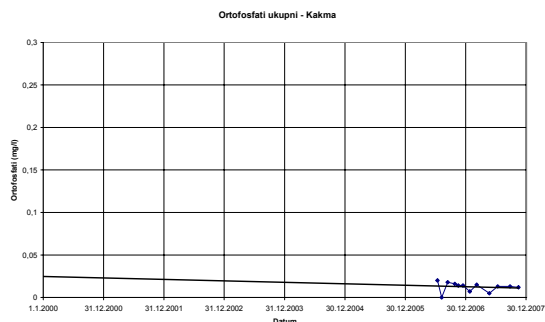


Temperatura vode - Biba

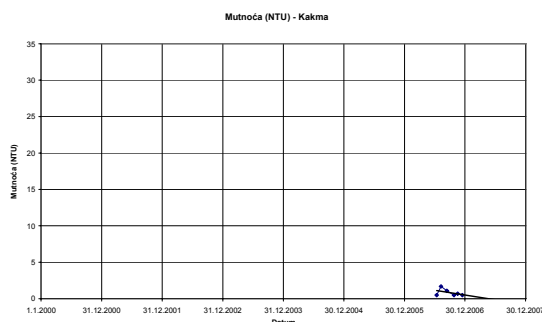


Na crpilištima Kakma i Biba u CPV Ravni kotari koncentracije **ortofosfata** su vrlo niske i daleko su ispod graničnih vrijednosti (0,3 mg/l).

	Kakma	Biba	CPV Ravni kotari	TV
ortofosfati <sub>min</sub> (mg/l)	< 0,005	0,008	< 0,005	0,3
ortofosfati <sub>max</sub> (mg/l)	0,020	0,038	0,038	
ortofosfati <sub>sr</sub> (mg/l)	0,012	0,017	0,015	

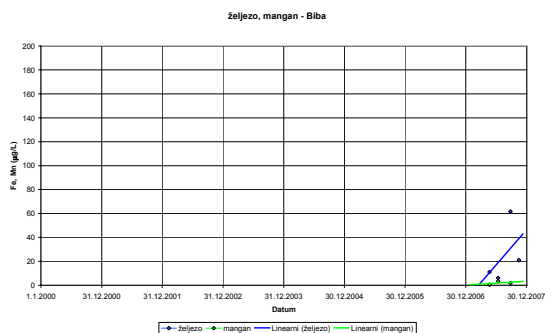
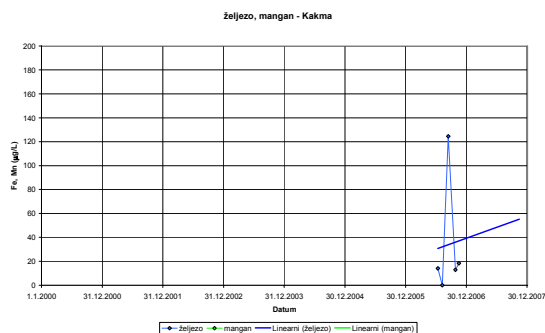


**Mutnoća** je na Kakmi u CPV Ravni kotari ispod graničnih vrijednosti, a na Bibi nije mjerena. TV vrijednost iznosi 4 NTU.



	Kakma	Biba	CPV Ravni kotari	TV
mutnoća <sub>min</sub> (NTU)	0,5		0,5	4
mutnoća <sub>max</sub> (NTU)	1,7		1,7	
mutnoća <sub>sr</sub> (NTU)	0,83		0,83	
broj > MDK / broj analiza	0 / 6		0 / 6	

Na crpilištu Kakma u CPV Ravni kotari **konzentracije željeza** su u maksimalnim izmjerenim koncentracijama nešto preko 50% TV. Mangan nije analiziran. Na Bibi su nešto niže koncentracije željeza, a **konzentracije mangana** su vrlo niske. TV vrijednost koncentracije željeza iznosi 200 Fe µg/l, a za mangan 50 µg/l.



	Kakma	Biba	CPV Ravni kotari	TV
Fe <sub>min</sub> (µg/l)	< 1	6,08	< 1	200
Fe <sub>max</sub> (µg/l)	124,46	61,6	124,46	
Fe <sub>sr</sub> (µg/l)	34,04	24,95	29,99	

	Kakma	Biba	CPV Ravni kotari	TV
Mn <sub>min</sub> (µg/l)		< 1	< 1	50
Mn <sub>max</sub> (µg/l)		3,33	3,33	
Mn <sub>sr</sub> (µg/l)		1,90	1,90	

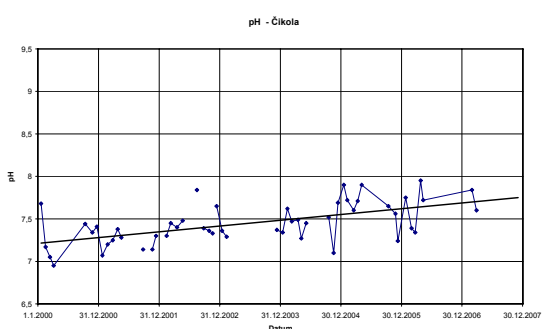
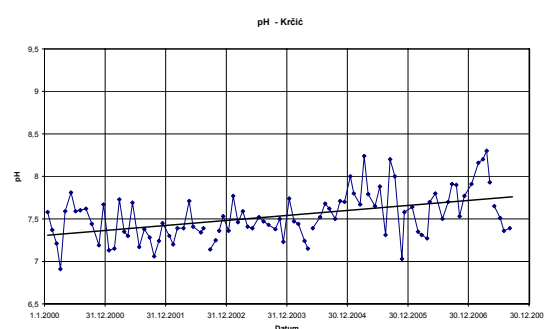
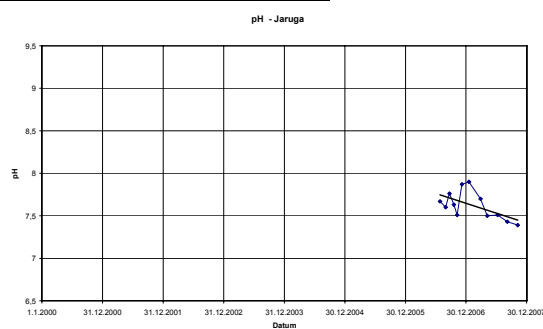
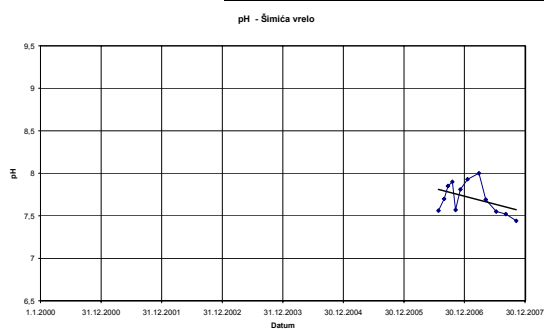
Analize koncentracija mineralnih ulja u vodi nisu rađene u CPV Ravni kotari.

## 5.9. CPV KRKA

**DOBRO STANJE**

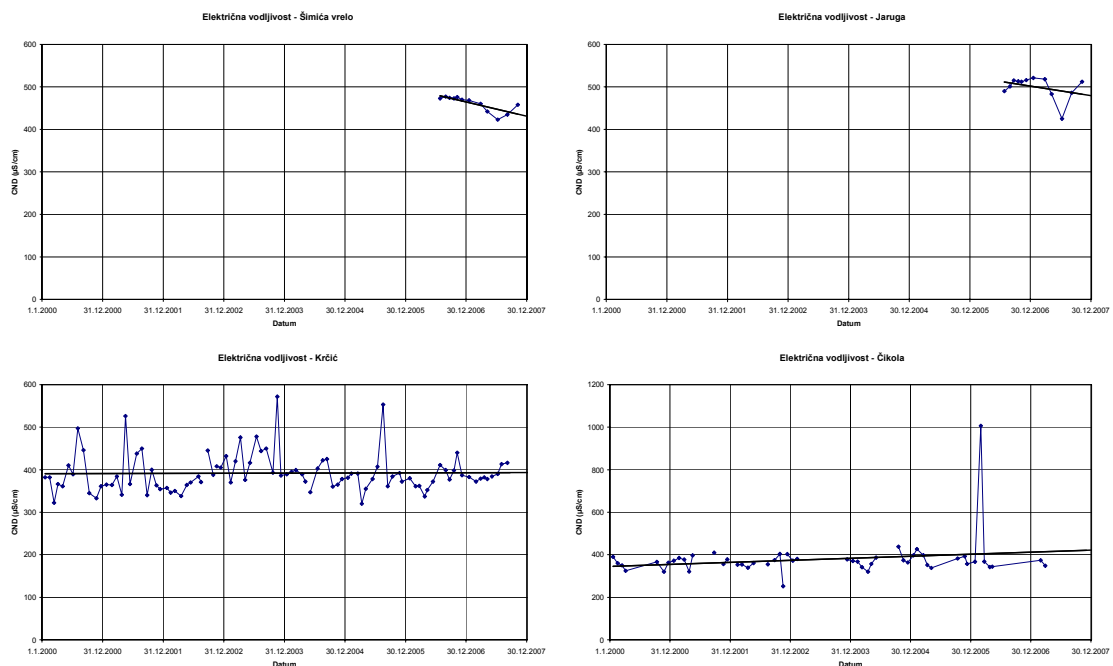
### pH vrijednost

	Šimića vrelo	Jaruga	Krčić	Čikola	CPV Krka	TV
pH <sub>min</sub>	7,44	7,39	6,91	6,95	6,91	6,5 – 9,5
pH <sub>max</sub>	8,00	7,90	8,30	7,95	8,30	
pH <sub>sr</sub>	7,71	7,62	7,53	7,45	7,52	



Na analiziranim izvorima unutar CPV Krka niti jedna analiza nije pokazala vrijednosti pH izvan propisanih raspona. Krivulja trenda pokazuje rast na izvoru Krčić i izvoru Čikole, a na Šimića vrelu i Jarugi sniženje. Šimića vrelo i Jaruga su uključeno u državnu mrežu tek polovicom 2005. godine, odnosno obrada je učinjena na temelju 12 analiza.

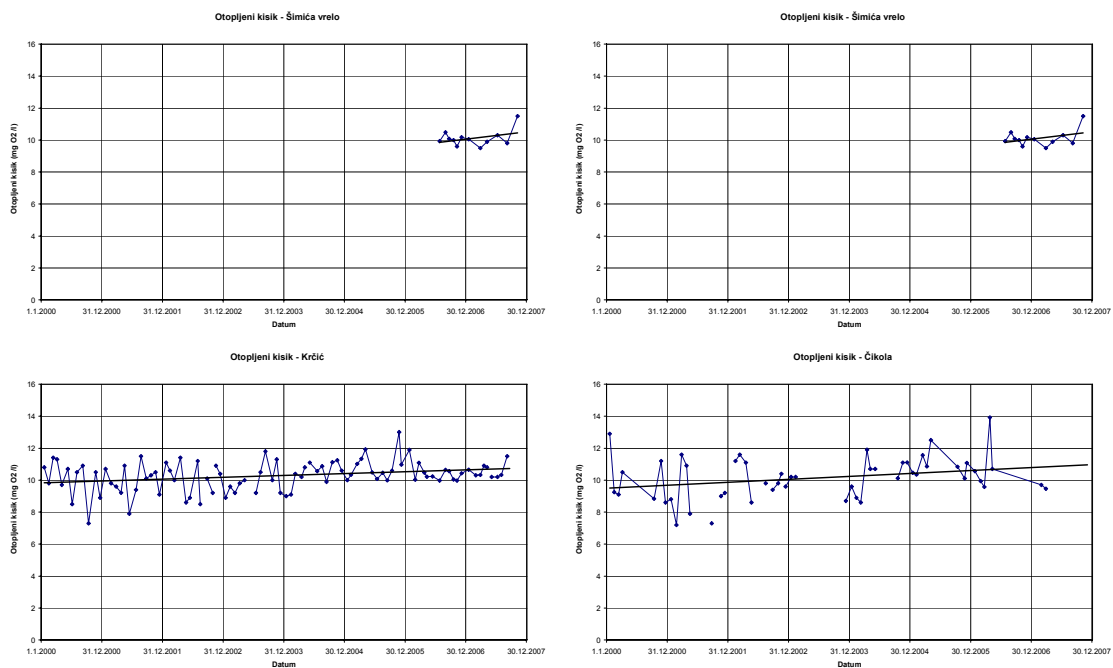
## Električna vodljivost



	Šimića vrelo	Jaruga	Krčić	Čikola	CPV Krka	TV
CND <sub>min</sub> (µS/cm)	423	425	320	252	252	2.500
CND <sub>max</sub> (µS/cm)	477	521	572	1.006	1.006	
CND <sub>st</sub> (µS/cm)	461	499	391	379	400	

Na izvorima Krčić i Čikola krivulja trenda elektrolitične vodljivosti je ustaljena, dok je na Šimića vrelo i Jarugi sa trendom snižavanja. To snižavanje može biti i rezultat malog broja analiza. Granična vrijednost (TV) elektrolitičke vodljivosti (CND) u pitkim vodama iznosi 2.500 µS/cm.

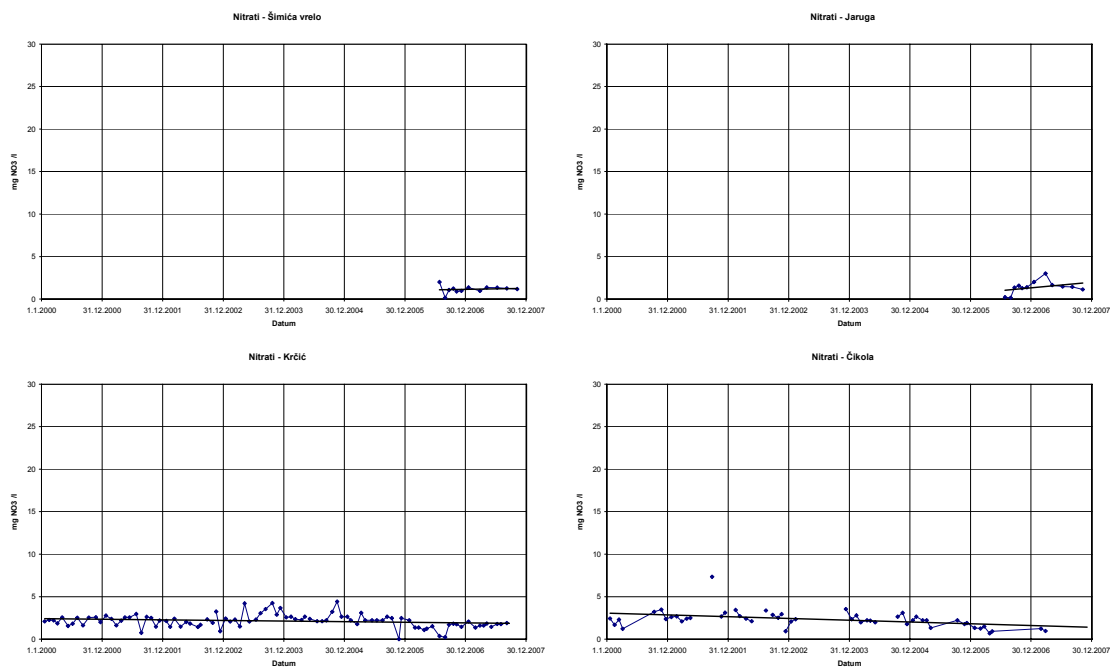
## Otopljeni kisik



	Šimića vrelo	Jaruga	Krčić	Čikola	CPV Krka
otopljeni kisik <sub>min</sub> (mg/l)	9,5	6,6	7,3	7,2	6,6
otopljeni kisik <sub>max</sub> (mg/l)	11,5	7,2	13,0	13,9	13,9
otopljeni kisik <sub>sr</sub> (mg/l)	10,1	7,2	10,3	10,1	10,0

Smanjenje koncentracije otopljenog kisika je jedan od pokazatelja onečišćenja podzemnih voda, a na području CPV Krka na svim točkama opažanja zabilježen je trend porasta koncentracije otopljenog kisika.

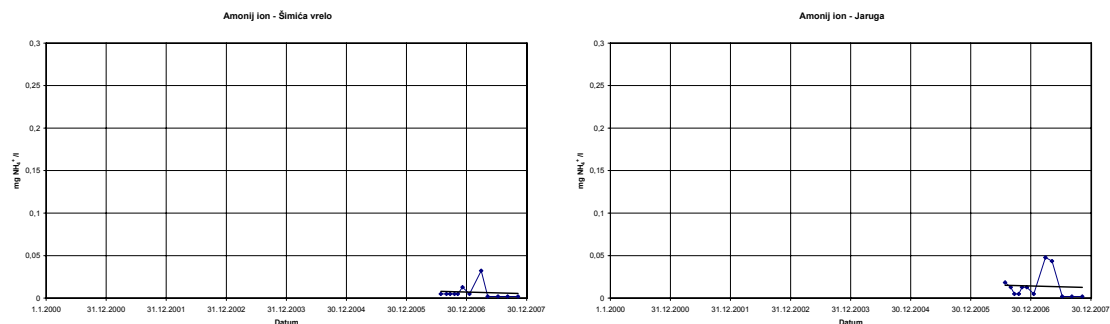
### Nitrati

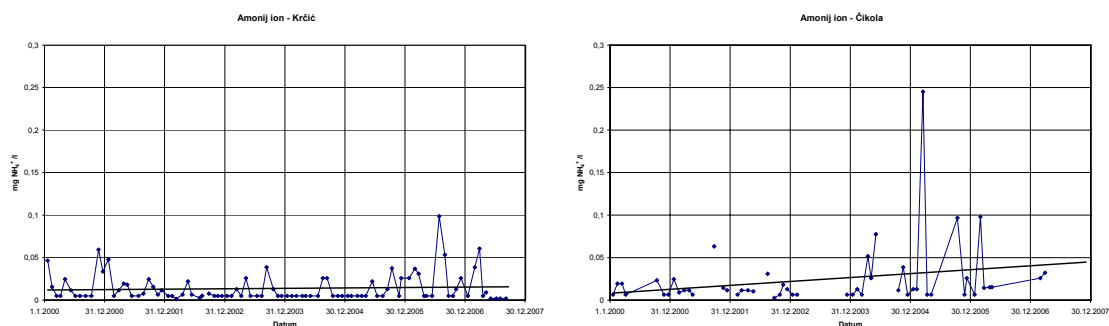


	Šimića vrelo	Jaruga	Krčić	Čikola	CPV Krka	TV
nitrat <sub>min</sub> (mg NO <sub>3</sub> /l)	0,15	0,15	0,005	0,67	0,005	50
nitrat <sub>max</sub> (mg NO <sub>3</sub> /l)	2,00	3,01	4,42	7,34	7,34	
nitrat <sub>sr</sub> (mg NO <sub>3</sub> /l)	1,15	1,39	2,12	2,33	2,06	

TV koncentracija iznosi 50 NO<sub>3</sub> mg/l i svi vodni objekti se nalaze daleko ispod te granice.

### Amonij ion





	Šimića vrelo	Jaruga	Krčić	Čikola	CPV Krka	TV
amonij ion <sub>min</sub> (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l)	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,01	< 0,004	0,5
amonij ion <sub>max</sub> (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l)	0,032	0,048	0,098	0,245	0,245	
amonij ion <sub>sr</sub> (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l)	0,007	0,014	0,013	0,024	0,016	

TV vrijednost amonij iona iznosi 0,50 NH<sub>4</sub> mg/l. Samo je jedan uzorak na Čikoli pokazao koncentracije od 50% TV, a ostali uzorci na Čikoli, kao i na svim drugim izvorištima na CPV Krka pokazuju niske koncentracije amonij iona.

### Pokazatelji određeni Direktivom o podzemnim vodama

Analize koncentracija **ukupnih pesticida** u podzemnoj vodi nisu rađene na izvorištima na području CPV Krka.

**Arsen** nije analiziran u sklopu Državne mreže opažanja Hrvatskih voda na vodnim objektima u CPV Krka.

Koncentracije **kadmija** su vrlo niske na Krčiću. Na Čikoli je rađen samo jedan uzorak, a na Šimića vrelu i Jarugi nije opažan.

	Šimića vrelo	Jaruga	Krčić	Čikola	CPV Krka	TV
kadmij <sub>min</sub> (µg Cd /l)			< 0,03	0,88	< 0,03	5
kadmij <sub>max</sub> (µg Cd /l)			0,21	0,88	0,88	
kadmij <sub>sr</sub> (µg Cd /l)			0,14	0,88	0,19	

Koncentracije **olova** su na izvoru Krčić vrlo niske (prosječna vrijednost ispod granica detekcije). Na ostalim izvorima nije opažano.

	Šimića vrelo	Jaruga	Krčić	Čikola	CPV Krka	TV
olovo <sub>min</sub> (µg Pb /l)			< 1		< 1	10
olovo <sub>max</sub> (µg Pb /l)			4,5		4,5	
olovo <sub>sr</sub> (µg Pb /l)			< 1		< 1	

Koncentracija **žive** je daleko niža od TV vrijednosti za pitke vode na Krčiću. Samo su dva uzorka pokazala veće koncentracije od granice detekcije (0,1 µg Hg /l). Na ostalim izvorima nije opažana.

	Šimića vrelo	Jaruga	Krčić	Čikola	CPV Krka	TV
živa <sub>min</sub> (µg Hg /l)			< 0,1		< 0,1	1
živa <sub>max</sub> (µg Hg /l)			0,19		0,19	
živa <sub>sr</sub> (µg Hg /l)			< 0,1		< 0,1	

**Kloridi** su u CPV Krka vrlo niskih koncentracija, ali su **sulfati** nešto povišeni zbog naslaga gipsa u zaleđu izvora (oko Knina i Drniša).

	Šimića vrelo	Jaruga	Krčić	Čikola	CPV Krka	TV
sulfati <sub>min</sub> (mg/l)	5,9	6,9	0,52	< 1	0,52	250
sulfati <sub>max</sub> (mg/l)	105	99	39	26,2	105	
sulfati <sub>sr</sub> (mg/l)	49,28	56,74	10,39	7,60	15,49	

	Šimića vrelo	Jaruga	Krčić	Čikola	CPV Krka	TV
kloridi <sub>min</sub> (mg/l)	2,0	2,0	3,9	2,0	2,0	250
kloridi <sub>max</sub> (mg/l)	6,38	11,0	30	32,0	32,0	
kloridi <sub>sr</sub> (mg/l)	4,81	6,42	10,38	9,55	9,46	

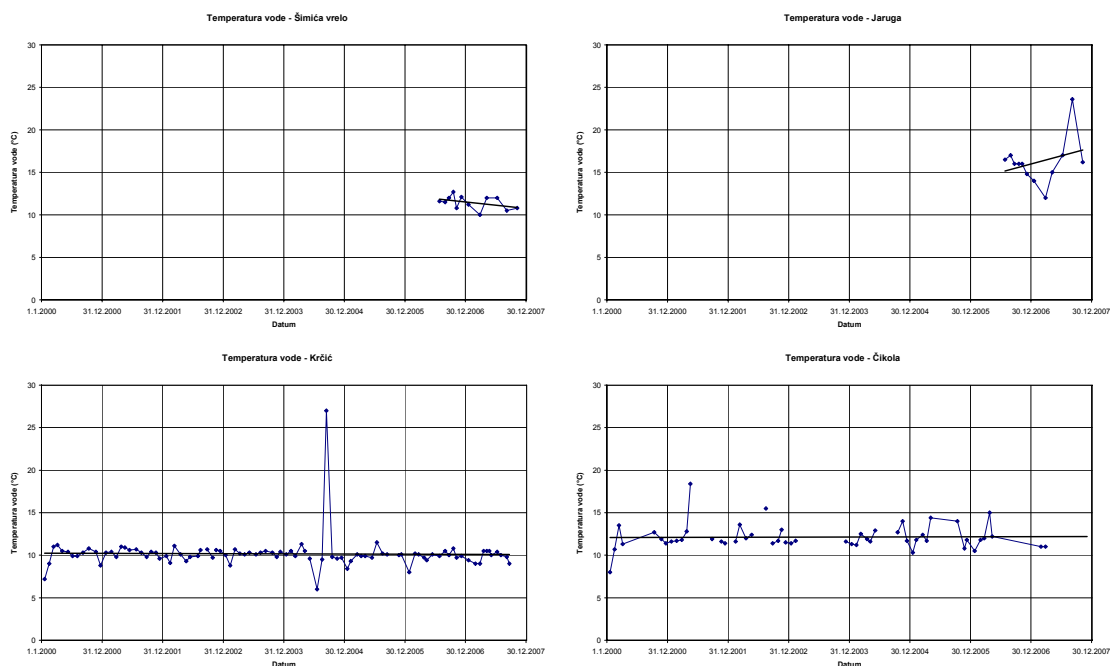
**Trikloretilen i tetrakloretilen** nisu opažani u Državnoj mreži opažanja Hrvatskih voda. TV vrijednost je ukupno za trikloretilen i tetrakloretilen 10 µg/l.

### Ostali pokazatelji

Krivulja sadržaja **slobodnog CO<sub>2</sub>** u podzemnoj vodi pokazuje ustaljene vrlo niske koncentracije na svim izvorima. U CPV prema rezultatima koncentracije slobodnog CO<sub>2</sub> nema povećanog otapanja vapnenačkih stijena (procesa okršavanja).

	Šimića vrelo	Jaruga	Krčić	Čikola	CPV Krka
slobodni CO <sub>2 min</sub> (mg CO <sub>2</sub> /l)	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
slobodni CO <sub>2 max</sub> (mg CO <sub>2</sub> /l)	17,6	26,4	62,0	14,08	62,0
slobodni CO <sub>2 sr</sub> (mg CO <sub>2</sub> /l)	3,87	7,08	6,89	6,31	6,58

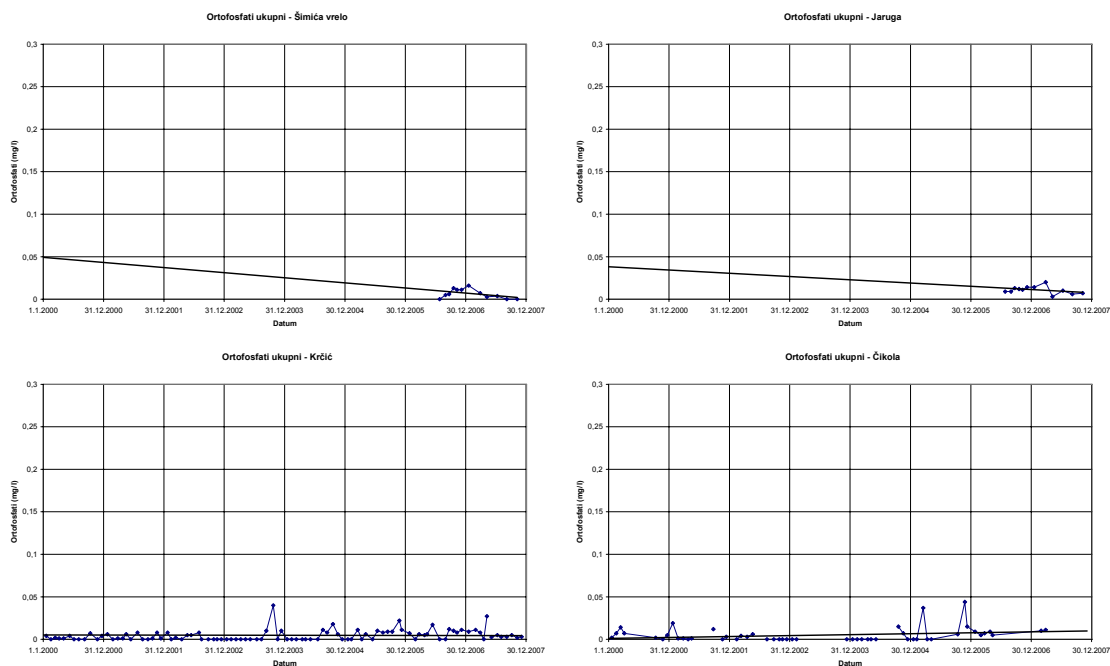
**Temperatura vode** na svim izvorima u CPV Krka je ispod TV vrijednosti (25 °C) i prati srednju godišnju temperaturu zraka na slivnom području. Samo je jedno mjerenje pokazalo temperaturu iznad TV na Krčiću (13.09.2004.; 27 °C) što se tumači smanjenim kapacitetom istjecanja i utjecajem temperature zraka, odnosno ne prikazuje stvarne vrijednosti temperature podzemne vode. Slična je situacija i s izvorom Jaruga (5.09.2007.; 23,6 °C).



	Šimića vrelo	Jaruga	Krčić	Čikola	CPV Krka	TV
$T_{\min}$ (°C)	10,0	12,0	6,0	8,0	6,0	25
$T_{\max}$ (°C)	12,7	23,6	27,0	18,4	27,0	
$T_{sr}$ (°C)	11,4	16,2	10,1	12,1	11,24	

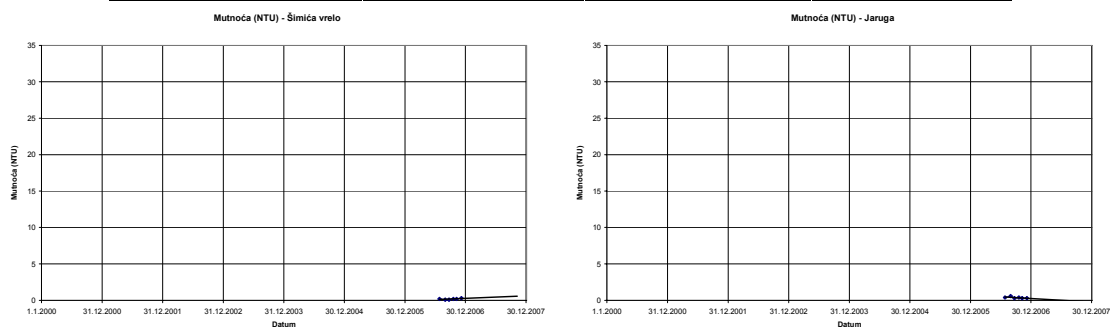
Na izvorima u CPV Krka koncentracija **ortofosfata** je vrlo niska i ispod TV vrijednosti (0,3 mg/l).

	Šimića vrelo	Jaruga	Krčić	Čikola	CPV Krka	TV
ortofosfati <sub>min</sub> (mg/l)	< 0,001	0,003	< 0,005	< 0,005	< 0,001	0,3
ortofosfati <sub>max</sub> (mg/l)	0,016	0,020	0,040	0,044	0,044	
ortofosfati <sub>sr</sub> (mg/l)	0,006	0,011	0,006	0,007	0,007	

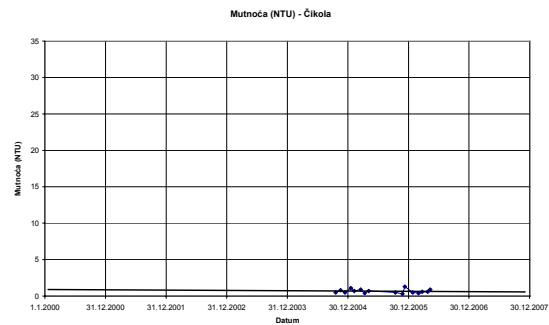
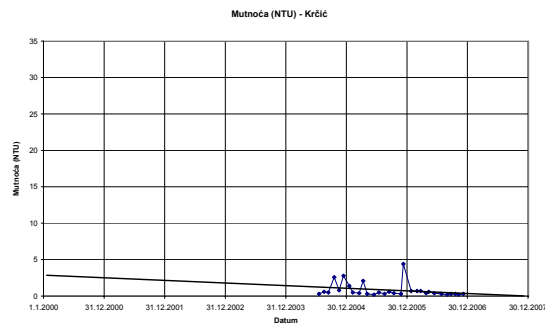


**Mutnoća** je na izvorima u CPV Krka ispod TV vrijednosti ako promatramo srednje vrijednosti, ali tijekom velikih kiša dolazi do zamućenja izvora i tada mutnoća prelazi granične vrijednosti što je zabilježeno na jednom uzorku na Krčiću. Trajanje takvih pojava maksimalno je dva do tri dana. TV vrijednost iznosi 4 NTU. Na svim izvorima je ustaljena krivulja trenda.

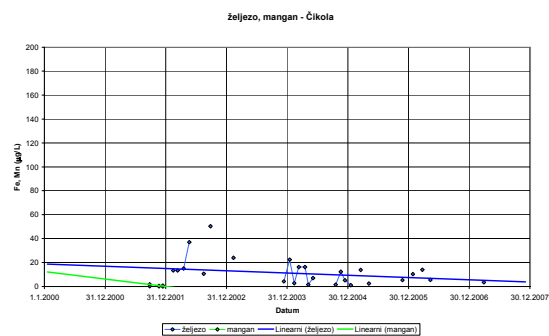
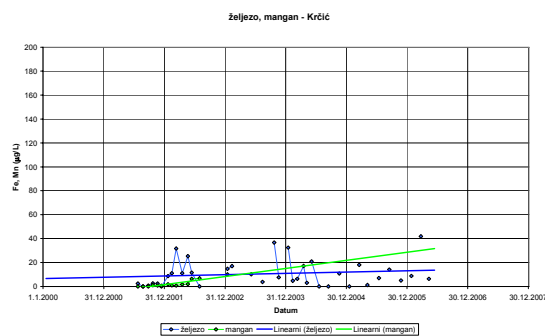
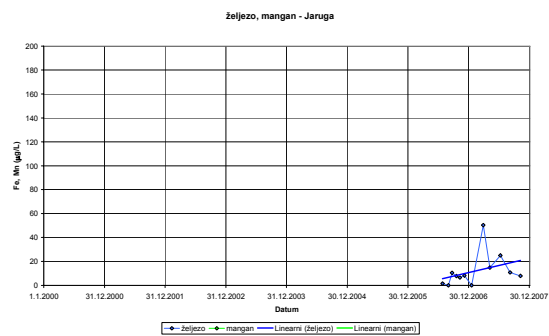
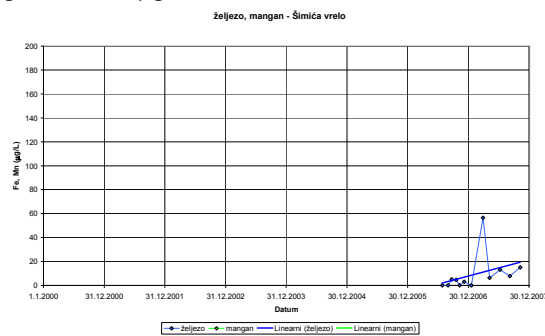
	Šimića vrelo	Jaruga	Krčić	Čikola	CPV Krka	TV
mutnoća <sub>min</sub> (NTU)	0,1	0,3	0,2	0,3	0,1	4
mutnoća <sub>max</sub> (NTU)	0,3	0,6	4,4	1,3	4,4	
mutnoća <sub>sr</sub> (NTU)	0,18	0,38	0,80	0,67	0,66	
broj > MDK / broj analiza	0 / 6	0 / 6	1 / 30 (3,3%)	0 / 16	1 / 58 (1,7%)	







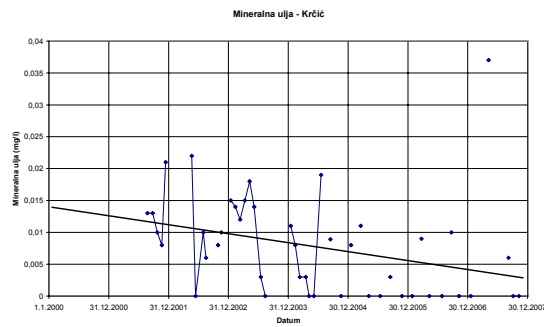
Koncentracije željeza mjere se na svim izvorima, a koncentracije mangana samo na Krčiću i u tri navrata napravljene su na Čikoli. Koncentracije željeza su prosječno oko 20 puta niže od TV vrijednosti, a maksimalne vrijednosti dosežu 50% te vrijednosti. TV vrijednost koncentracije željeza iznosi 200 Fe  $\mu\text{g/l}$ , a mangana 50 Mn  $\mu\text{g/l}$ .



	Šimića vrelo	Jaruga	Krčić	Čikola	CPV Krka	TV
Fe <sub>min</sub> (µg/l)	< 1	< 1	< 0,6	< 1	< 0,6	200
Fe <sub>max</sub> (µg/l)	56,52	50,40	43,60	50,40	56,52	
Fe <sub>sr</sub> (µg/l)	9,41	12,03	10,77	11,07	10,85	

	Šimića vrelo	Jaruga	Krčić	Čikola	CPV Krka	TV
Mn <sub>min</sub> (µg/l)			< 1	< 1	< 1	50
Mn <sub>max</sub> (µg/l)			10,08	1,82	10,08	
Mn <sub>sr</sub> (µg/l)			2,45	0,89	2,17	

Analize koncentracija mineralnih ulja u vodi rađene su samo na izvorištu Krčić gdje je na 3 uzorka izmjerena koncentracija veća od TV vrijednosti. Krivulja trenda je padajuća.



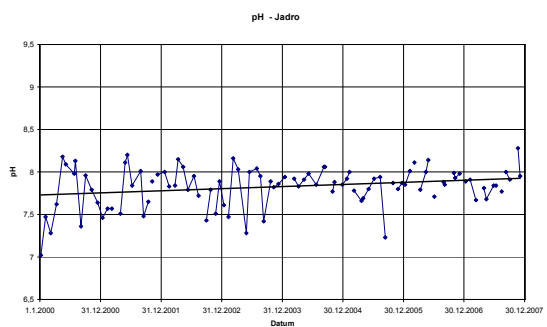
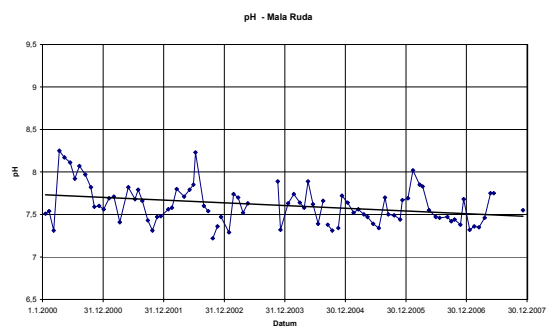
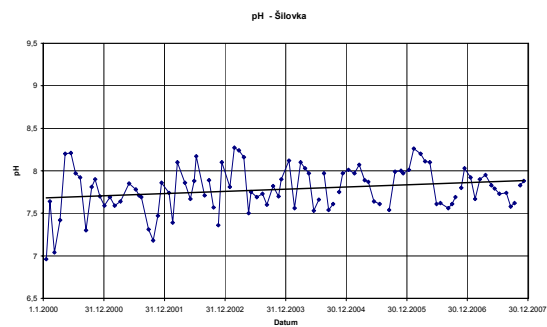
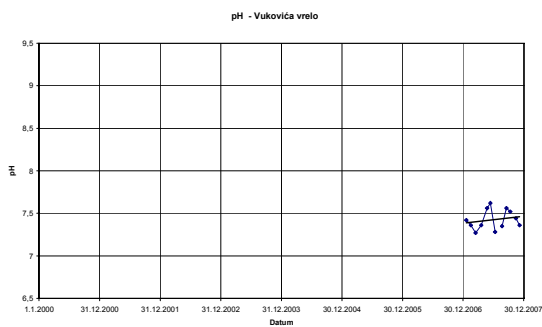
	Šimića vrelo	Jaruga	Krčić	Čikola	CPV Krka	TV
mineralna ulja <sub>min</sub> (mg/l)			< 0,001		< 0,001	0,020
mineralna ulja <sub>max</sub> (mg/l)			0,037		0,037	
mineralna ulja <sub>sr</sub> (mg/l)			0,008		0,008	
broj > MDK / broj analiza			3 / 45 (6,6 %)		3 / 45 (6,6 %)	

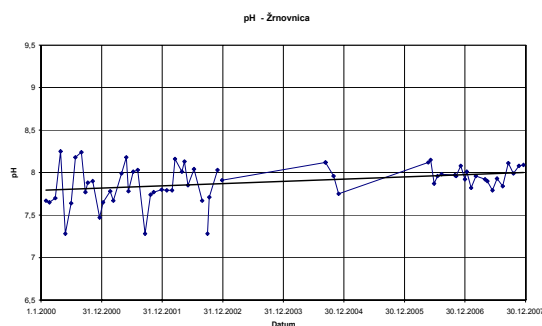
## 5.10. CPV Cetina

**DOBRO STANJE**

### pH vrijednost

	Vukovića vrelo	Šilovka	Mala Ruda	Jadro	Žrnovnica	CPV Cetina	TV
pH <sub>min</sub>	7,27	6,96	7,22	7,02	7,28	6,96	6,5 – 9,5
pH <sub>max</sub>	7,62	8,27	8,25	8,28	8,25	8,28	
pH <sub>sr</sub>	7,43	7,78	7,61	7,83	7,88	7,76	

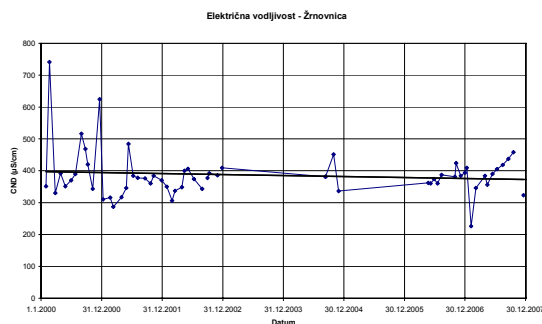
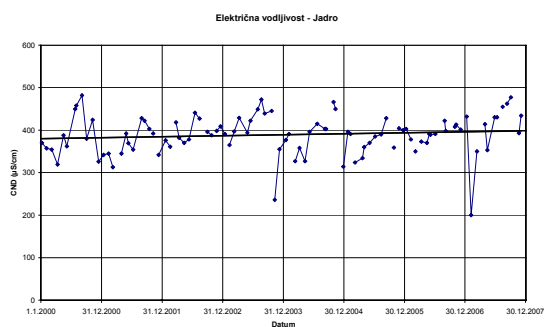
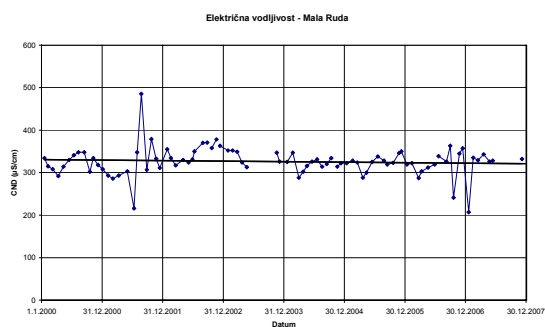
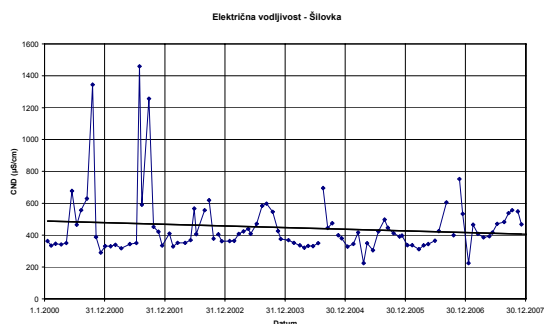
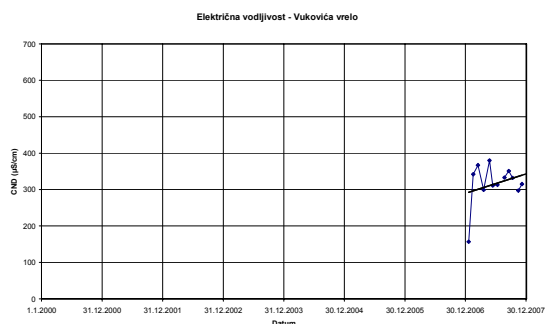




Na analiziranim izvorima unutar CPV Cetina niti jedna analiza nije pokazala vrijednosti pH izvan propisanih raspona. Krivulja trenda pokazuje rast na svim izvorima osim na Maloj Rudi gdje je trend sniženja vrijednosti pH.

### Električna vodljivost

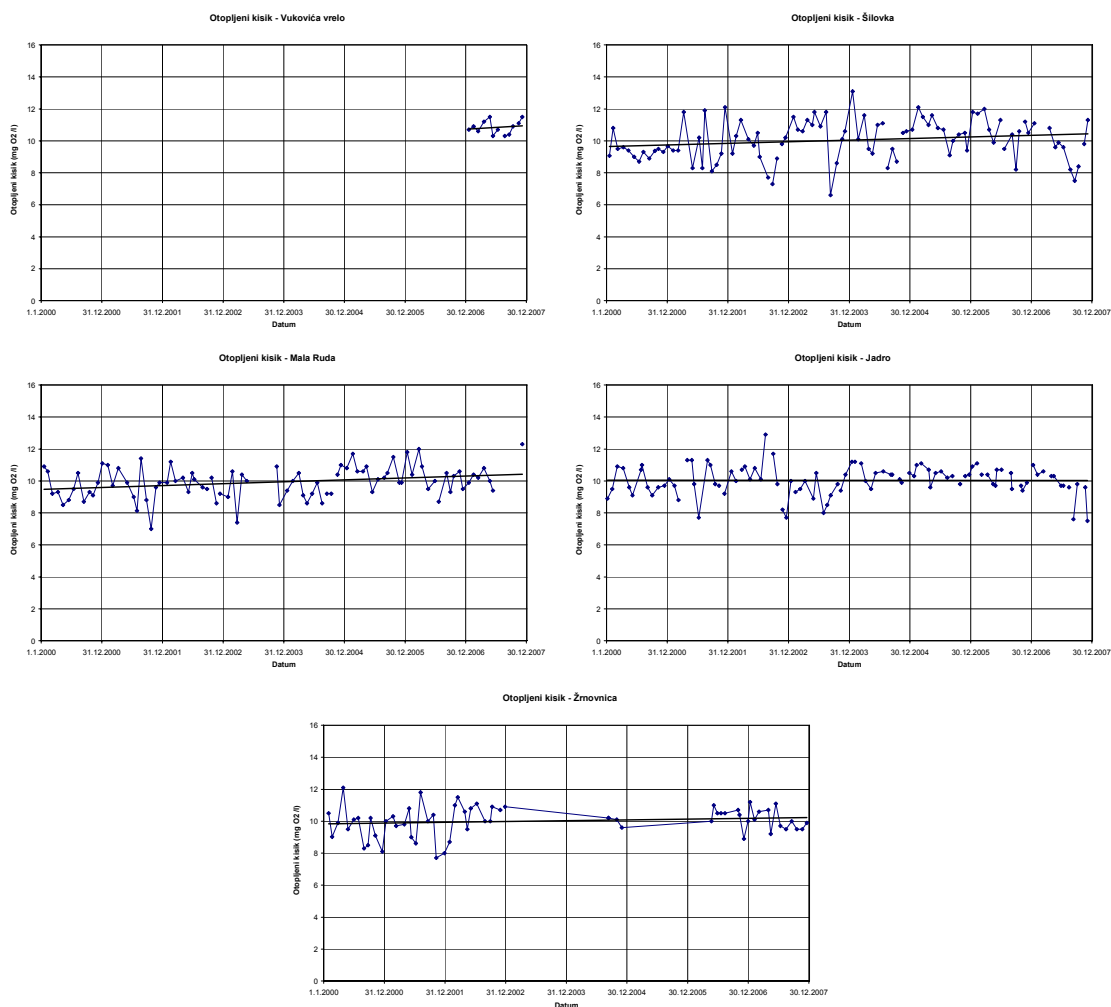
	Vukovića vrelo	Šilovka	Mala Ruda	Jadro	Žrnovnica	CPV Cetina	TV
CND <sub>min</sub> (μS/cm)	157	224	207	200	226	157	2.500
CND <sub>max</sub> (μS/cm)	380	1.459	485	482	741	1.459	
CND <sub>sr</sub> (μS/cm)	316	448	326	389	386	387	



Opažani izvori u CPV Cetina nemaju problema s utjecajem mora, već je povremeno povećanje elektrolitičke vodljivosti rezultat velikih vodnih valova i donosa onečišćenja iz priljevnog područja izvora.

Zanimljivo je da su te visoke vrijednosti povremeno izmjerene tijekom 2000. godine i dijelom 2001. godine, a kasnije su vrijednosti bile uglavnom ustaljene oko prosječnih vrijednosti. Krivulja trenda je ustaljena na svim izvorima. Maksimalno dozvoljena vrijednost (TV) elektrolitičke vodljivosti (CND) iznosi 2.500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

### Otopljeni kisik

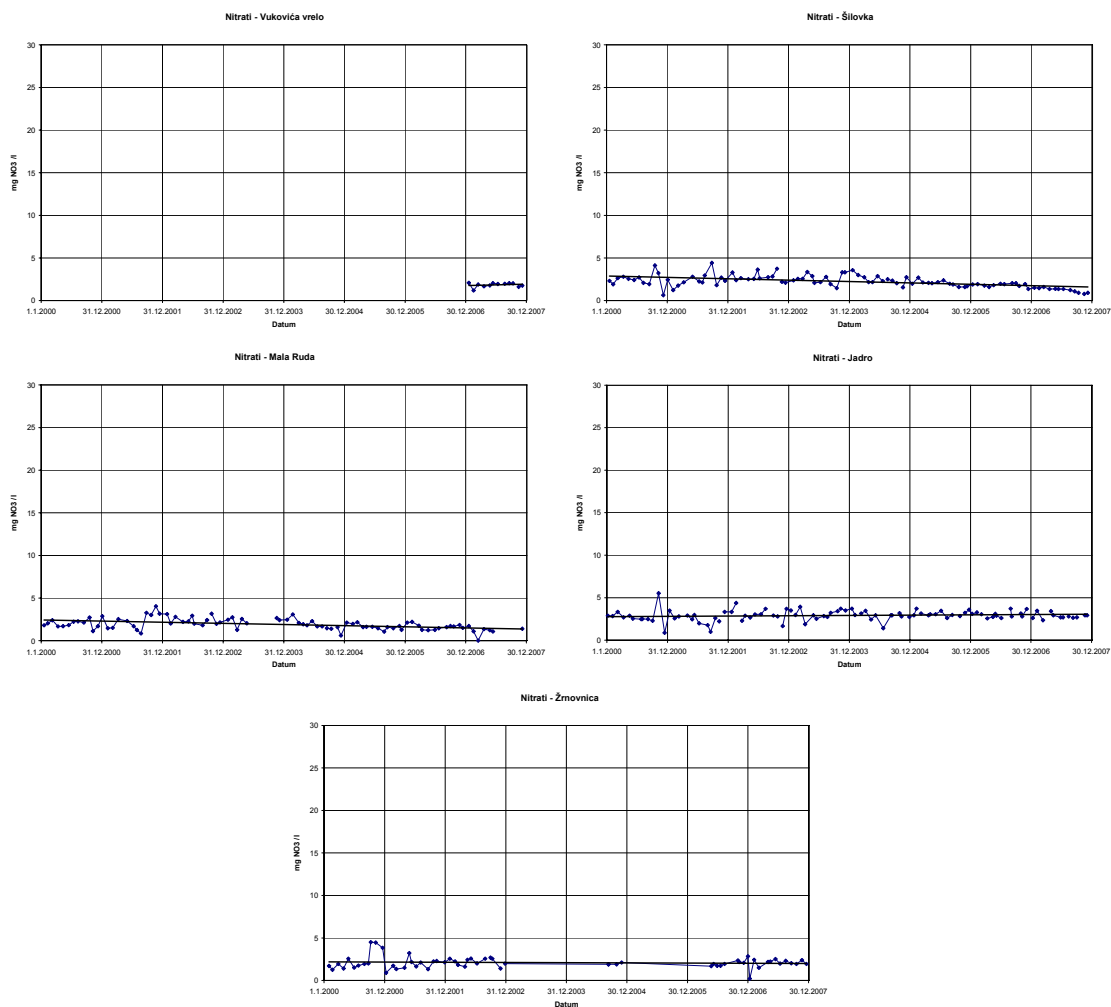


	Vukovića vrelo	Šilovka	Mala Ruda	Jadro	Žrnovnica	CPV Cetina
otopljeni kisik <sub>min</sub> (mg/l)	10,3	6,6	7,0	7,5	7,7	6,6
otopljeni kisik <sub>max</sub> (mg/l)	11,5	13,1	12,3	12,9	12,1	13,1
otopljeni kisik <sub>sr</sub> (mg/l)	10,8	10,0	9,9	10,0	10,0	10,0

Na području CPV Cetina na svim točkama opažanja zabilježen je trend porasta koncentracije otopljenog kisika, a prosječne koncentracije se kreću oko 10 mg/l.

### Nitrati

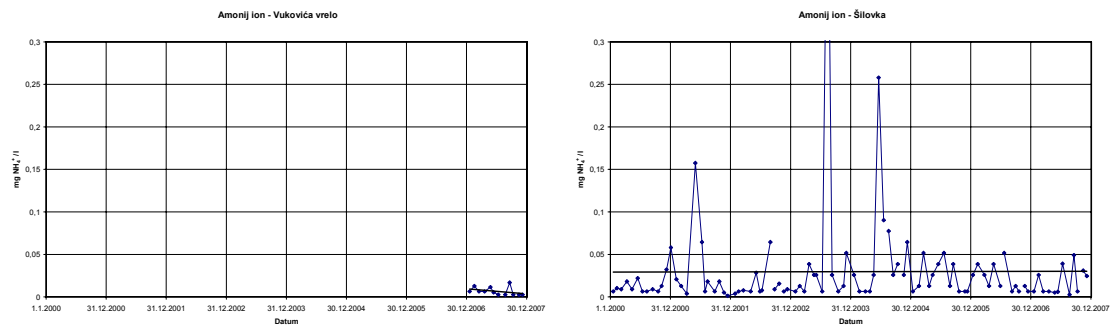
	Vukovića vrelo	Šilovka	Mala Ruda	Jadro	Žrnovnica	CPV Cetina	TV
nitrat <sub>min</sub> (mg NO <sub>3</sub> /l)	1,19	0,63	< 0,01	0,88	0,22	< 0,01	50
nitrat <sub>max</sub> (mg NO <sub>3</sub> /l)	2,07	4,43	4,03	5,53	4,51	5,53	
nitrat <sub>sr</sub> (mg NO <sub>3</sub> /l)	1,84	2,23	1,93	2,91	2,09	2,31	

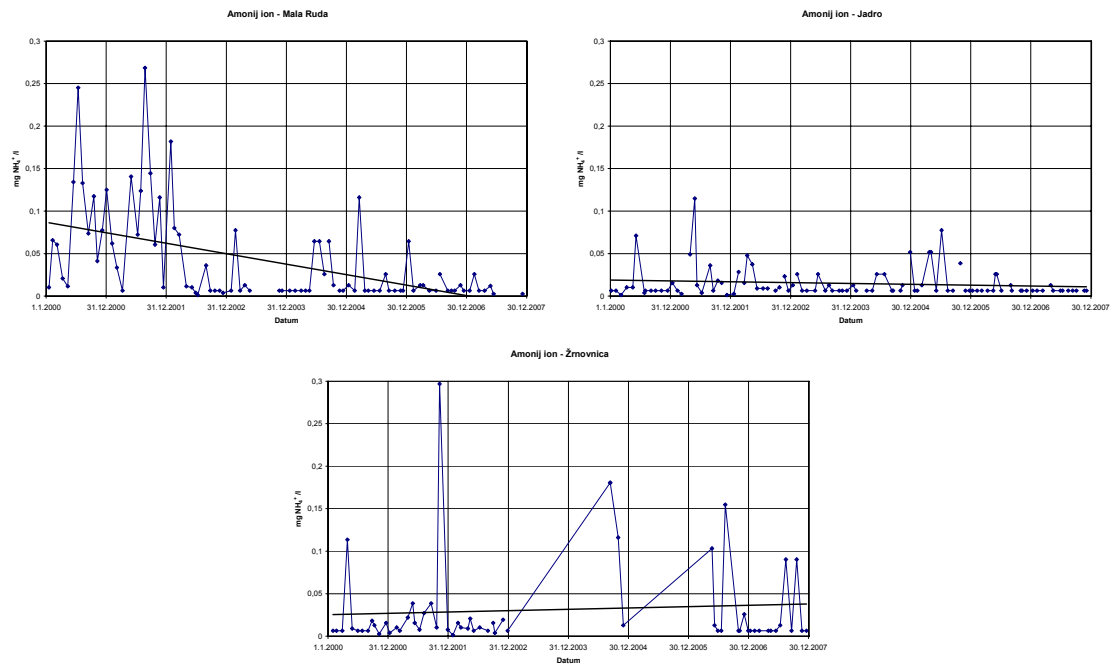


TV granična koncentracija nitrata u krškim podzemnim vodama iznosi 50 NO<sub>3</sub> mg/l i svi vodni objekti se nalaze daleko ispod te granice. Trend koncentracija nitrata je na svim izvorištima padajući.

### Amonij ion

	Vukovića vrelo	Šilovka	Mala Ruda	Jadro	Žrnovnica	CPV Cetina	TV
amonij ion <sub>min</sub> (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> / l)	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,01	< 0,01	< 0,004	0,5
amonij ion <sub>max</sub> (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> / l)	0,017	0,555	0,268	0,115	0,297	0,555	
amonij ion <sub>sr</sub> (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> / l)	0,006	0,029	0,039	0,015	0,031	0,027	





Prosječne vrijednosti koncentracija amonij iona relativno su male, ali za vrijeme velikih voda dolazi do povećanja koncentracije i one povremeno prelaze TV vrijednosti. To je zabilježeno na Šilovki, dok na ostalim izvorištima pikovi nisu toliko izraženi. Na Vukovića vrelu napravljeno je samo nekoliko analiza, a od ostalih izvorišta najstabilnija je situacija na izvoru Jadro. TV vrijednost iznosi  $0,50 \text{ NH}_4 \text{ mg/l}$ .

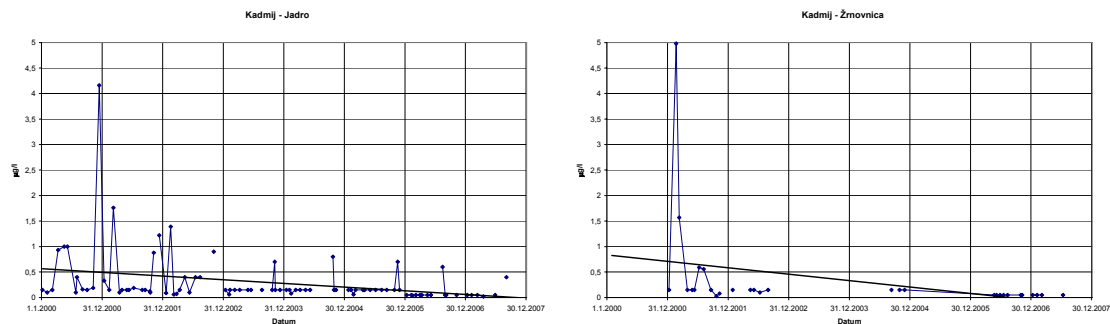
### Pokazatelji određeni Direktivom o podzemnim vodama

Analize koncentracija **ukupnih pesticida** u podzemnoj vodi na CPV Cetina pokazale su koncentracije niže od granice detekcije.

	Vukovića vrelo	Šilovka	Mala Ruda	Jadro	Žrnovnica	CPV Cetina	TV
ukupni pesticidi <sub>max</sub> (µg/l)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,5

**Arsen** nije analiziran u sklopu Državne mreže opažanja Hrvatskih voda na vodnim objektima u CPV Cetina.

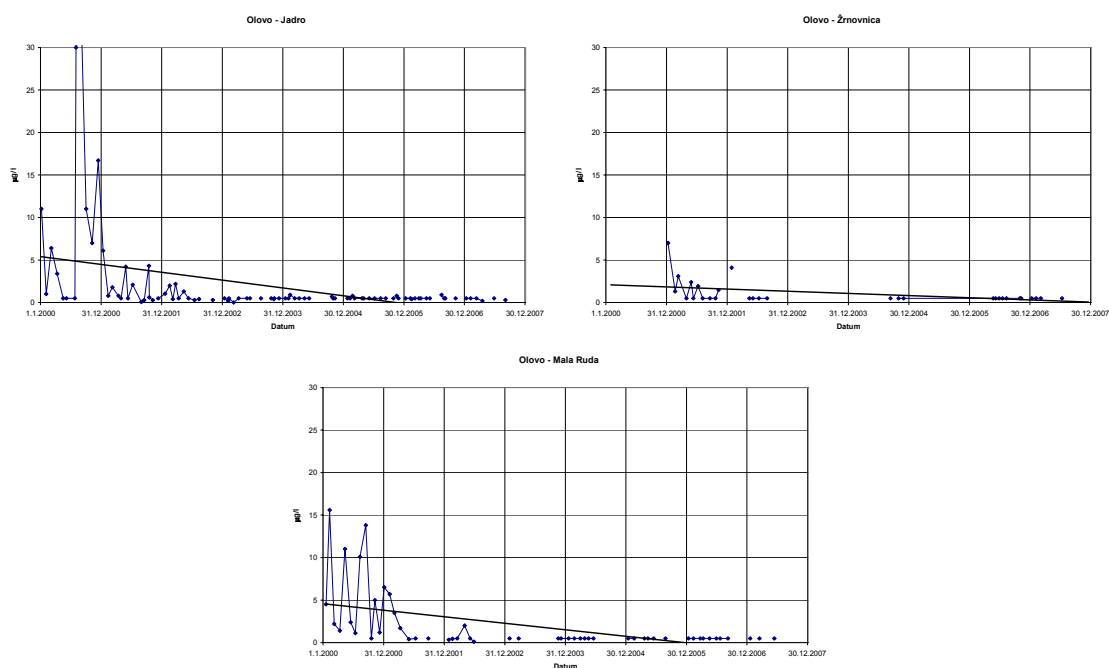
Koncentracije **kadmija** su vrlo niske u prosječnim vrijednostima na CPV Cetina, no u veljači 2001. godine na Žrnovnici i Jadru izmjerene su koncentracije oko graničnih vrijednosti. Poslije toga događaja koncentracije su niske.



	Vukovića vrelo	Šilovka	Mala Ruda	Jadro	Žrnovnica	CPV Cetina	TV
kadmij <sub>min</sub> (µg Cd /l)	< 0,1	1,99	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	5
kadmij <sub>max</sub> (µg Cd /l)	< 0,1	1,99	1,92	4,16	4,98	4,98	
kadmij <sub>sr</sub> (µg Cd /l)	< 0,1	1,99	0,21	0,29	0,34	0,28	

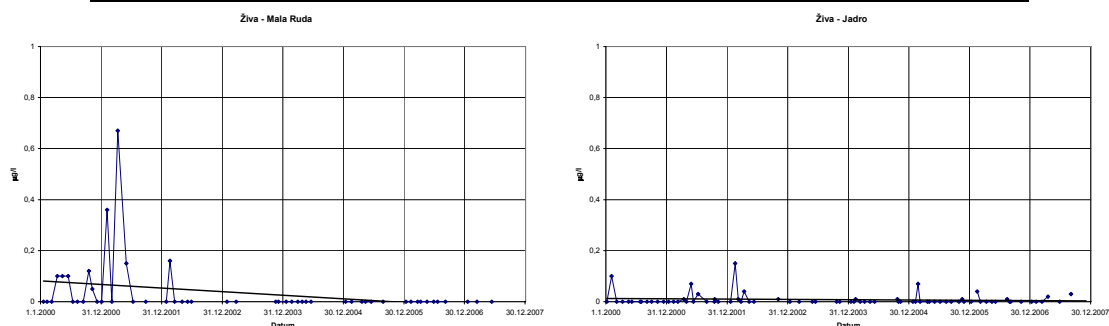
Koncentracije **olova** su na izvorima u CPV Cetina male u prosječnim vrijednostima, ali maksimumi na Maloj Rudi i Jadru prelaze TV vrijednosti za pitke vode. Na Žrnovnici su maksimalne koncentracije nešto niže od TV, a na Vukovića vrelo i Šilovki sve su vrijednosti ispod granice detekcije. Visoke koncentracije olova na Maloj Rudi i Jadru izmjerene su tijekom 2000. godine, a kasnije su koncentracije pale ispod granice detekcije.

	Vukovića vrelo	Šilovka	Mala Ruda	Jadro	Žrnovnica	CPV Cetina	TV
olovo <sub>min</sub> (µg Pb /l)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	10
olovo <sub>max</sub> (µg Pb /l)	< 1	< 1	15,6	32,1	7,0	32,1	
olovo <sub>sr</sub> (µg Pb /l)	< 1	< 1	2,02	2,03	1,09	1,82	



Koncentracija **žive** je u prosječnim vrijednostima ispod granice detekcije na svim izvorima. Na svega nekoliko uzoraka su izmjerene koncentracije veće od granice detekcije i to na Maloj Rudi i Jadru. Na Maloj Rudi to je zabilježeno početkom 2000. godine, a kasnije su svi uzorci bili ispod granice detekcije.

	Vukovića vrelo	Šilovka	Mala Ruda	Jadro	Žrnovnica	CPV Cetina	TV
živa <sub>min</sub> (µg Hg /l)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1
živa <sub>max</sub> (µg Hg /l)	< 0,1	< 0,1	0,67	0,15	< 0,1	0,67	
živa <sub>sr</sub> (µg Hg /l)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	



**Kloridi i sulfati** su u CPV Cetina niskih koncentracija, osim na Šilovki (nalazi se nizvodno od Peruče) gdje su povišene koncentracije zbog naslaga gipsa.

	Vukovića vrelo	Šilovka	Mala Ruda	Jadro	Žrnovnica	CPV Cetina	TV
sulfati <sub>min</sub> (mg/l)	3,08	8,7	5,4	2,2	4,8	2,2	250
sulfati <sub>max</sub> (mg/l)	9,7	71	36	37	148	148	
sulfati <sub>sr</sub> (mg/l)	5,16	21,75	16,91	15,31	16,51	17,33	

	Vukovića vrelo	Šilovka	Mala Ruda	Jadro	Žrnovnica	CPV Cetina	TV
kloridi <sub>min</sub> (mg/l)	2,0	< 5	2,48	2,0	6	2,0	250
kloridi <sub>max</sub> (mg/l)	22,51	354	38	39	60	354	
kloridi <sub>sr</sub> (mg/l)	5,75	45,17	9,07	15,96	18,93	22,68	

**Trikloretilen i tetrakloretilen** nisu opažani u Državnoj mreži opažanja Hrvatskih voda. TV vrijednost je ukupno za trikloretilen i tetrakloretilen 10 µg/l.

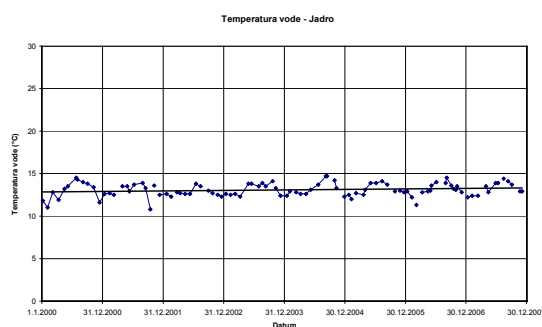
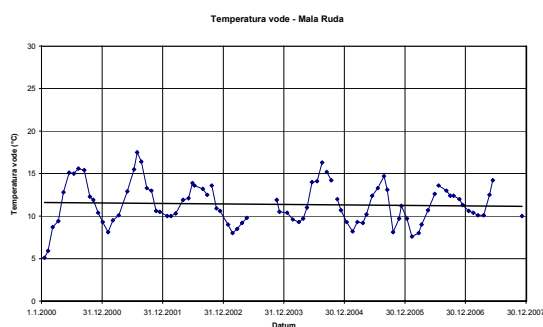
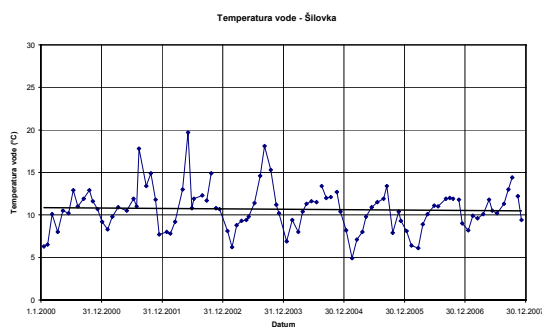
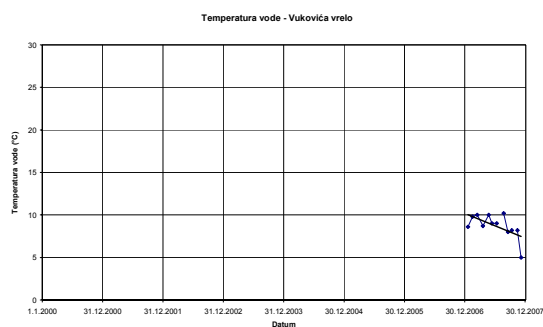
### Ostali pokazatelji

Krivulja sadržaja **slobodnog CO<sub>2</sub>** u podzemnoj vodi pokazuje ustaljene vrlo niske koncentracije na svim izvorima. U CPV prema rezultatima koncentracije slobodnog CO<sub>2</sub> nema povećanog otapanja vapnenačkih stijena (procesa okršavanja).

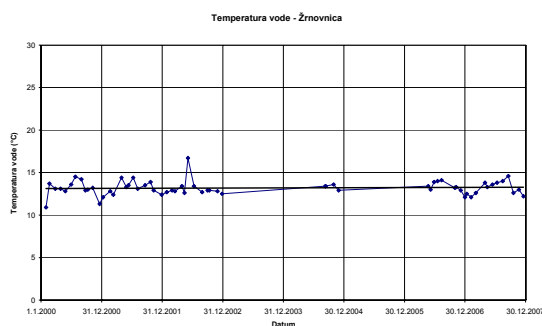
	Vukovića vrelo	Šilovka	Mala Ruda	Jadro	Žrnovnica	CPV Cetina
slobodni CO <sub>2</sub> min (mg CO <sub>2</sub> /l)		6,6	6,2	3,4	6,4	3,4
slobodni CO <sub>2</sub> max (mg CO <sub>2</sub> /l)		8,2	7,8	7,6	9,0	9,0
slobodni CO <sub>2</sub> sr (mg CO <sub>2</sub> /l)		7,31	7,07	6,86	7,07	7,08

**Temperatura vode** na svim izvorima u CPV Cetina je ispod TV vrijednosti (25 °C) i prati srednju godišnju temperaturu zraka na slivnom području. Na izvorištima Šilovka i Mala Ruda temperatura ima sezonske varijacije zbog smanjenog dotoka iz podzemlja i povećane temperature zraka.

	Vukovića vrelo	Šilovka	Mala Ruda	Jadro	Žrnovnica	CPV Cetina	TV
T <sub>min</sub> (°C)	5,0	4,9	5,1	10,8	10,9	4,9	25
T <sub>max</sub> (°C)	10,2	19,7	17,5	14,7	16,7	19,7	
T <sub>sr</sub> (°C)	8,7	10,6	11,4	13,1	13,2	11,9	

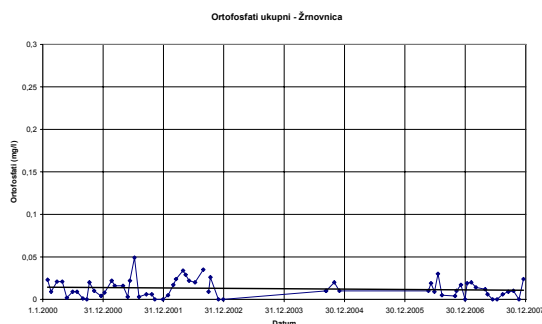
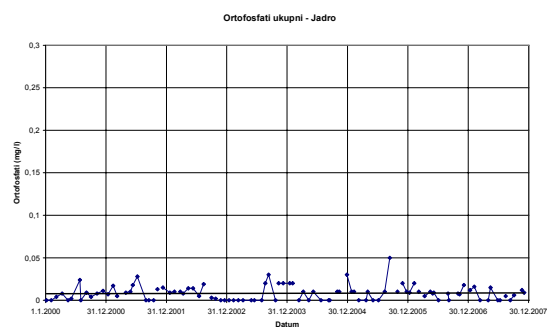
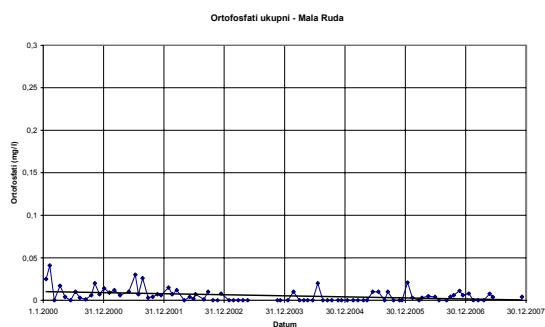
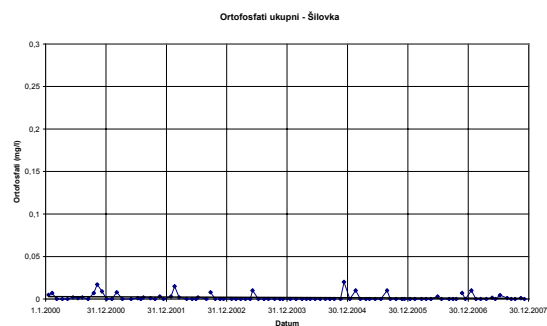
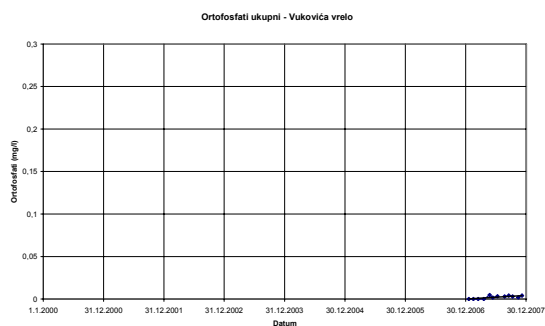






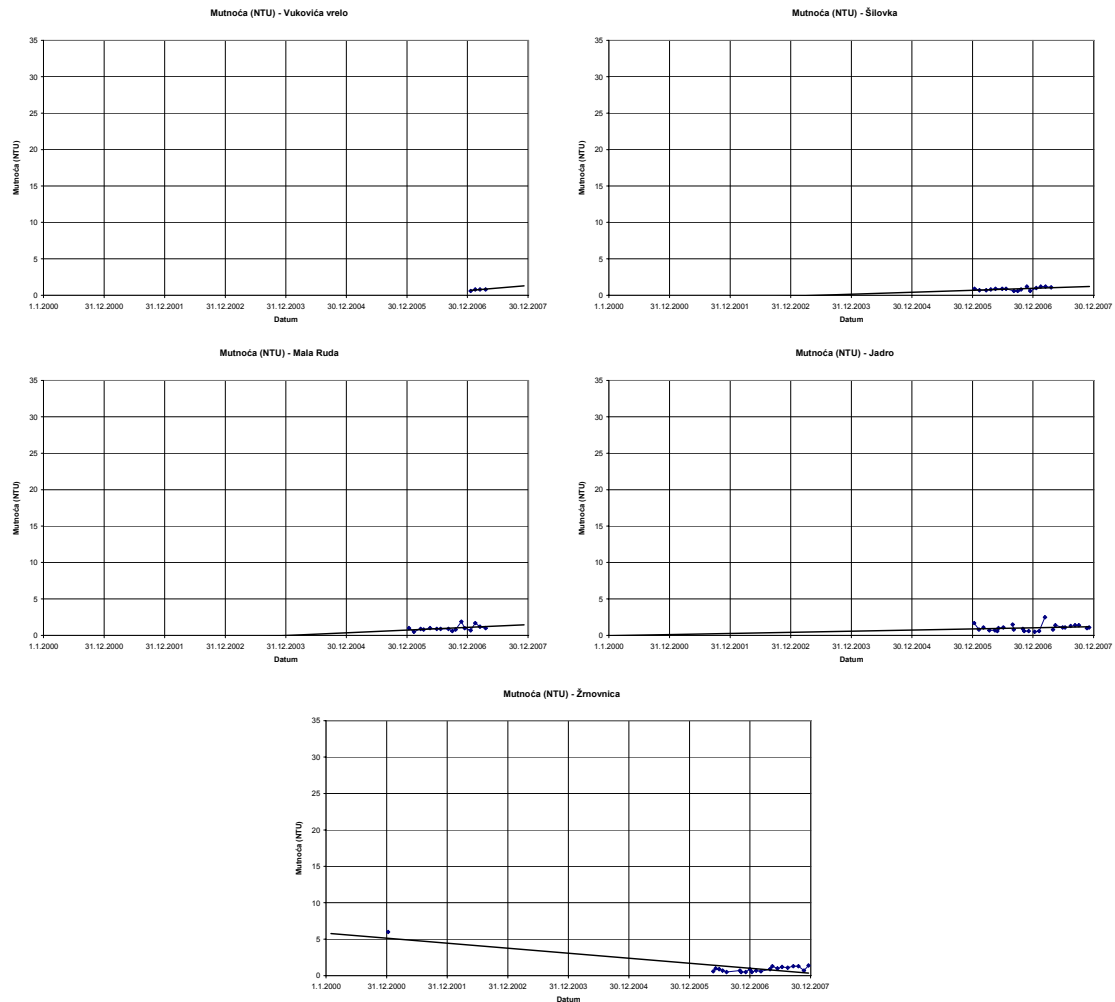
Na izvorima u CPV Cetina koncentracija **ortofosfata** je vrlo niska i ispod TV vrijednosti (0,3 mg/l).

	Vukovića vrelo	Šilovka	Mala Ruda	Jadro	Žrnovnica	CPV Cetina	TV
ortofosfati <sub>min</sub> (mg/l)	< 0,003	< 0,001	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,001	0,3
ortofosfati <sub>max</sub> (mg/l)	0,005	0,020	0,041	0,050	0,049	0,050	
ortofosfati <sub>sr</sub> (mg/l)	0,003	0,004	0,007	0,009	0,013	0,008	

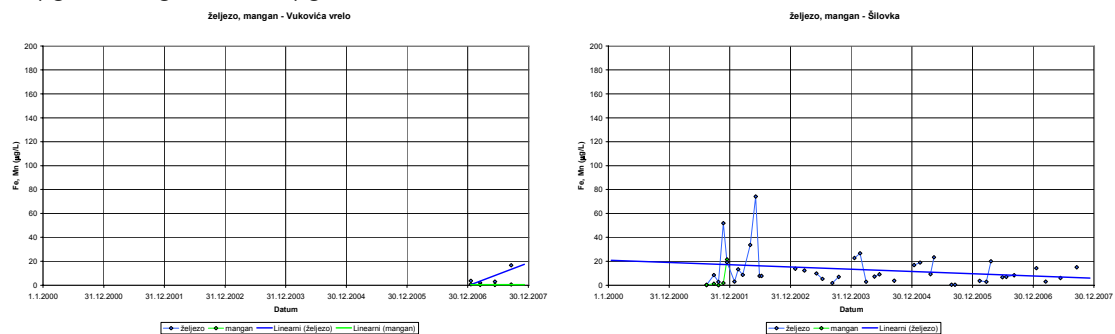


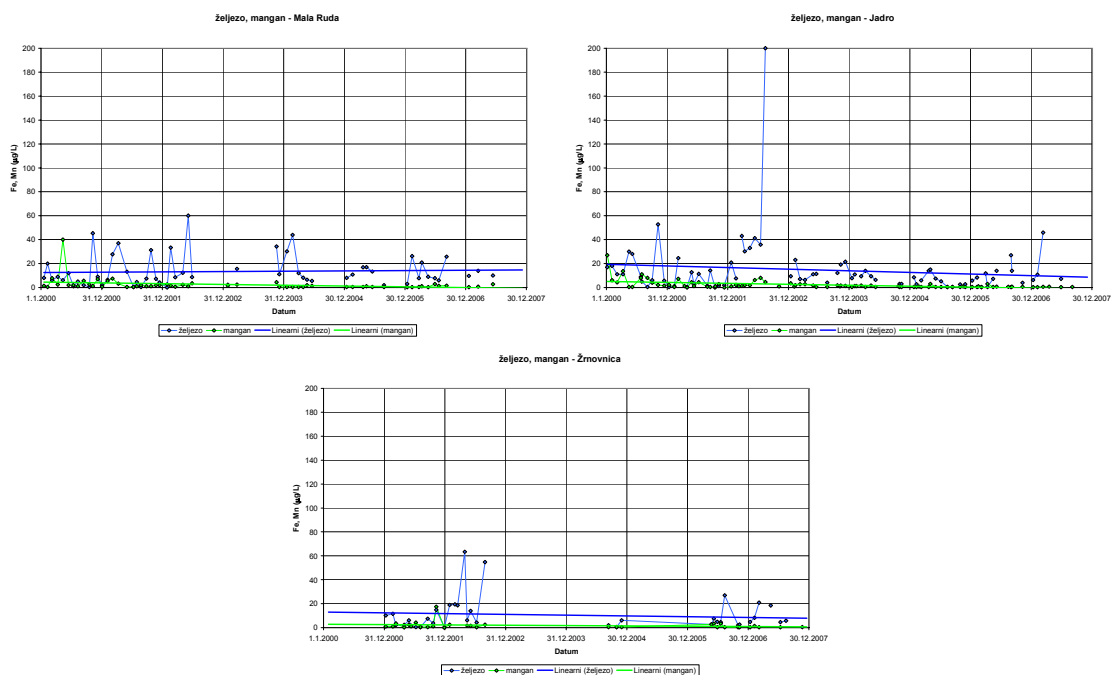
**Mutnoća** je na izvorima u CPV Cetina ispod TV vrijednosti osim jednog uzorka na Žrnovnici (siječanj 2001; 6,0 NTU). TV vrijednost iznosi 4 NTU. Na svim izvorima je srednja vrijednost mutnoće oko 1 NTU.

	Vukovića vrelo	Šilovka	Mala Ruda	Jadro	Žrnovnica	CPV Cetina	TV
mutnoća <sub>min</sub> (NTU)	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,1	4
mutnoća <sub>max</sub> (NTU)	0,8	1,2	1,9	2,5	6,0	4,4	
mutnoća <sub>sr</sub> (NTU)	0,75	0,88	0,99	1,05	1,10	1,00	
broj > MDK / broj analiza	0 / 4	0 / 16	0 / 16	0 / 25	1 / 22 (4,5%)	1 / 83 (1,2%)	



**Koncentracije željeza i mangana** imaju padajući trend na svim izvorštima osim na Vukovića vrelo, no tamo je napravljeno svega nekoliko analiza i nije reprezentativno za određivanje krivulje trenda. Koncentracije željeza su prosječno oko 20 puta niže od TV vrijednosti, a maksimalne vrijednosti dosežu 50% tih graničnih koncentracija. Samo je jedan uzorak na Jadru dosegnuo 200 Fe  $\mu\text{g/l}$ . TV vrijednost koncentracije željeza iznosi 200 Fe  $\mu\text{g/l}$ , a mangana 50 Mn  $\mu\text{g/l}$ .



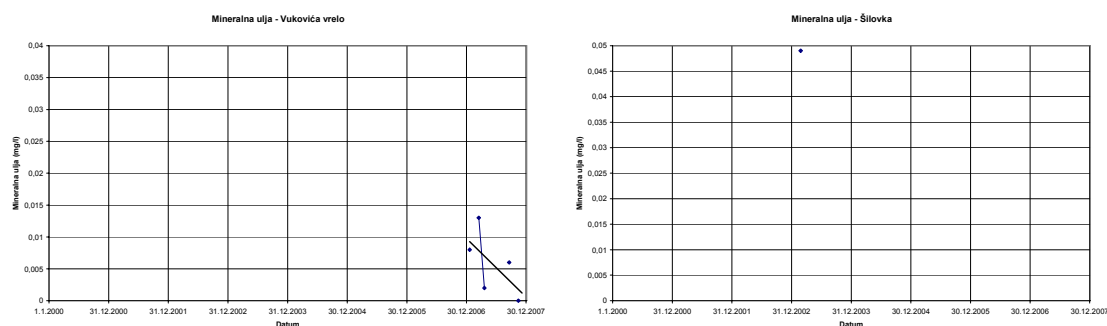


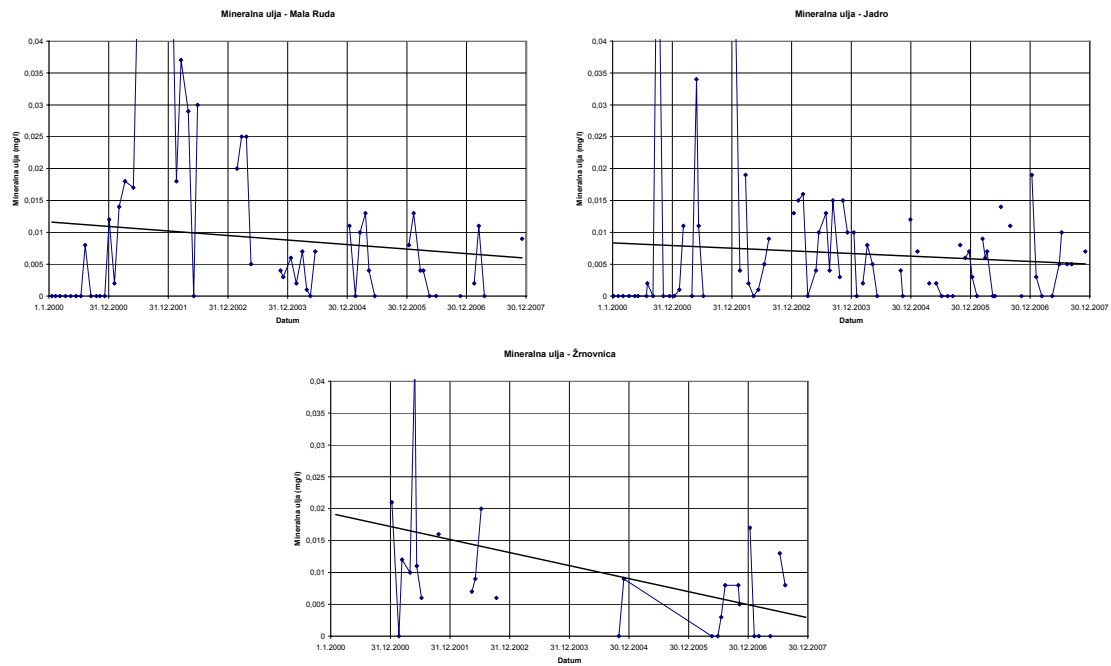
	Vukovića vrelo	Šilovka	Mala Ruda	Jadro	Žrnovnica	CPV Cetina	TV
Fe <sub>min</sub> (µg/l)	2,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	200
Fe <sub>max</sub> (µg/l)	16,7	74,1	60,1	200,0	63,4	200,0	
Fe <sub>sr</sub> (µg/l)	6,33	12,74	13,42	14,61	10,35	13,05	

	Vukovića vrelo	Šilovka	Mala Ruda	Jadro	Žrnovnica	CPV Cetina	TV
Mn <sub>min</sub> (µg/l)	< 0,50	< 1	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	50
Mn <sub>max</sub> (µg/l)	0,80	21,6	40,1	27,0	17,4	40,1	
Mn <sub>sr</sub> (µg/l)	0,47	4,99	3,09	2,18	1,77	2,24	

Analize **koncentracija mineralnih ulja** u vodi rađene su na svim izvorištima, ali na Vukovića vrelo svega 5 puta, a na Šilovki samo jedanput i ta je koncentracija veća od TV. Na ostalim izvorištima koncentracije mineralnih ulja povremeno višestruko prelaze TV vrijednost, ali je krivulja trenda padajuća.

	Vukovića vrelo	Šilovka	Mala Ruda	Jadro	Žrnovnica	CPV Cetina	TV
mineralna ulja <sub>min</sub> (mg/l)	< 0,001	0,049	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,020
mineralna ulja <sub>max</sub> (mg/l)	0,013	0,049	0,065	0,070	0,050	0,070	
mineralna ulja <sub>sr</sub> (mg/l)	0,006	0,049	0,009	0,007	0,010	0,008	
broj > MDK / broj analiza	0 / 5	1 / 1 (100%)	8 / 53 (15,1%)	3 / 76 (3,9%)	1 / 27 (3,7%)	13 / 162 (8%)	

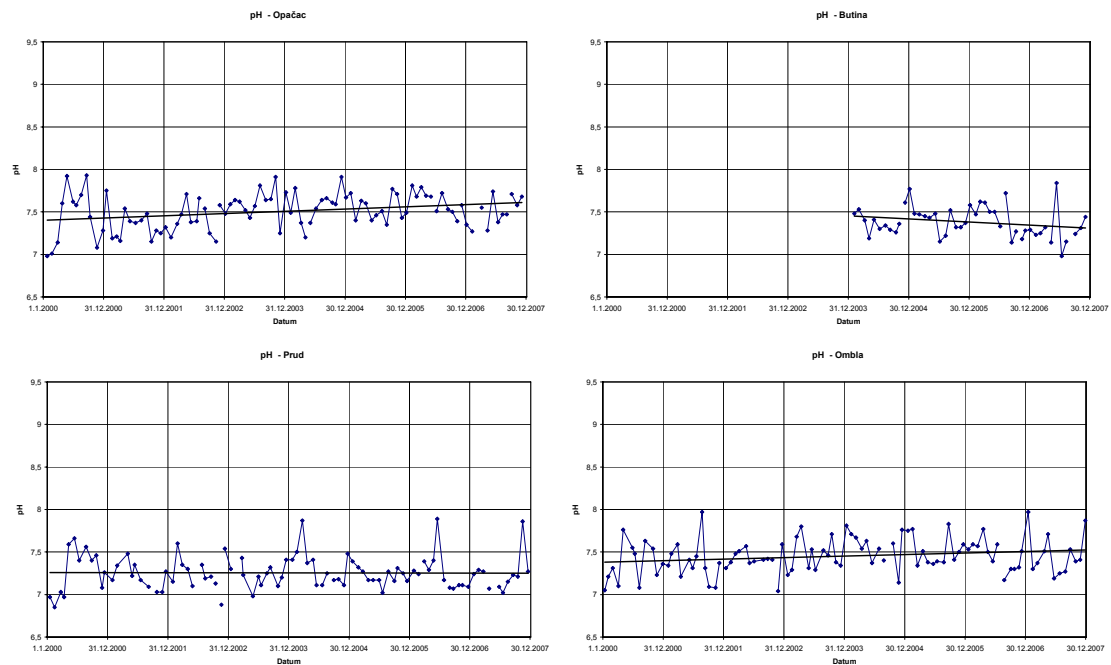


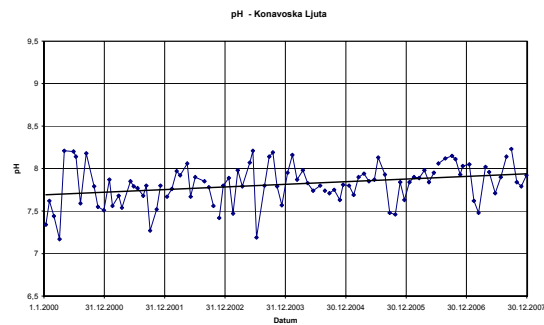


## 5.11. CPV Neretva

**DOBRO STANJE**

### pH vrijednost

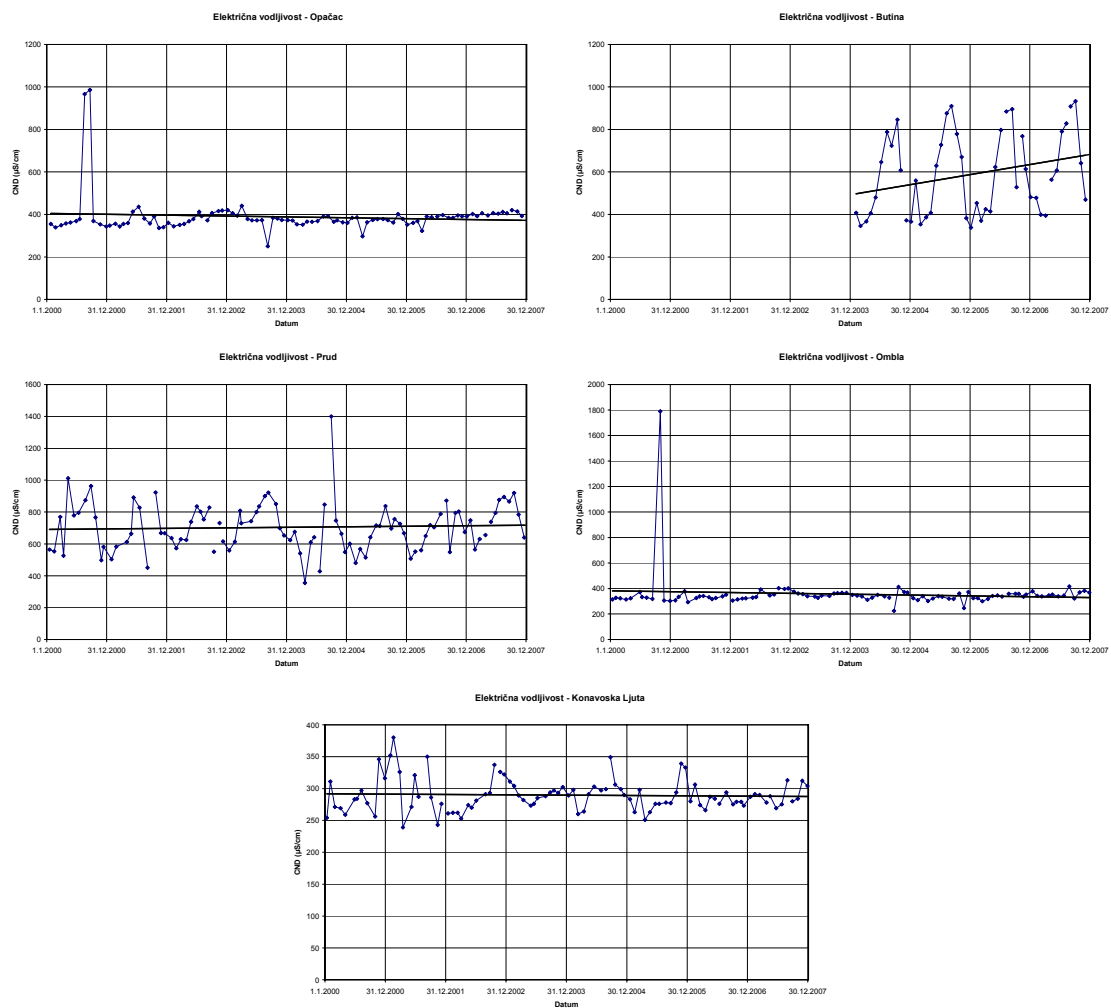




Maksimalno dozvoljeni raspon vrijednosti pH prema TV je od 6,5 do 9,5. Na analiziranim izvorima unutar CPV Neretva niti jedna analiza nije pokazala vrijednosti pH izvan propisanih raspona. Krivulja trenda pokazuje rast na svim izvorima osim na Butini gdje je blago padajući trend vrijednosti pH.

	Opačac	Butina	Prud	Ombla	Konavoska Ljuta	CPV Neretva	TV
pH <sub>min</sub>	6,95	6,98	6,85	7,04	7,17	6,85	6,5 – 9,5
pH <sub>max</sub>	7,93	7,84	7,89	7,97	8,23	8,23	
pH <sub>sr</sub>	7,50	7,38	7,25	7,45	7,81	7,49	

### Električna vodljivost

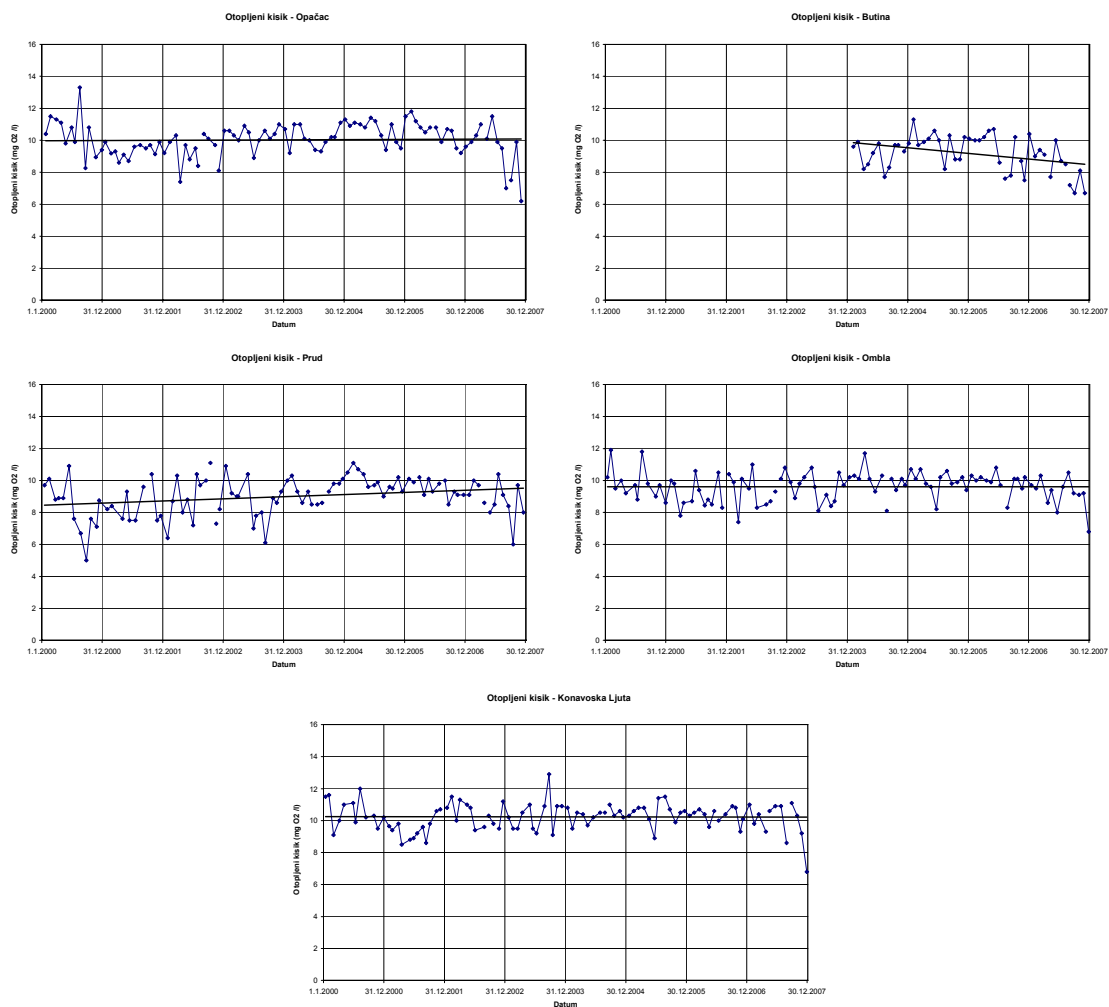


	Opačac	Butina	Prud	Ombla	Konavoska Ljuta	CPV Neretva	TV
CND <sub>min</sub> (μS/cm)	250	338	355	225	239	225	2.500
CND <sub>max</sub> (μS/cm)	986	933	1.400	1.789	380	1.789	
CND <sub>sr</sub> (μS/cm)	388	588	704	355	289	450	

Opažani izvori u CPV Neretva nemaju problema s utjecajem mora, a krivulje trenda su ustaljene. Uzlazni je trend zabilježen na Butini, a na njemu je i najveća sezonska varijacija vrijednosti elektrolitičke vodljivosti. Za vrijeme malih voda vrijednost CND-a je veća, a za vrijeme velikih voda kada su velika razrjeđenja vrijednost CND-a se smanjuje. Povremeno povećanje CND-a na Opačcu, Prudu i Ombli dešava se tijekom prvih kiša u jesenskom razdoblju kada dolazi do spiranja podzemlja što se rezultira povećanom mutnoćom na izvorima, odnosno povećanom mineralizacijom vode. TV vrijednost elektrolitičke vodljivosti (CND) iznosi 2.500 μS/cm.

### Otopljeni kisik

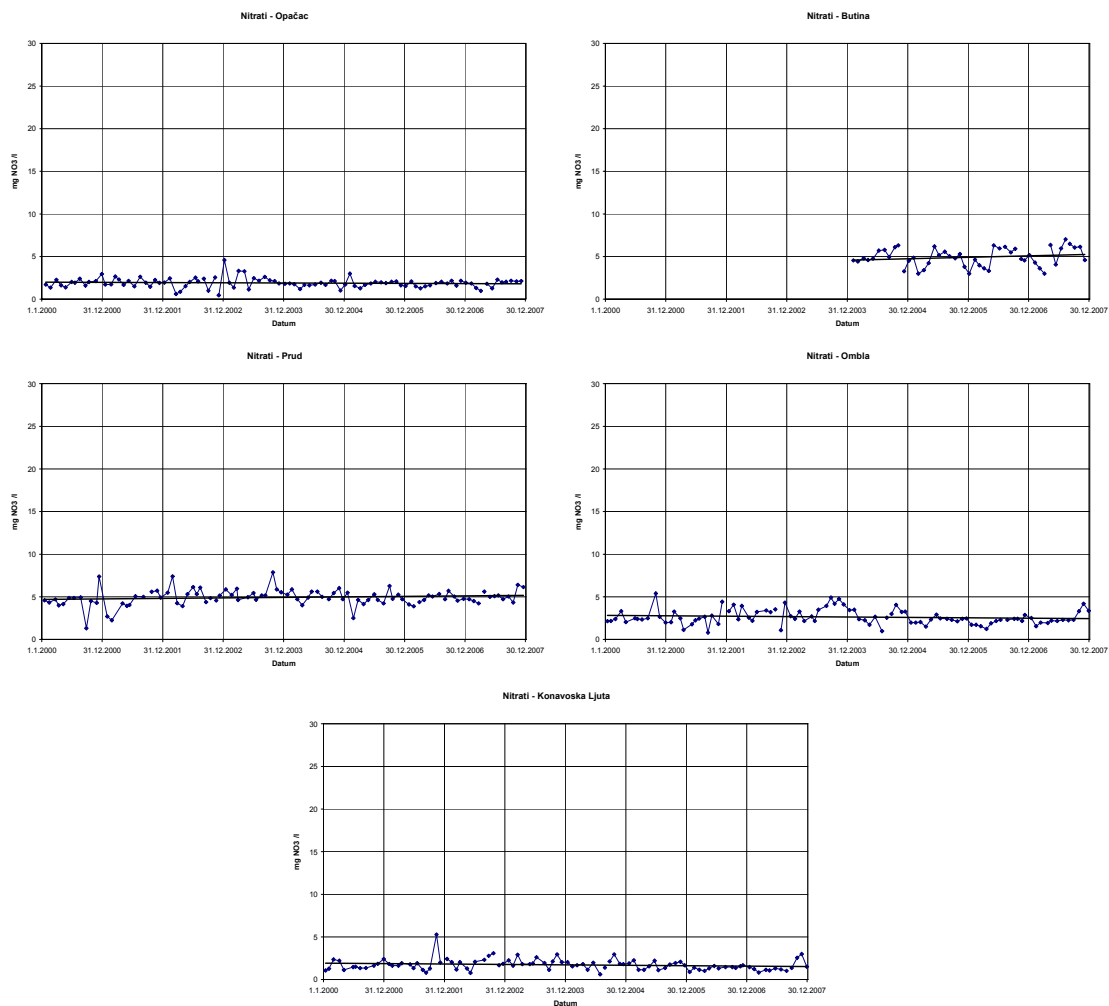
	Opačac	Butina	Prud	Ombla	Konavoska Ljuta	CPV Neretva
otopljeni kisik <sub>min</sub> (mg/l)	6,2	6,7	5,0	6,8	6,8	5,0
otopljeni kisik <sub>max</sub> (mg/l)	13,3	11,3	11,1	11,9	12,9	13,3
otopljeni kisik <sub>sr</sub> (mg/l)	10,0	9,2	8,9	9,6	10,2	9,6



Na području CPV Neretva na svim točkama opažanja zabilježen je trend porasta koncentracije otopljenog kisika ili ustaljena vrijednost osim na Butini gdje je padajući trend.

## Nitrati

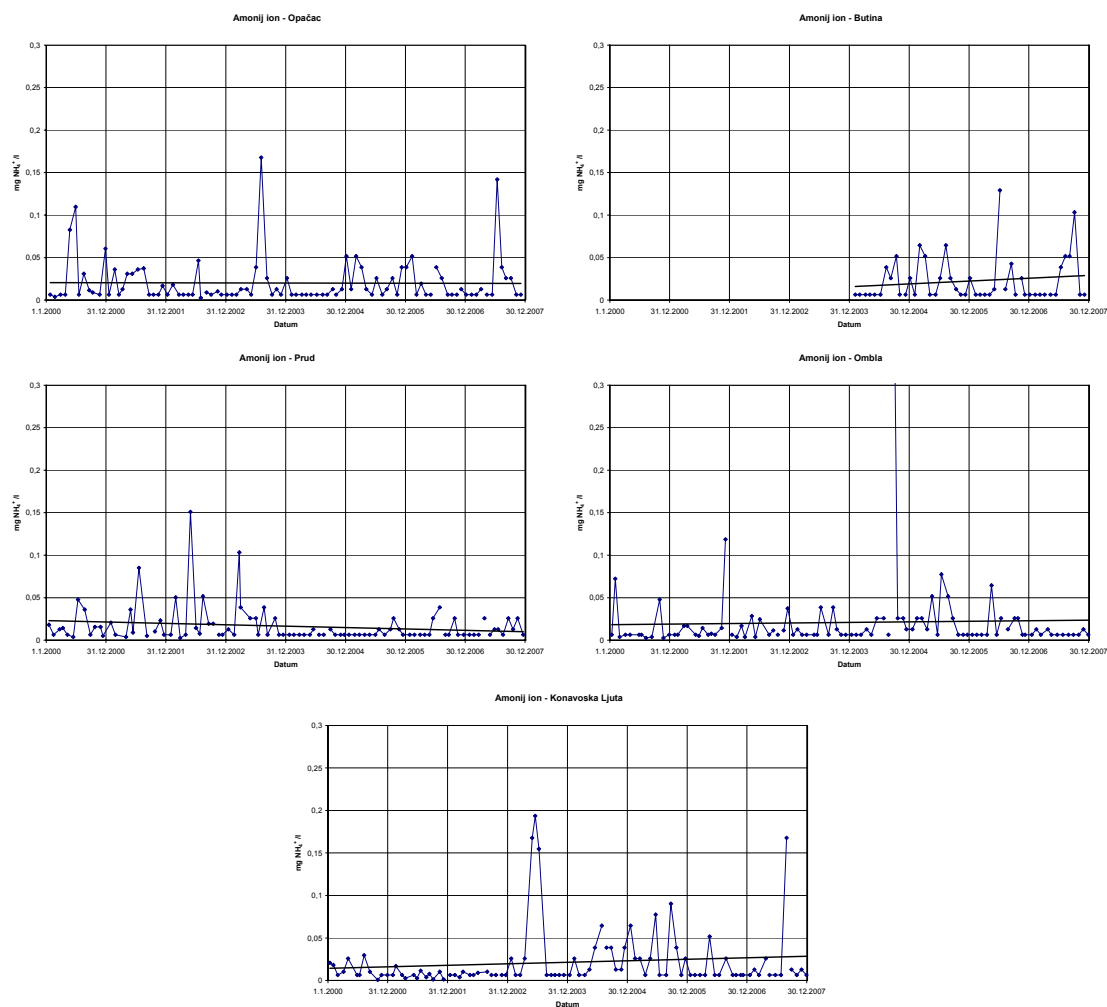
	Opačac	Butina	Prud	Ombla	Konavoska Ljuta	CPV Neretva	TV
nitrat <sub>min</sub> (mg NO <sub>3</sub> /l)	0,47	3,00	1,32	0,80	0,62	0,47	50
nitrat <sub>max</sub> (mg NO <sub>3</sub> /l)	4,59	7,02	7,87	5,41	5,27	7,87	
nitrat <sub>sr</sub> (mg NO <sub>3</sub> /l)	1,91	4,93	4,93	2,63	1,73	3,02	



Grafična vrijednost (TV) iznosi 50 NO<sub>3</sub> mg/l i svi vodni objekti se nalaze daleko ispod te granice. Trend koncentracija nitrata je na svim izvorštima ustaljen. Najveće srednje vrijednosti su na izvorima Butina i Prud.

## Amonij ion

	Opačac	Butina	Prud	Ombla	Konavoska Ljuta	CPV Neretva	TV
amonij ion <sub>min</sub> (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l)	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,5
amonij ion <sub>max</sub> (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l)	0,167	0,129	0,151	0,529	0,193	0,529	
amonij ion <sub>sr</sub> (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l)	0,020	0,022	0,016	0,021	0,021	0,020	



Prosječne vrijednosti koncentracija amonij iona relativno su male, ali za vrijeme velikih voda dolazi do povećanja koncentracije i one povremeno prelaze TV vrijednosti. To je zabilježeno na Ombli, dok na ostalim izvorištima pikovi nisu toliko izraženi. TV granična vrijednost iznosi 0,50 NH<sub>4</sub> mg/l.

### **Pokazatelji određeni Direktivom o podzemnim vodama**

Analize koncentracija **ukupnih pesticida** u podzemnoj vodi na CPV Neretva pokazale su koncentracije niže od granice detekcije.

	Opačac	Butina	Prud	Ombli	Konavoska Ljuta	CPV Neretva	TV
ukupni pesticidi <sub>max</sub> (µg/l)		< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,5

**Arsen** nije analiziran u sklopu Državne mreže opažanja Hrvatskih voda na vodnim objektima u CPV Neretva.

Koncentracije **kadmija** su vrlo niske na Opačcu i Butini (ispod granice detekcije). Na Prudu i Ombli maksimalne vrijednosti su nešto ispod TV vrijednosti, a na Konavoskoj Ljutoj višestruko prelazi TV. U prosječnim vrijednostima daleko su TV vrijednosti. Maksimumi su zabilježeni na Ombli i Konavoskoj Ljutoj tijekom siječnja i veljače 2000. godine, a na Prudu u razdoblju od rujna 2000. do veljače 2001. godine. Kasnije su gotovo svi uzorci ispod granice detekcije.



	Opačac	Butina	Prud	Ombla	Konavoska Ljuta	CPV Neretva	TV
kadmij <sub>min</sub> (µg Cd /l)	< 0,3	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	5
kadmij <sub>max</sub> (µg Cd /l)	< 0,3	< 0,1	4,0	4,1	12,0	12,0	
kadmij <sub>sr</sub> (µg Cd /l)	< 0,3	< 0,1	0,353	0,247	0,401	0,303	

Koncentracije **olova** su tijekom 2000. godine bili iznad TV na Prudu i Ombli, te povišeni na Konavoskoj Ljutjoj. Kasnije analize pokazuju koncentracije manje od granice detekcije.

	Opačac	Butina	Prud	Ombla	Konavoska Ljuta	CPV Neretva	TV
olovo <sub>min</sub> (µg Pb /l)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	10
olovo <sub>max</sub> (µg Pb /l)	< 1	< 1	32,0	20,0	9,9	32,0	
olovo <sub>sr</sub> (µg Pb /l)	< 1	< 1	3,45	2,22	1,46	2,17	

Koncentracija **žive** je ispod granice detekcije na Opačcu i Butini u svim analizama. Na Prudu, Konavoskoj Ljutjoj i Ombli zabilježeno je višestruko prekoračenje TV u 2000. godini. Kasnije su analize ispod granice detekcije (0,1 µg Hg /l).

	Opačac	Butina	Prud	Ombla	Konavoska Ljuta	CPV Neretva	TV
živa <sub>min</sub> (µg Hg /l)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1
živa <sub>max</sub> (µg Hg /l)	< 0,1	< 0,1	10,9	1,35	4,83	10,9	
živa <sub>sr</sub> (µg Hg /l)	< 0,1	< 0,1	0,238	0,077	0,149	0,142	

**Kloridi** su u CPV Neretva vrlo niskih koncentracija osim na jednom uzorku na Ombli, ali su **sulfati** nešto povišeni povremeno na Butini i Prudu.

	Opačac	Butina	Prud	Ombla	Konavoska Ljuta	CPV Neretva	TV
sulfati <sub>min</sub> (mg/l)	4,8	16	32	2,2	1,6	1,6	250
sulfati <sub>max</sub> (mg/l)	25	425	289	109	24	425	
sulfati <sub>sr</sub> (mg/l)	13,67	157,79	157,93	7,07	4,56	57,55	

	Opačac	Butina	Prud	Ombla	Konavoska Ljuta	CPV Neretva	TV
kloridi <sub>min</sub> (mg/l)	5	5	10	2	2	2	250
kloridi <sub>max</sub> (mg/l)	21	13	60	750	20	750	
kloridi <sub>sr</sub> (mg/l)	9,16	8,19	28,93	16,44	9,02	14,90	

**Trikloretilen** i **tetrakloretilen** nisu opažani u Državnoj mreži opažanja Hrvatskih voda. TV vrijednost je ukupno za trikloretilen i tetrakloretilen 10 µg/l.

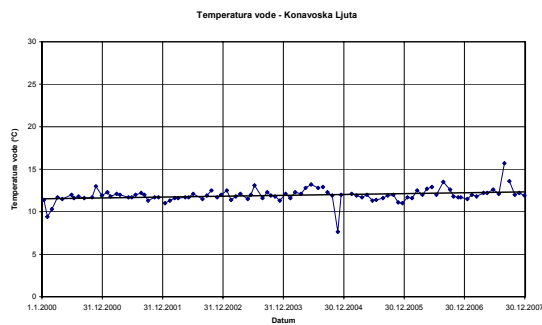
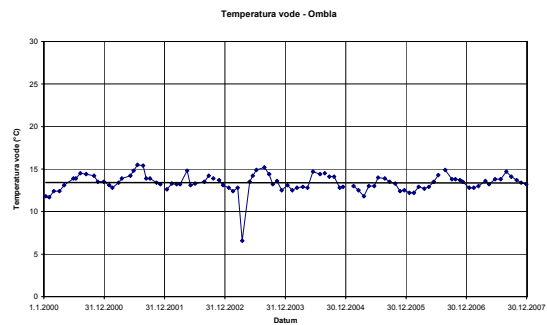
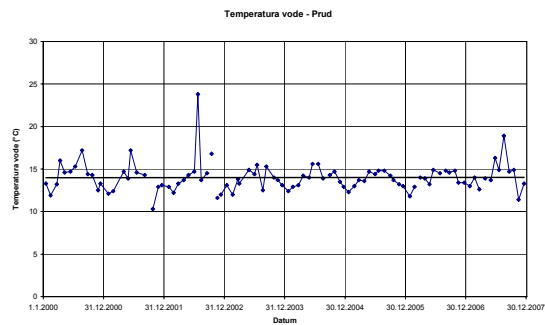
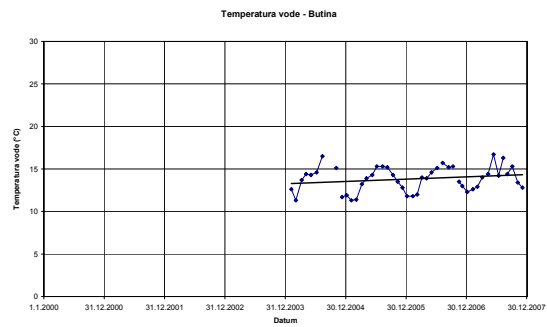
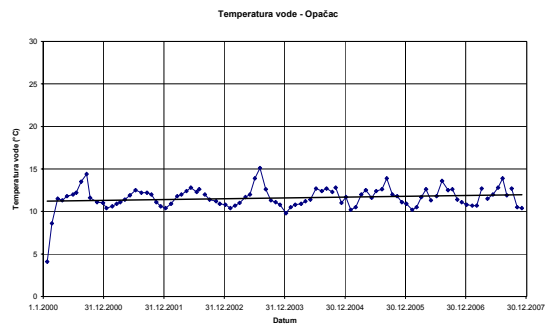
### Ostali pokazatelji

Krivulja sadržaja **slobodnog CO<sub>2</sub>** u podzemnoj vodi pokazuje ustaljene vrlo niske koncentracije na svim izvorima. U CPV prema rezultatima koncentracije slobodnog CO<sub>2</sub> nema povećanog otapanja vapnenačkih stijena (procesa okršavanja).

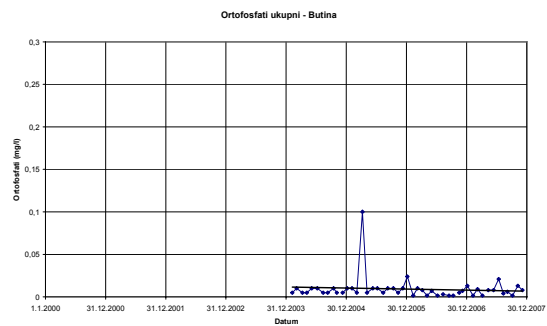
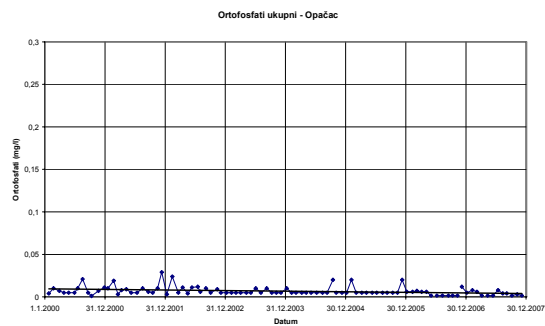
	Opačac	Butina	Prud	Ombla	Konavoska Ljuta	CPV Neretva
slobodni CO <sub>2 min</sub> (mg CO <sub>2</sub> /l)	6,2	7,0	6,4	6,2	6,4	6,2
slobodni CO <sub>2 max</sub> (mg CO <sub>2</sub> /l)	8,2	8,0	9,0	8,0	8,0	9,0
slobodni CO <sub>2 sr</sub> (mg CO <sub>2</sub> /l)	7,26	7,36	7,13	7,32	6,99	7,19

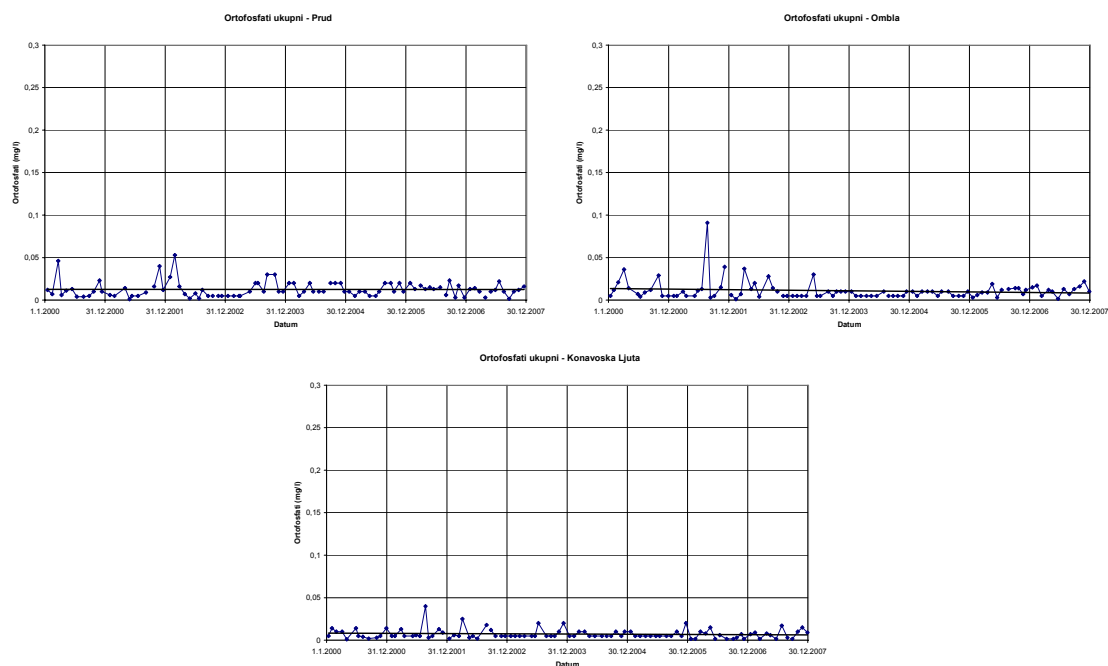
**Temperatura vode** na svim izvorima u CPV Neretva je ispod TV vrijednosti (25 °C) i prati srednju godišnju temperaturu zraka na slivnom području. Na izvoru Prud je izmjerena maksimalna temperatura od 23,8 °C tijekom ljetnog sušnog razdoblja 2001. godine kada je smanjeno istjecanje i veliki je utjecaj temperature zraka.

	Opačac	Butina	Prud	Ombla	Konavska Ljuta	CPV Neretva	TV
$T_{min}$ (°C)	4,1	11,3	10,3	6,6	7,6	4,1	25
$T_{max}$ (°C)	15,1	16,7	23,8	15,5	15,7	23,8	
$T_{sr}$ (°C)	11,6	13,8	13,9	13,4	11,9	12,8	



Na izvorima u CPV Cetina koncentracija **ortofosfata** je vrlo niska i ispod TV vrijednosti (0,3 mg/l), a krivulje trenda su ustaljene.

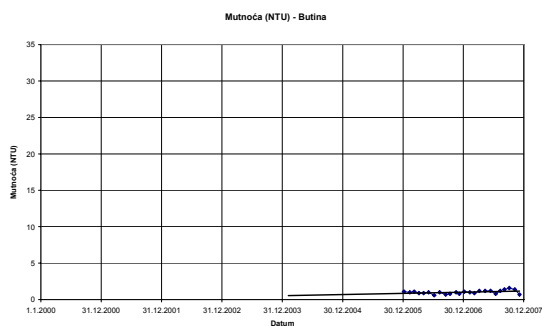
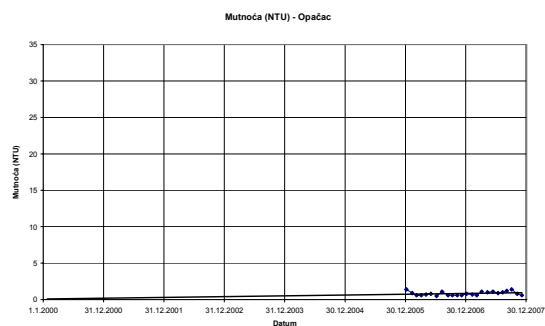


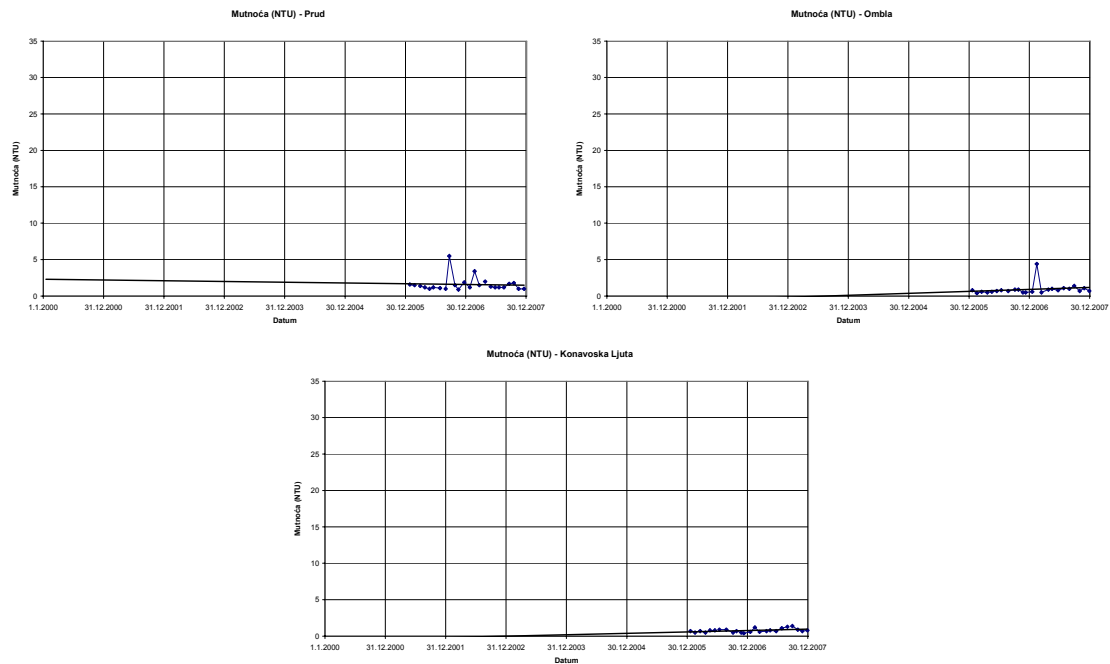


	Opačac	Butina	Prud	Ombla	Konavoska Ljuta	CPV Neretva	TV
ortofosfati <sub>min</sub> (mg/l)	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	0,3
ortofosfati <sub>max</sub> (mg/l)	0,029	0,100	0,053	0,091	0,040	0,100	
ortofosfati <sub>sr</sub> (mg/l)	0,006	0,009	0,012	0,011	0,007	0,009	

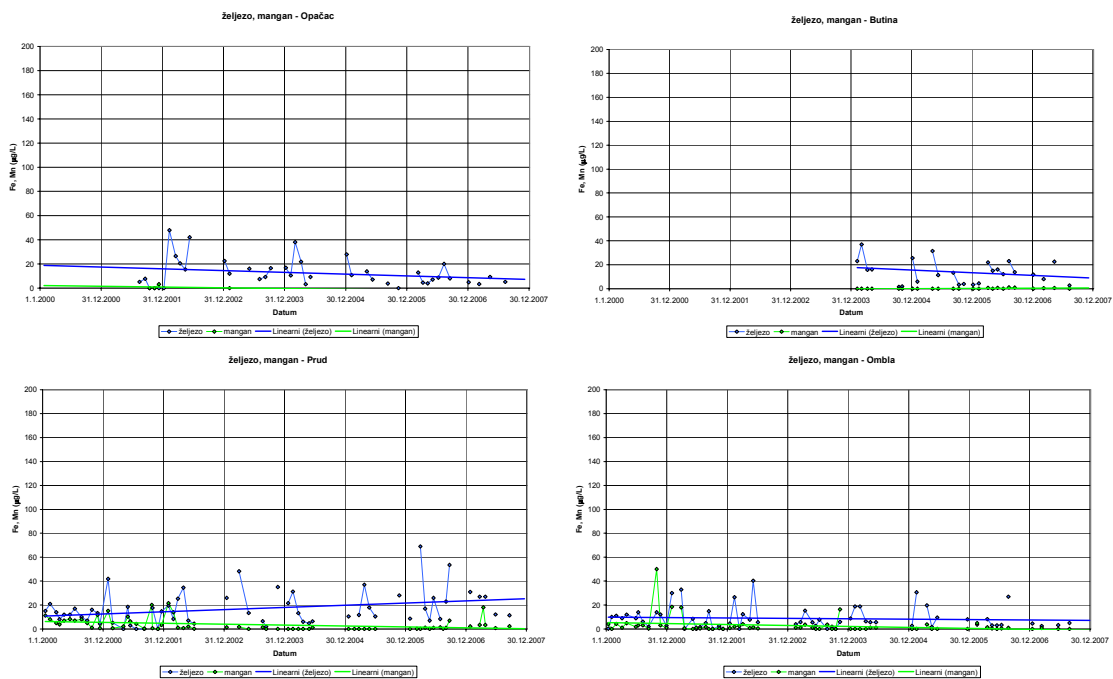
**Mutnoća** je na izvorima u CPV Neretva ispod vrijednosti TV osim jednog uzorka na Prudu (rujan 2006; 5,5 NTU) i jednog uzorka na Ombli (veljača 2007; 4,4 NTU). TV vrijednost iznosi 4 NTU. Na svim izvorima je srednja vrijednost mutnoće oko 1 NTU.

	Opačac	Butina	Prud	Ombla	Konavoska Ljuta	CPV Neretva	TV
mutnoća <sub>min</sub> (NTU)	0,5	0,6	0,9	0,4	0,4	0,4	4
mutnoća <sub>max</sub> (NTU)	1,4	1,6	5,5	4,4	1,4	5,5	
mutnoća <sub>sr</sub> (NTU)	0,84	1,02	1,59	0,92	0,78	1,03	
broj > MDK / broj analiza	0 / 24	0 / 24	1 / 24 (4,2%)	1 / 24 (4,2%)	0 / 24	2 / 120 (1,6%)	

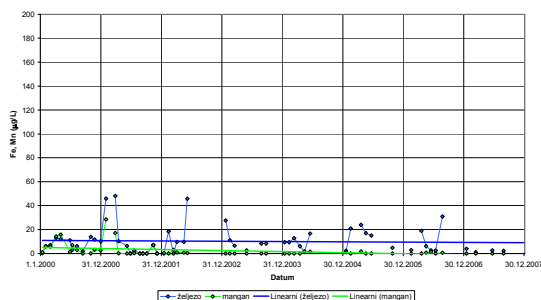




**Koncentracije željeza** imaju padajući trend na svim izvorištima osim na Prudu, ali su i tamo koncentracije i preko tri puta niže od TV vrijednosti. **Koncentracije mangana** su niske u prosječnim vrijednostima i imaju padajući trend, ali je na Ombli na jednom uzorku bila koncentracija od graničnih 50  $\mu\text{g/l}$ . TV vrijednost koncentracije željeza iznosi 200 Fe  $\mu\text{g/l}$ , a mangana 50 Mn  $\mu\text{g/l}$ .



željezo, mangan - Konavoska Ljuta

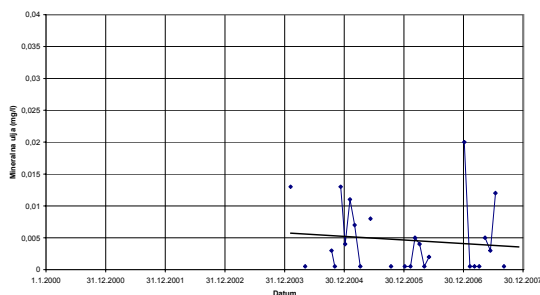


	Opačac	Butina	Prud	Ombla	Konavoska Ljuta	CPV Neretva	TV
Fe <sub>min</sub> (µg/l)	< 1,0	1,5	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	200
Fe <sub>max</sub> (µg/l)	47,9	37,0	69,0	40,3	48,1	69,0	
Fe <sub>sr</sub> (µg/l)	12,5	13,8	17,3	8,8	10,2	12,3	

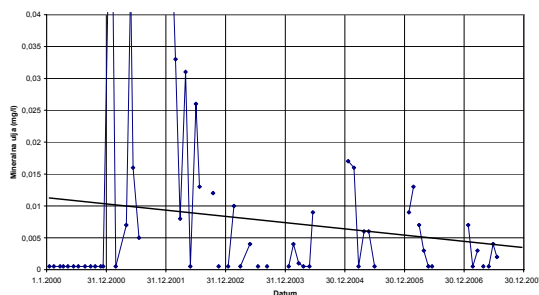
	Opačac	Butina	Prud	Ombla	Konavoska Ljuta	CPV Neretva	TV
Mn <sub>min</sub> (µg/l)	< 1,00	< 0,50	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	50
Mn <sub>max</sub> (µg/l)	3,20	1,10	21,6	50,0	28,5	50,0	
Mn <sub>sr</sub> (µg/l)	1,17	0,50	3,82	2,91	2,45	2,74	

Analize **koncentracija mineralnih ulja** u vodi rađene su na svim izvorištima osim na Opačcu. Na ostalim izvorištima koncentracije mineralnih ulja povremeno višestruko prelaze granične vrijednost, ali su krivulje trenda padajuća, a srednje koncentracije ispod TV vrijednosti.

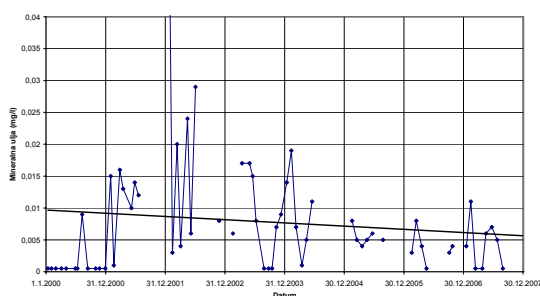
Mineralna ulja - Butina



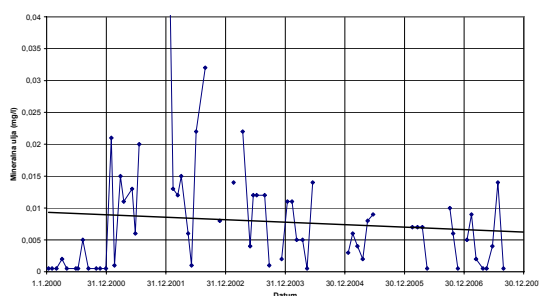
Mineralna ulja - Prud



Mineralna ulja - Ombla



Mineralna ulja - Konavoska Ljuta



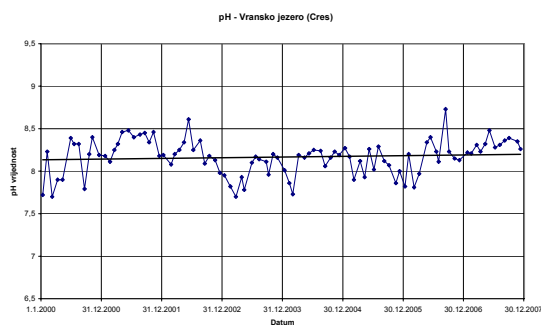
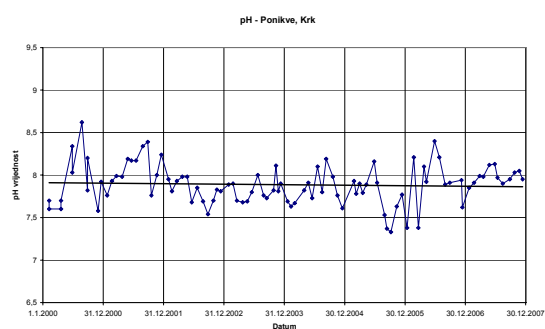
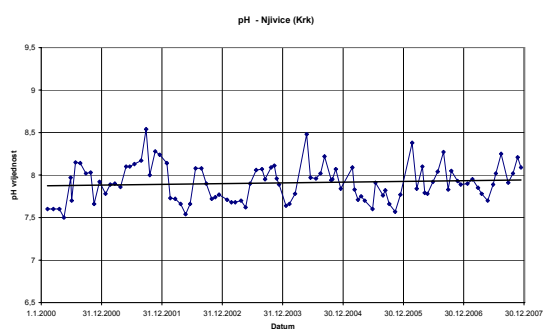
	Opačac	Butina	Prud	Ombla	Konavoska Ljuta	CPV Neretva	TV
mineralna ulja <sub>min</sub> (mg/l)		< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,020
mineralna ulja <sub>max</sub> (mg/l)		0,020	0,071	0,081	0,061	0,081	
mineralna ulja <sub>sr</sub> (mg/l)		0,004	0,007	0,008	0,008	0,007	
broj > MDK / broj analiza		1 / 25 (4%)	6 / 58 (10,3%)	3 / 63 (4,7%)	4 / 63 (6,3%)	14 / 209 (6,7%)	

## 5.12. CPV Jadranski otoci

**DOBRO STANJE**

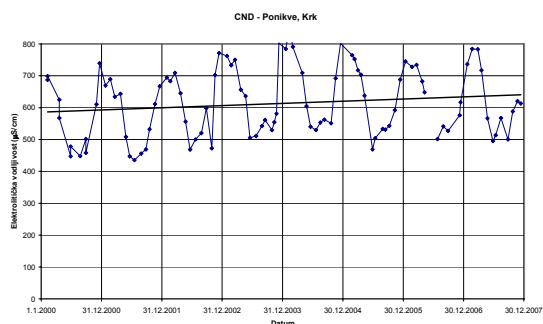
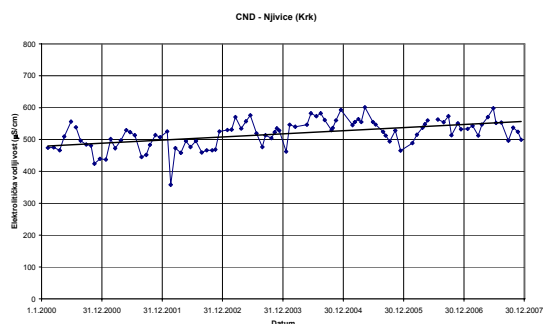
### pH vrijednost

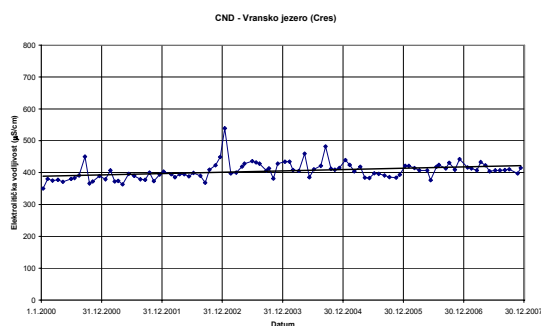
	Njivice (Krk)	Ponikve (Krk)	Krk	Vransko jezero (Cres)	TV
pH <sub>min</sub>	7,5	7,33	7,33	7,7	6,5 – 9,5
pH <sub>max</sub>	8,54	8,62	8,62	8,73	
pH <sub>sr</sub>	7,91	7,88	7,89	8,16	



Na otocima Krk i Cres niti jedna analiza nije pokazala vrijednosti pH izvan propisanih raspona. Krivulje trenda pokazuju ustaljene vrijednosti na svim vodnim objektima.

### Električna vodljivost

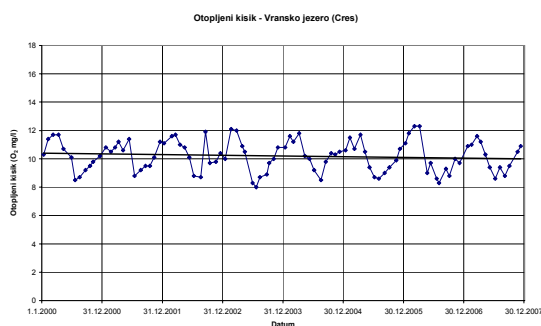
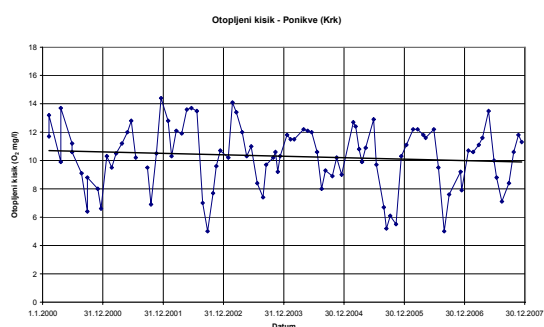
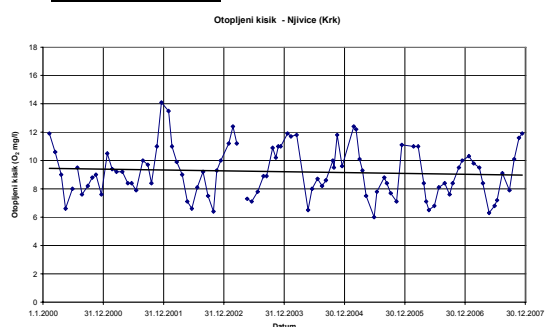




	Njivice (Krk)	Ponikve (Krk)	Krk	Vransko jezero (Cres)	TV
CND <sub>min</sub> (µS/cm)	358	435	358	350	2.500
CND <sub>max</sub> (µS/cm)	601	853	853	539	
CND <sub>sr</sub> (µS/cm)	518	613	565	405	

Na Njivicama i Ponikvama zabilježen je blagi rast krivulje trenda, a na Ponikvama su izmjerene velike sezonske varijacije vrijednosti električne vodljivosti. Na Vranskom jezeru na Cresu zabilježen je blagi porast krivulje trenda, a vrijednosti su sezonski dosta ujednačene. Granična vrijednost elektrolitičke vodljivosti (CND) iznosi 2.500 µS/cm i sve su analize ispod te vrijednosti.

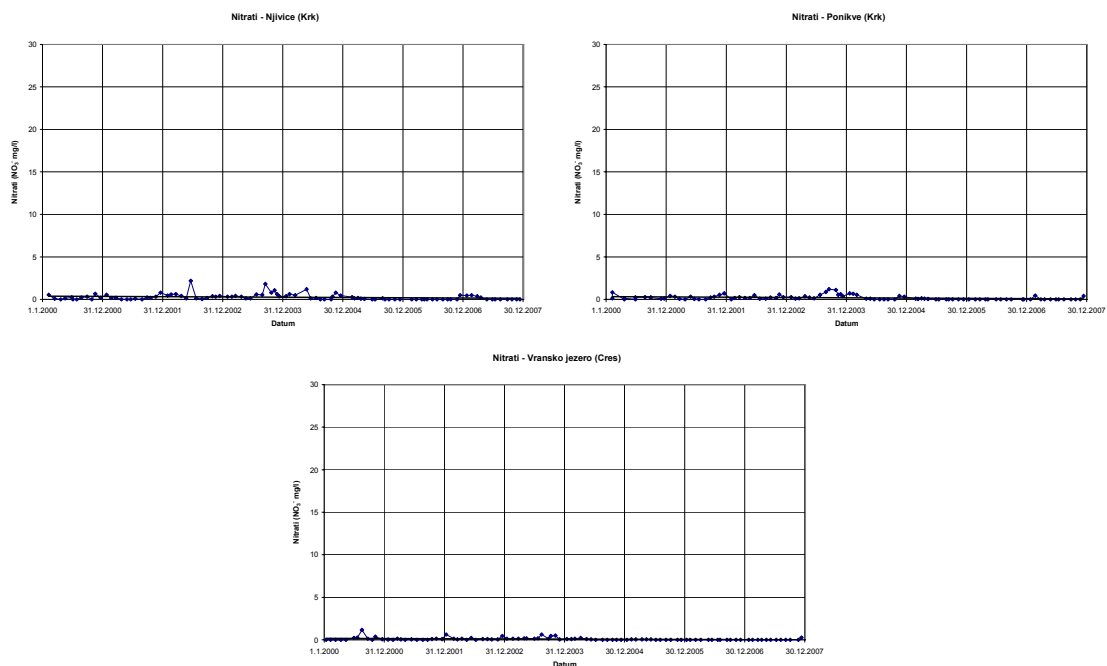
### Otopljeni kisik



	Njivice (Krk)	Ponikve (Krk)	Krk	Vransko jezero (Cres)
otopljeni kisik <sub>min</sub> (mg/l)	6,0	5,0	5,0	8,0
otopljeni kisik <sub>max</sub> (mg/l)	14,1	14,4	12,3	12,3
otopljeni kisik <sub>sr</sub> (mg/l)	9,21	10,29	9,75	10,19

Na vodnim objektima na Krku i Cresu zabilježen je ustaljeni trend do blagi pad. Na svim vodnim objektima zabilježena je sezonska varijacija koncentracije otopljenog kisika, ali je najveća na Ponikvama.

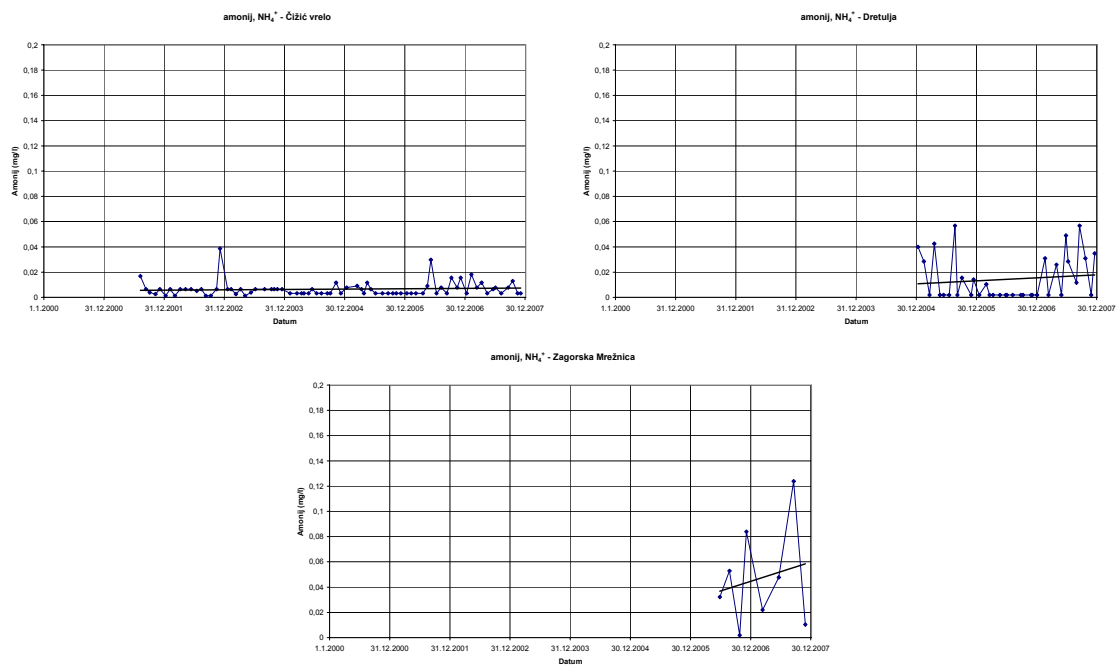
## Nitrati



	Njivice (Krk)	Ponikve (Krk)	Krk	Vransko jezero (Cres)	TV
nitrat <sub>min</sub> (mg NO <sub>3</sub> /l)	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	50
nitrat <sub>max</sub> (mg NO <sub>3</sub> /l)	2,16	1,19	2,16	1,15	
nitrat <sub>sr</sub> (mg NO <sub>3</sub> /l)	0,27	0,20	0,24	0,10	

Koncentracija nitrata na vodnim objektima na otocima Krk i Cres su izrazito niske, a veliki je broj analiza ispod granice detekcije. TV granična koncentracija iznosi 50 NO<sub>3</sub> mg/l.

## Amonij ion





	Njivice (Krk)	Ponikve (Krk)	Krk	Vransko jezero (Cres)	TV
amonij ion <sub>min</sub> (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l)	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,5
amonij ion <sub>max</sub> (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l)	0,238	0,187	0,238	0,034	
amonij ion <sub>sr</sub> (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l)	0,059	0,034	0,047	0,007	

Vrijednosti koncentracija amonij iona jako su male na Vranskom jezeru, no na Krku bez obzira na niske srednje vrijednosti maksimumi dolaze do 50% TV. Ta granična koncentracija iznosi 0,50 NH<sub>4</sub> mg/l.

### Pokazatelji određeni Direktivom o podzemnim vodama

Na vodnim objektima na Krku i Cresu nisu analizirani **ukupni pesticidi**.

**Arsen** nije analiziran u sklopu Državne mreže opažanja Hrvatskih voda na Krku i Cresu.

Koncentracije **kadmija** su vrlo niske na vodnim objektima na Krku i Cresu, odnosno ispod su granica detekcije.

	Njivice (Krk)	Ponikve (Krk)	Krk	Vransko jezero (Cres)	TV
kadmij <sub>min</sub> (µg Cd /l)	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	5
kadmij <sub>max</sub> (µg Cd /l)	< 0,1	< 0,1	< 1	< 1	
kadmij <sub>sr</sub> (µg Cd /l)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 1	

Koncentracije **olova** su ispod granice detekcije na Krku i Cresu.

	Njivice (Krk)	Ponikve (Krk)	Krk	Vransko jezero (Cres)	TV
olovo <sub>min</sub> (µg Pb /l)	< 1	< 1	< 1	< 1	10
olovo <sub>max</sub> (µg Pb /l)	< 1	< 1	< 1	< 1	
olovo <sub>sr</sub> (µg Pb /l)	< 1	< 1	< 1	< 1	

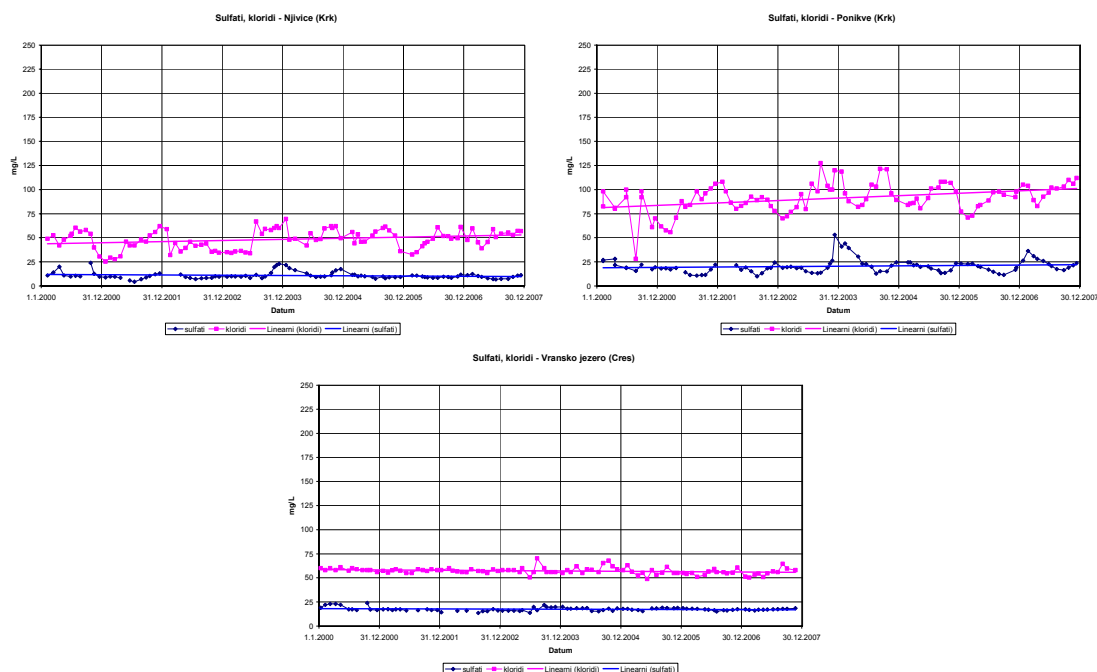
Koncentracija **žive** je ispod granice detekcije na Krku i Cresu.

	Njivice (Krk)	Ponikve (Krk)	Krk	Vransko jezero (Cres)	TV
živa <sub>min</sub> (µg Hg /l)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1
živa <sub>max</sub> (µg Hg /l)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	
živa <sub>sr</sub> (µg Hg /l)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	

**Kloridi** na Njivicama, ali i na Cresu imaju ustaljene vrijednosti sa malim sezonskim varijacijama, a na Ponikvama je zabilježen rastući trend. **Sulfati** su niskih koncentracija i imaju ustaljeni trend na svim opažanim objektima.

	Njivice (Krk)	Ponikve (Krk)	Krk	Vransko jezero (Cres)	TV
sulfati <sub>min</sub> (mg/l)	4,25	10	4,25	13,6	250
sulfati <sub>max</sub> (mg/l)	24	53	53	24	
sulfati <sub>sr</sub> (mg/l)	10,82	20,51	15,64	17,54	

	Njivice (Krk)	Ponikve (Krk)	Krk	Vransko jezero (Cres)	TV
kloridi <sub>min</sub> (mg/l)	25,2	28	25,2	48,8	250
kloridi <sub>max</sub> (mg/l)	69,4	127,5	127,5	70,2	
kloridi <sub>sr</sub> (mg/l)	48,37	91,22	69,57	57,27	



**Trikloretilen i tetrakloretilen** su opažani samo na Vranskom jezeru, ali su svi uzorci bili ispod granice detekcije ( $0,5 \mu\text{g/l}$  za svaki parametar).

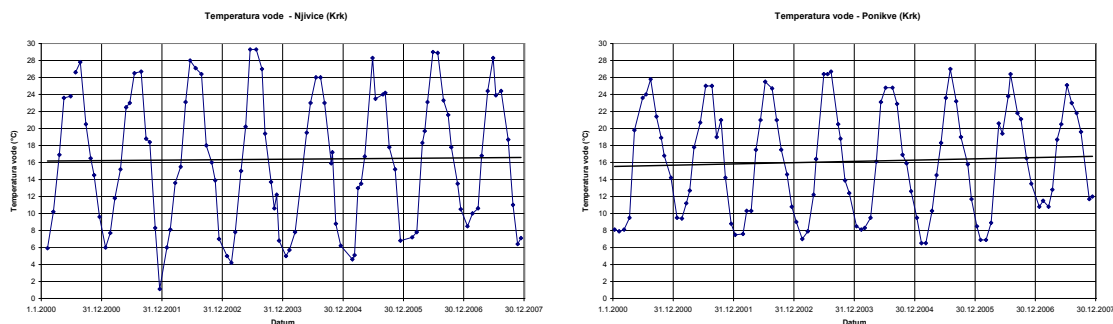
### Ostali pokazatelji

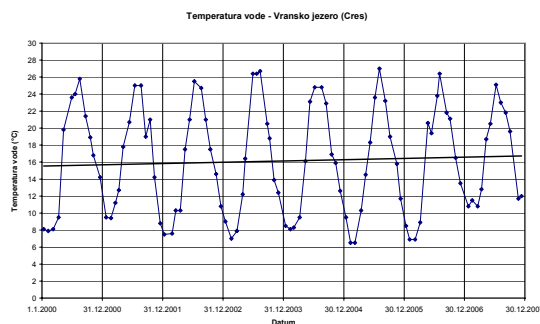
Krivulja sadržaja **slobodnog CO<sub>2</sub>** u podzemnoj vodi pokazuje ustaljene vrlo niske koncentracije.

	Njivice (Krk)	Ponikve (Krk)	Krk	Vransko jezero (Cres)
slobodni CO <sub>2 min</sub> (mg CO <sub>2</sub> /l)	0	0	0	0
slobodni CO <sub>2 max</sub> (mg CO <sub>2</sub> /l)	14	21	21	3
slobodni CO <sub>2 sr</sub> (mg CO <sub>2</sub> /l)	2,57	2,53	2,55	0,08

**Temperatura vode** na vodnim objektima na otocima Krk i Cres pokazuje veliku sezonsku varijaciju (razlika između minimalne i maksimalne temperature). Uzrok tome je površinsko zagrijavanje jezerske vode.

	Njivice (Krk)	Ponikve (Krk)	Krk	Vransko jezero (Cres)	TV
T <sub>min</sub> (°C)	1,1	1,3	1,1	6,5	25
T <sub>max</sub> (°C)	29,3	29,7	29,7	27	
T <sub>sr</sub> (°C)	16,4	16,5	16,4	16,1	



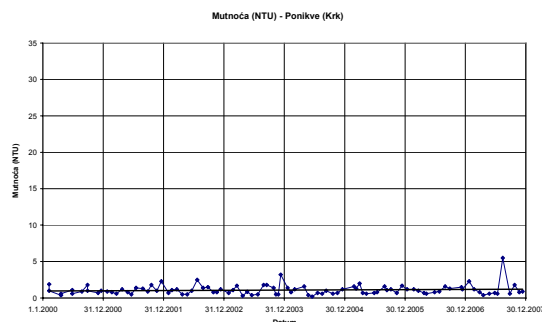
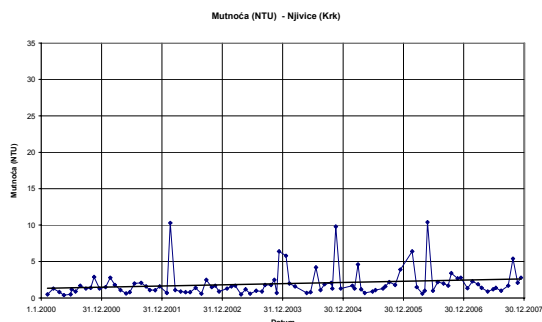


Na Krku i Cresu koncentracije **ortofosfata** su vrlo niske. Krivulje trenda su ustaljene.

	Njivice (Krk)	Ponikve (Krk)	Krk	Vransko jezero (Cres)	TV
ortofosfati <sub>min</sub> (mg/l)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,3
ortofosfati <sub>max</sub> (mg/l)	0,022	0,019	0,022	0,007	
ortofosfati <sub>sr</sub> (mg/l)	0,003	0,002	0,003	0,001	

**Mutnoća** je u srednjim vrijednostima na otoku Krku niža od TV granične vrijednosti, ali se učestalo pojavljuje iznad TV u maksimalnim vrijednostima na Njivicama. Na Vranskom jezeru svi su uzorci bili vrlo niske mutnoće. TV vrijednost iznosi 4 NTU.

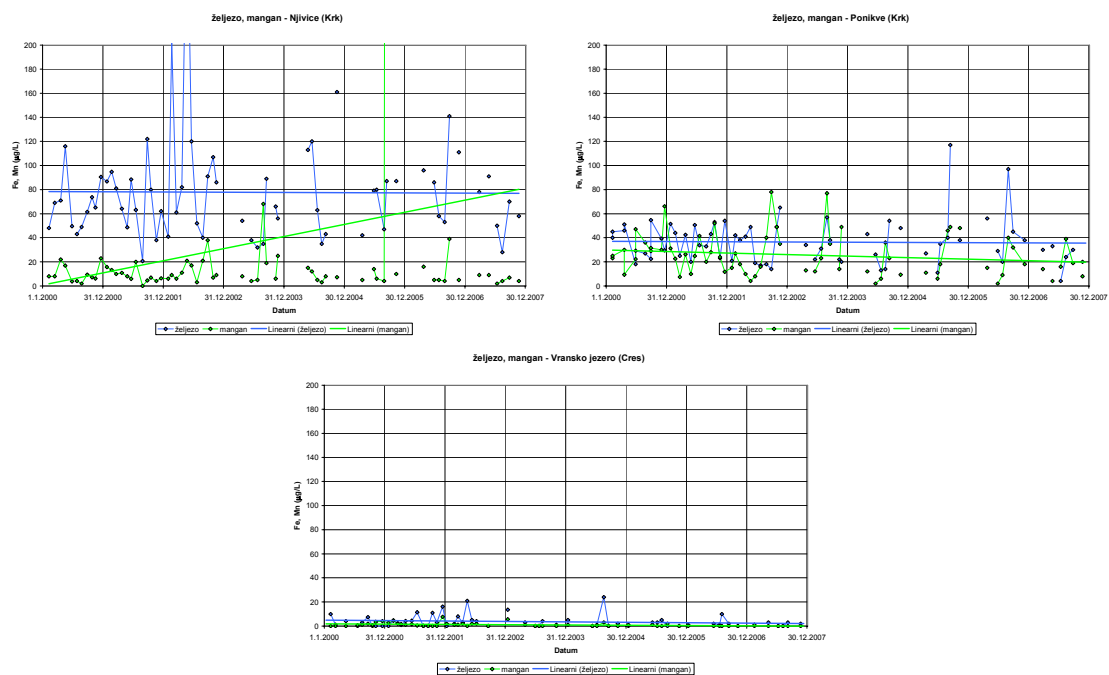
	Njivice (Krk)	Ponikve (Krk)	Krk	Vransko jezero (Cres)	TV
mutnoća <sub>min</sub> (NTU)	0,4	0,2	0,2	0,17	4
mutnoća <sub>max</sub> (NTU)	10,4	5,5	10,4	1,6	
mutnoća <sub>sr</sub> (NTU)	1,97	1,10	1,54	0,54	
broj > MDK / broj analiza	9 / 97 (9,3%)	1 / 95 (1,0%)	10 / 192 (5,2%)	0 / 96	



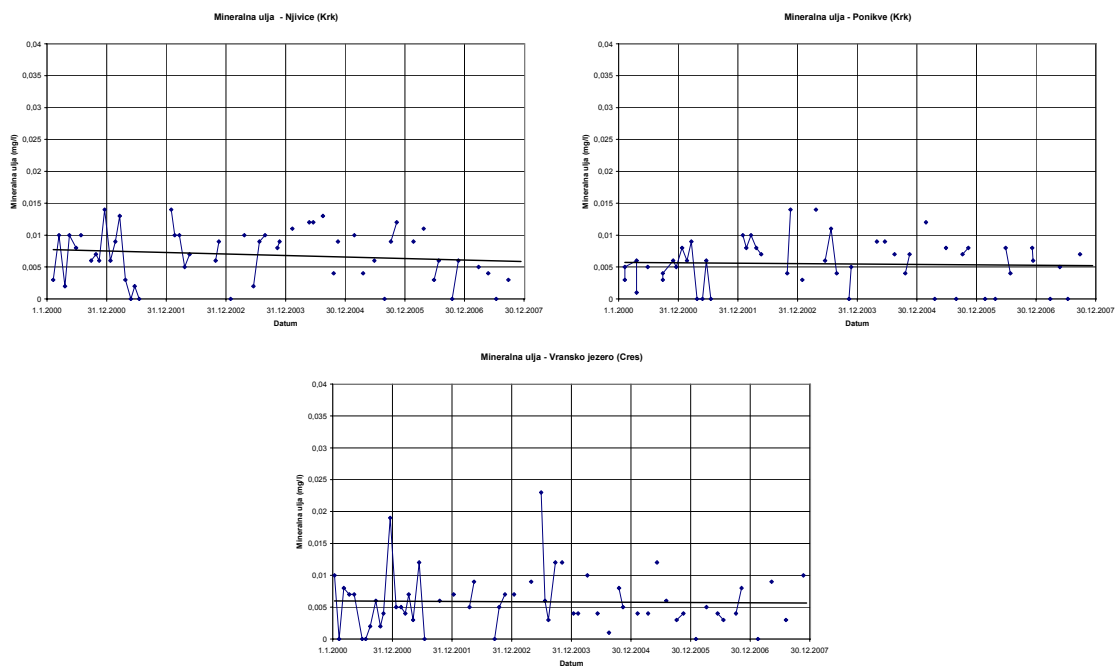
**Koncentracije željeza** imaju ustaljeni trend na svim vodnim objektima, ali su koncentracije najviše na Njivicama gdje povremeno prelaze i TV. Najniže su koncentracije željeza na Vranskom jezeru na Cresu. **Koncentracije mangana** su najviše na Njivicama gdje maksimalna vrijednost i više od 30 puta prelazi TV na jednom uzorku. Prosječne su vrijednosti na Krku oko 50% granične koncentracije (TV). Na Vranskom jezeru na Cresu izrazito su niske koncentracije mangana.

	Njivice (Krk)	Ponikve (Krk)	Krk	Vransko jezero (Cres)	TV
Fe <sub>min</sub> (µg/l)	20,6	4	4	< 1	200
Fe <sub>max</sub> (µg/l)	340	117	340	24	
Fe <sub>sr</sub> (µg/l)	77,78	36,37	57,07	3,81	

	Njivice (Krk)	Ponikve (Krk)	Krk	Vransko jezero (Cres)	TV
Mn <sub>min</sub> (µg/l)	< 1	2	< 1	< 1	50
Mn <sub>max</sub> (µg/l)	1.600	78	1.600	7,7	
Mn <sub>sr</sub> (µg/l)	35,33	25,44	30,39	1,25	



**Koncentracije mineralnih ulja** u vodi na Njivicama i Ponikvama na Krku su niske i čak i maksimalne vrijednosti ne prelaze TV koncentracije. Na Vranskom jezeru je prosječna vrijednost slična kao i na otoku Krku, ali jedan uzorak imao koncentraciju iznad TV.

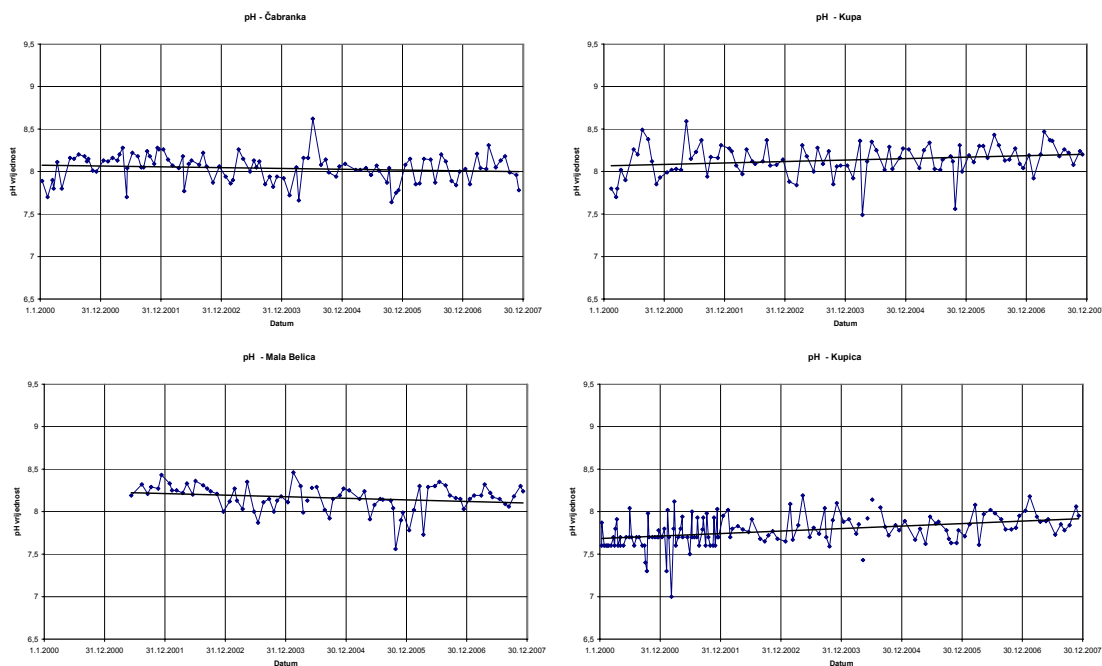


	Njivice (Krku)	Ponikve (Krku)	Krku	Vransko jezero (Cres)	TV
mineralna ulja <sub>min</sub> (mg/l)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,020
mineralna ulja <sub>max</sub> (mg/l)	0,014	0,014	0,014	0,023	
mineralna ulja <sub>sr</sub> (mg/l)	0,007	0,005	0,006	0,005	
broj > MDK / broj analiza	0 / 53	0 / 51	0 / 104	1 / 56 (1,7%)	

## 5.13. CPV Kupa

**DOBRO STANJE**

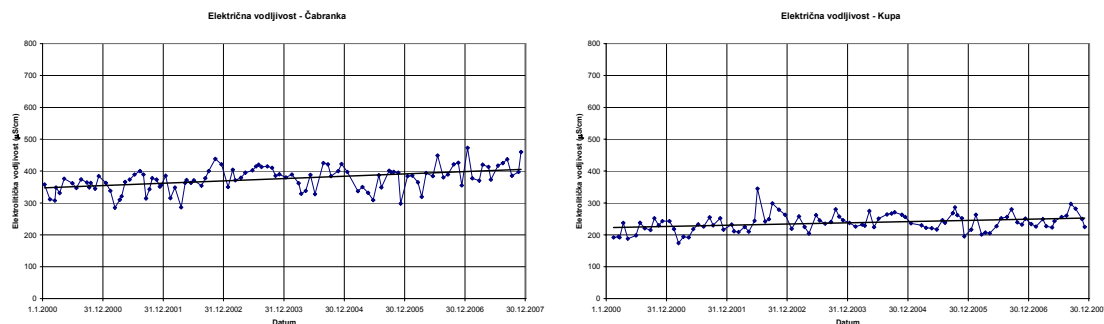
### pH vrijednost

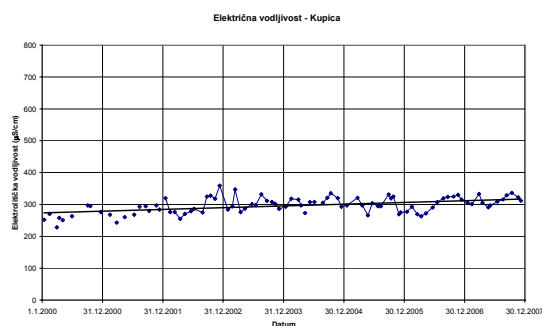
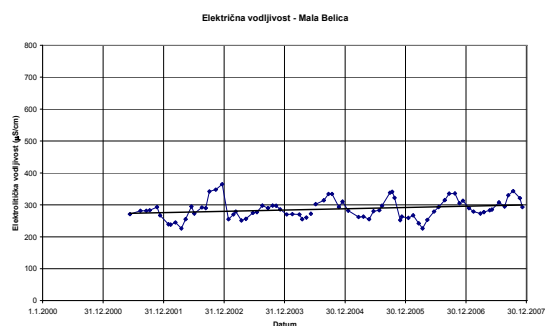


Granična vrijednost (TV) pH ima raspon od 6,5 do 9,5. Na analiziranim izvorima unutar CPV Kupa niti jedna analiza nije pokazala vrijednosti pH izvan propisanog raspona. Krivulja trenda pokazuje rast na Kupi i Kupici, a gotovo ustaljene vrijednosti do blagi pad na Čabranki i Maloj Belici.

	Čabranka	Kupa	Mala Belica	Kupica	CPV Kupa	TV
pH <sub>min</sub>	7,64	7,49	7,56	7,00	7,00	6,5 – 9,5
pH <sub>max</sub>	8,62	8,59	8,46	8,19	8,62	
pH <sub>sr</sub>	8,03	8,13	8,16	7,77	7,99	

### Električna vodljivost

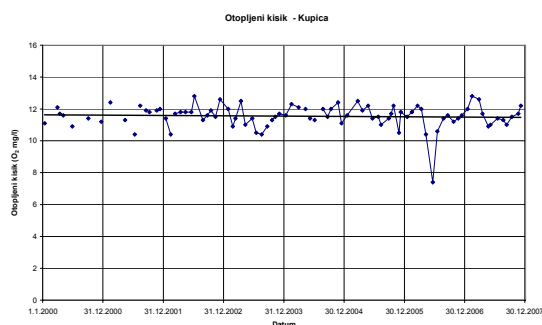
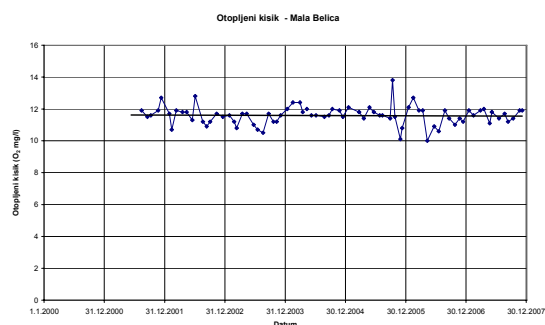
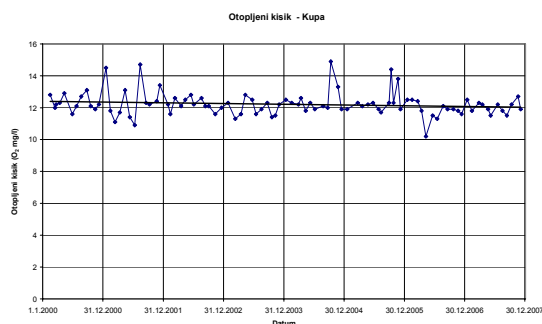
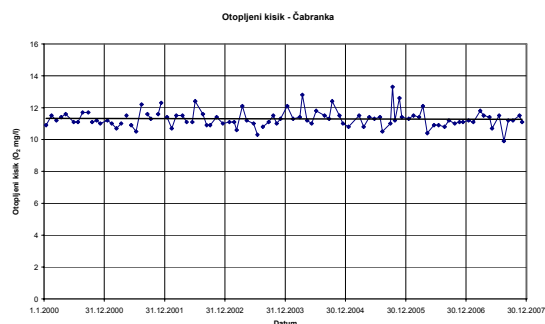




	Čabranka	Kupa	Mala Belica	Kupica	CPV Kupa	TV
CND <sub>min</sub> (µS/cm)	285	174	226	228	174	2.500
CND <sub>max</sub> (µS/cm)	473	345	365	359	473	
CND <sub>sr</sub> (µS/cm)	375	238	286	296	301	

Opažani izvori u CPV Kupa imaju blago rastući trend vrijednosti električne vodljivosti. Granična vrijednost (TV) elektrolitičke vodljivosti (CND) u pitkim vodama iznosi 2.500 µS/cm, a sve izmjerene vrijednosti električne vodljivosti su daleko niže od te vrijednosti.

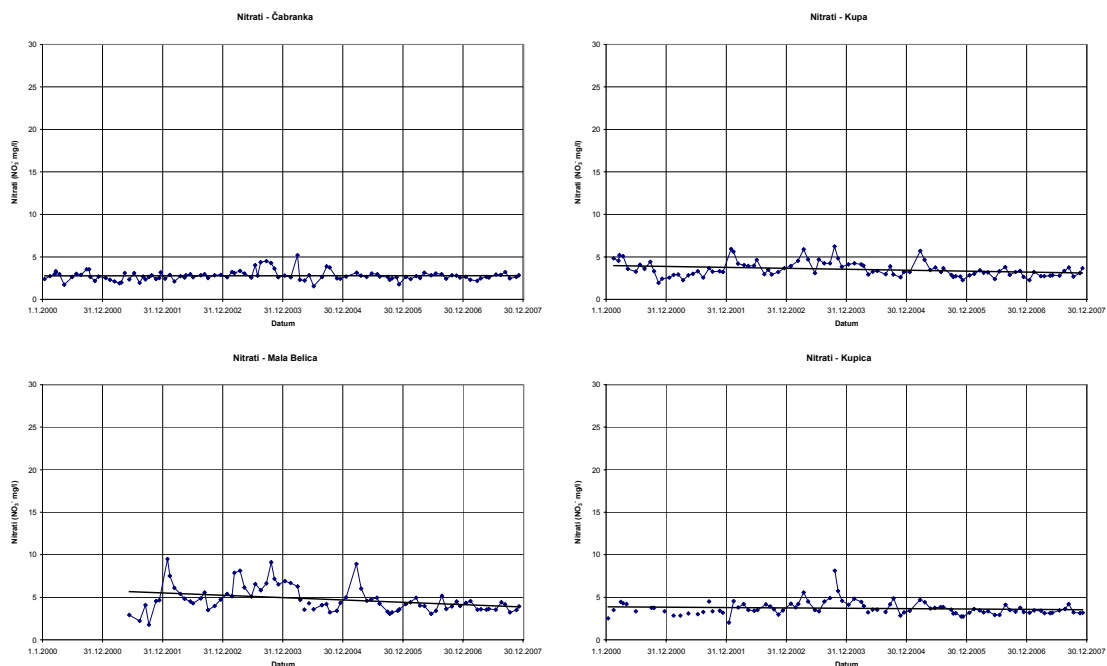
### Otopljeni kisik



	Čabranka	Kupa	Mala Belica	Kupica	CPV Kupa
otopljeni kisik <sub>min</sub> (mg/l)	9,9	10,2	10,0	7,4	7,4
otopljeni kisik <sub>max</sub> (mg/l)	13,3	14,9	13,8	12,8	14,9
otopljeni kisik <sub>sr</sub> (mg/l)	11,3	12,2	11,6	11,5	11,6

Na području CPV Kupa na svim točkama opažanja zabilježena je ustaljena vrijednost koncentracije otopljenog kisika.

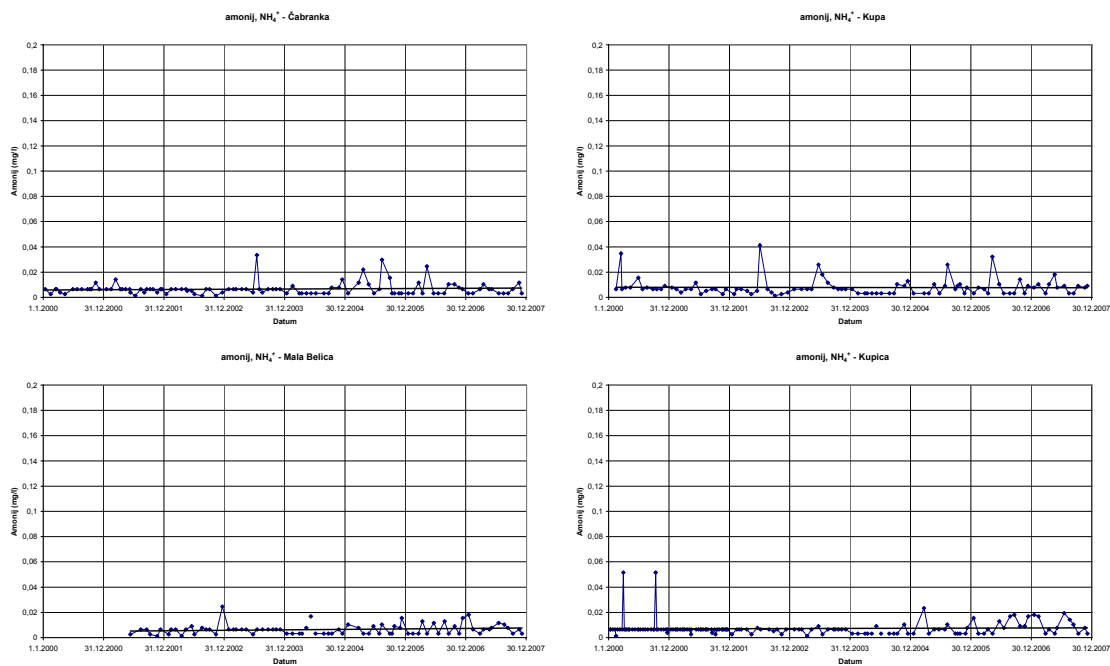
## Nitrati



	Čabranka	Kupa	Mala Belica	Kupica	CPV Kupa	TV
nitrat <sub>min</sub> (mg NO <sub>3</sub> /l)	1,54	1,94	1,78	2,03	1,54	50
nitrat <sub>max</sub> (mg NO <sub>3</sub> /l)	5,21	6,23	9,50	8,13	9,50	
nitrat <sub>sf</sub> (mg NO <sub>3</sub> /l)	2,78	3,54	4,74	3,69	3,62	

TV granična koncentracija nitrata koncentracija iznosi 50 NO<sub>3</sub> mg/l i svi vodni objekti se nalaze daleko ispod te granice. Trend koncentracija nitrata je na svim izvorištima ustaljen ili blago padajući.

## Amonij ion



	Čabranka	Kupa	Mala Belica	Kupica	CPV Kupa	TV
amonij ion <sub>min</sub> (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l)	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,5
amonij ion <sub>max</sub> (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l)	0,033	0,041	0,024	0,051	0,051	
amonij ion <sub>sr</sub> (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l)	0,006	0,007	0,006	0,007	0,007	

Vrijednosti koncentracija amonij iona relativno su male, koncentracije se u prosjeku kreću oko granice detekcije. TV vrijednost iznosi 0,50 NH<sub>4</sub> mg/l.

### Pokazatelji određeni Direktivom o podzemnim vodama

Analize koncentracija **ukupnih pesticida** u podzemnoj vodi na CPV Kupa pokazale su koncentracije niže od granice detekcije.

	Čabranka	Kupa	Mala Belica	Kupica	CPV Kupa	TV
ukupni pesticidi <sub>max</sub> (µg/l)	0,01	< 0,01		< 0,01	< 0,01	0,5

**Arsen** nije analiziran u sklopu Državne mreže opažanja Hrvatskih voda na vodnim objektima u CPV Kupa.

Koncentracije **kadmija** su vrlo niske na izvorima u CPV Kupa i samo nekoliko analiza je pokazalo koncentracije veće od granice detekcije.

	Čabranka	Kupa	Mala Belica	Kupica	CPV Kupa	TV
kadmij <sub>min</sub> (µg Cd /l)	< 0,1	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	5
kadmij <sub>max</sub> (µg Cd /l)	0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	0,1	
kadmij <sub>sr</sub> (µg Cd /l)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	

Koncentracije **olova** su vrlo niske na izvorima u CPV Kupa i samo nekoliko analiza je pokazalo koncentracije veće od granice detekcije.

	Čabranka	Kupa	Mala Belica	Kupica	CPV Kupa	TV
olovo <sub>min</sub> (µg Pb /l)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	10
olovo <sub>max</sub> (µg Pb /l)	< 1	< 1	< 1	1	1	
olovo <sub>sr</sub> (µg Pb /l)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	

Koncentracija **žive** je ispod granice detekcije svim izvorima u CPV Kupa.

	Čabranka	Kupa	Mala Belica	Kupica	CPV Kupa	TV
živa <sub>min</sub> (µg Hg /l)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1
živa <sub>max</sub> (µg Hg /l)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	
živa <sub>sr</sub> (µg Hg /l)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	

**Kloridi i sulfati** su u CPV Kupa vrlo niskih koncentracija.

	Čabranka	Kupa	Mala Belica	Kupica	CPV Kupa	TV
sulfati <sub>min</sub> (mg/l)	1,98	2,43	3,18	1,0	1,0	250
sulfati <sub>max</sub> (mg/l)	15,0	4,82	6,07	5,74	6,07	
sulfati <sub>sr</sub> (mg/l)	8,17	3,36	4,27	4,01	5,05	

	Čabranka	Kupa	Mala Belica	Kupica	CPV Kupa	TV
kloridi <sub>min</sub> (mg/l)	1,22	0,5	0,65	1,0	1,0	250
kloridi <sub>max</sub> (mg/l)	12,2	9,8	2,5	15,0	15,0	
kloridi <sub>sr</sub> (mg/l)	3,41	1,57	1,22	5,07	3,14	

**Trikloretilen i tetrakloretilen** su ispod granice detekcije na Čabranki, Kupi i Kupici. Na Maloj Belici nisu opažani.



	Čabranka	Kupa	Mala Belica	Kupica	CPV Kupa	TV
trikloretilen+tetrakloretilen <sub>min</sub> (µg/l)	< 0,5	< 0,5		< 0,5	< 0,5	10
trikloretilen+tetrakloretilen <sub>max</sub> (µg/l)	< 0,5	< 0,5		< 0,5	< 0,5	
trikloretilen+tetrakloretilen <sub>sr</sub> (µg/l)	< 0,5	< 0,5		< 0,5	< 0,5	

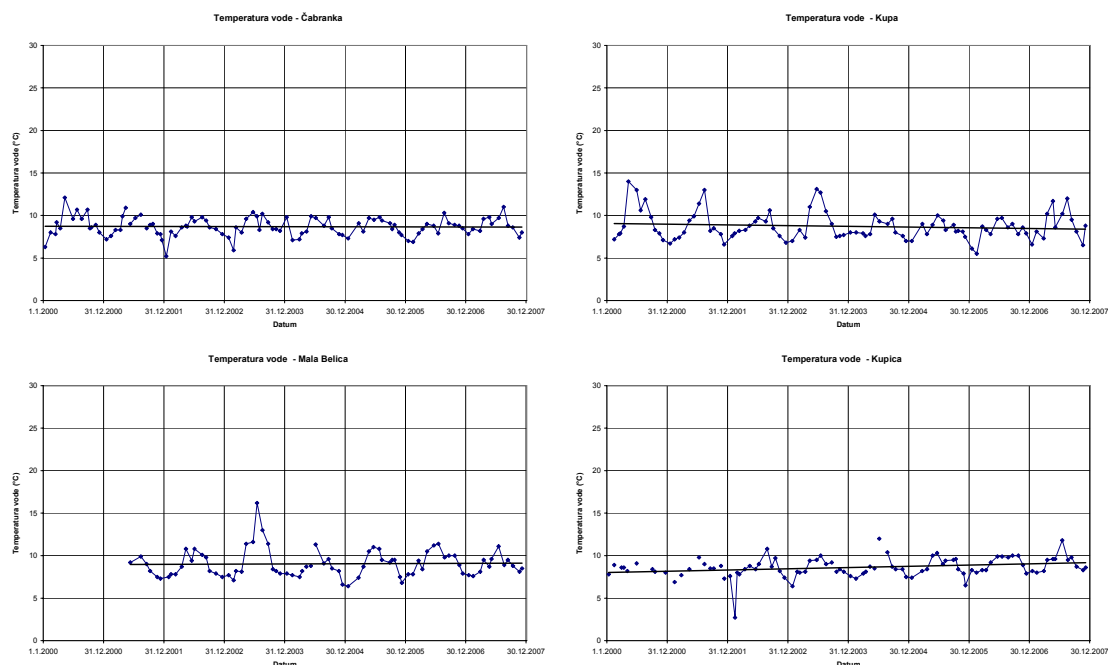
### Ostali pokazatelji

Krivulja sadržaja **slobodnog CO<sub>2</sub>** u podzemnoj vodi pokazuje ustaljene vrlo niske koncentracije na svim izvorima. U CPV prema rezultatima koncentracije slobodnog CO<sub>2</sub> nema povećanog otapanja vapnenačkih stijena (procesa okršavanja).

	Čabranka	Kupa	Mala Belica	Kupica	CPV Kupa
slobodni CO <sub>2</sub> <sub>min</sub> (mg CO <sub>2</sub> /l)	0	0	0	0	0
slobodni CO <sub>2</sub> <sub>max</sub> (mg CO <sub>2</sub> /l)	4	3	1	7	7
slobodni CO <sub>2</sub> <sub>sr</sub> (mg CO <sub>2</sub> /l)	0,28	0,39	0,04	2,42	0,78

**Temperatura vode** na svim izvorima u CPV Kupa je ispod TV vrijednosti (25 °C) i prati srednju godišnju temperaturu zraka na slivnom području.

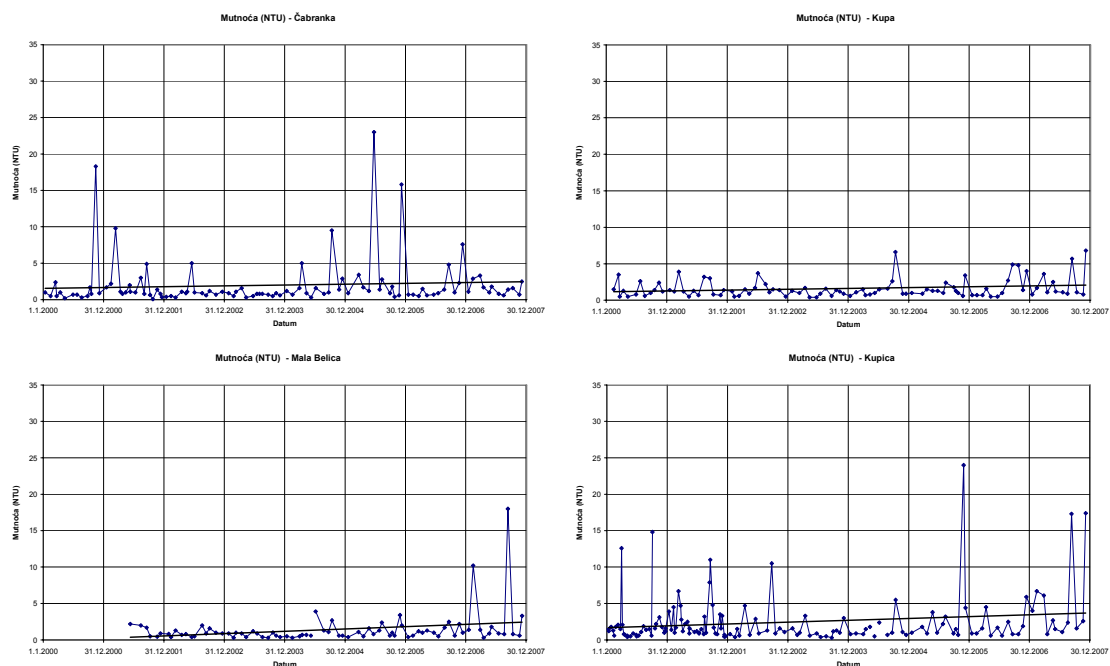
	Čabranka	Kupa	Mala Belica	Kupica	CPV Kupa	TV
T <sub>min</sub> (°C)	5,2	5,5	6,4	2,7	2,7	25
T <sub>max</sub> (°C)	12,1	14,0	16,2	12,0	16,2	
T <sub>sr</sub> (°C)	8,68	8,72	9,03	8,62	8,75	



Na izvorima u CPV Kupa koncentracija **ortofosfata** je vrlo niska i rijetko iznad granice detekcije. Krivulje trenda su ustaljene.

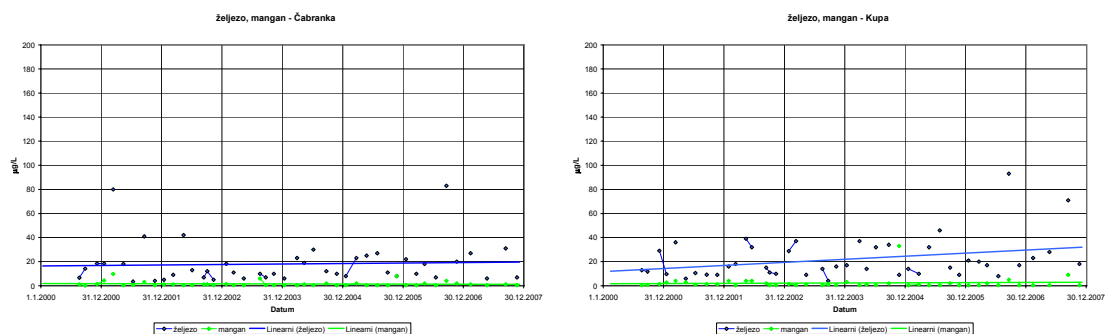
	Čabranka	Kupa	Mala Belica	Kupica	CPV Kupa	TV
ortofosfati <sub>min</sub> (mg/l)	< 0,005	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,3
ortofosfati <sub>max</sub> (mg/l)	0,020	0,017	0,013	0,020	0,020	
ortofosfati <sub>sr</sub> (mg/l)	0,008	0,003	0,002	0,007	0,005	

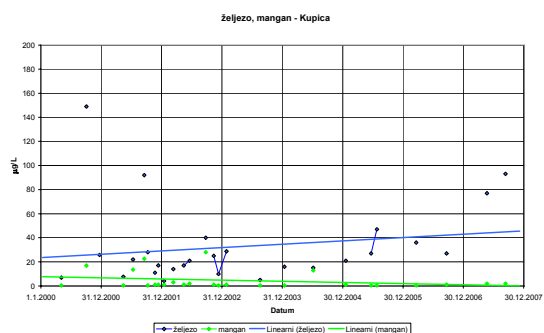
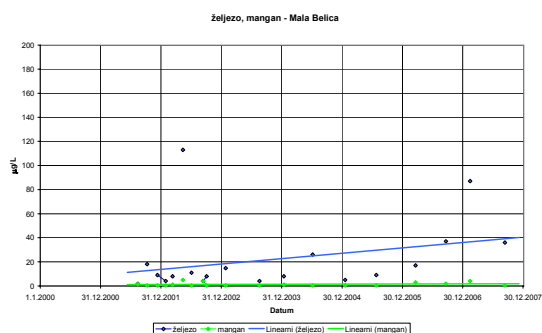
**Mutnoća** je na izvorima u CPV Kupa u srednjim vrijednostima niža od TV vrijednosti. Za vrijeme velikih voda na svim izvorima dolazi do povećanja mutnoće iznad TV koja iznosi 4 NTU. Na svim je izvorima zabilježen rastući trend mutnoće.



	Čabranka	Kupa	Mala Belica	Kupica	CPV Kupa	TV
mutnoća <sub>min</sub> (NTU)	0,07	0,4	0,3	0,3	0,07	4
mutnoća <sub>max</sub> (NTU)	23	6,8	18	24	24	
mutnoća <sub>sr</sub> (NTU)	1,99	1,61	1,42	2,46	1,96	
broj > MDK / broj analiza	10 / 105 (9,5%)	6 / 95 (6,3%)	2 / 78 (2,5%)	20 / 139 (14,4%)	38 / 417 (9,1%)	

**Koncentracije željeza** imaju rastući trend na svim izvorištima, ali su i maksimalne koncentracije ispod graničnih vrijednosti. **Koncentracije mangana** su niske u prosječnim vrijednostima i imaju ustaljeni ili padajući trend. TV vrijednost koncentracije željeza iznosi 200 Fe µg/l, a mangana 50 Mn µg/l.

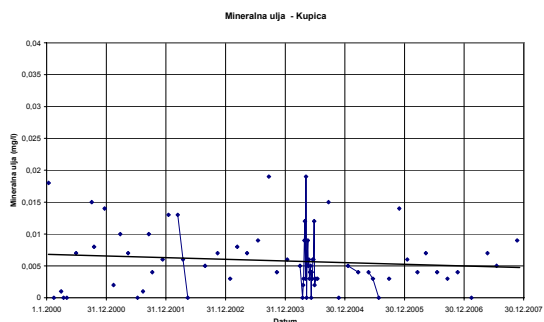
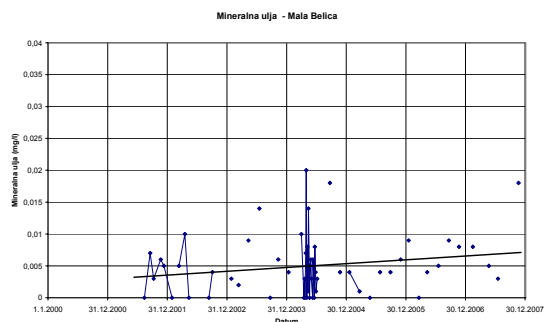
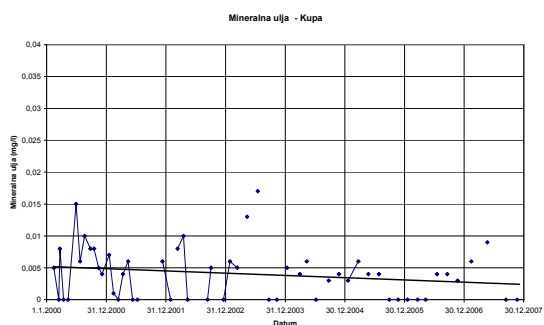
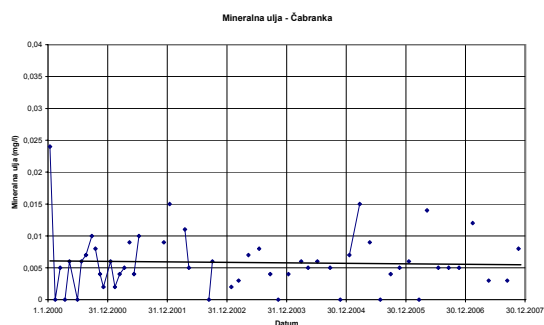




	Čabranka	Kupa	Mala Belica	Kupica	CPV Kupa	TV
Fe <sub>min</sub> (µg/l)	3,4	4,0	1,8	4,0	1,8	200
Fe <sub>max</sub> (µg/l)	83	93	113	149	149	
Fe <sub>sr</sub> (µg/l)	18,0	22,0	22,1	32,7	22,8	

	Čabranka	Kupa	Mala Belica	Kupica	CPV Kupa	TV
Mn <sub>min</sub> (µg/l)	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	50
Mn <sub>max</sub> (µg/l)	9,8	33	5	28	28	
Mn <sub>sr</sub> (µg/l)	1,49	2,27	1,42	4,45	2,32	

**Koncentracije mineralnih ulja** u izvornoj vodi u maksimalnim koncentracijama dosežu ili neznatno prelaze TV vrijednosti, ali u srednjim vrijednostima je sadržaj mineralnih ulja vrlo malen. Krivulja trenda je padajuća na svim izvorima osim na Maloj Belici.

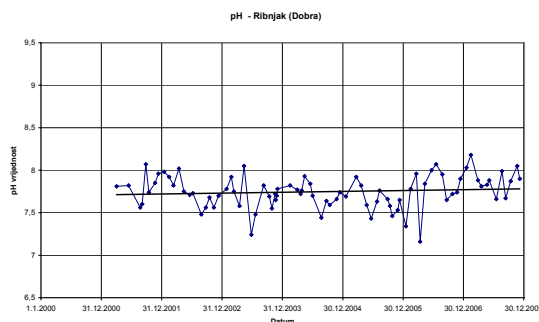


	Čabranka	Kupa	Mala Belica	Kupica	CPV Kupa	TV
mineralna ulja <sub>min</sub> (mg/l)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,020
mineralna ulja <sub>max</sub> (mg/l)	0,024	0,017	0,020	0,019	0,024	
mineralna ulja <sub>sr</sub> (mg/l)	0,006	0,004	0,005	0,005	0,005	
broj > MDK / broj analiza	1 / 53 (1,8%)	0 / 55	1 / 59 (1,7%)	0 / 74	2 / 241 (0,8%)	

## 5.14. CPV Dobra

### DOBRO STANJE

#### pH vrijednost

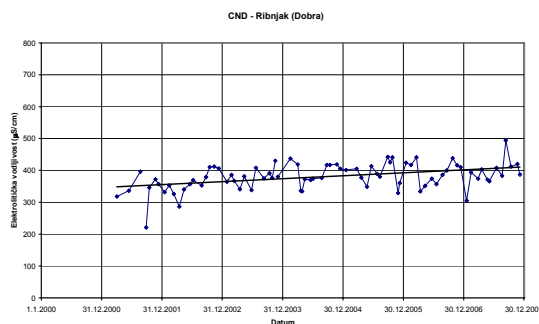


U CPV Dobra jedino je izvor Ribnjak u Gladima mjesto opažanja u Državnoj mreži opažanja Hrvatskih voda. Na Ribnjaku niti jedna analiza nije pokazala vrijednosti pH izvan propisanih raspona. Krivulja trenda pokazuje ustaljene vrijednosti do blagi rast.

	Ribnjak	CPV Dobra	TV
pH <sub>min</sub>	7,16	7,16	6,5 – 9,5
pH <sub>max</sub>	8,18	8,18	
pH <sub>sr</sub>	7,74	7,74	

#### Električna vodljivost

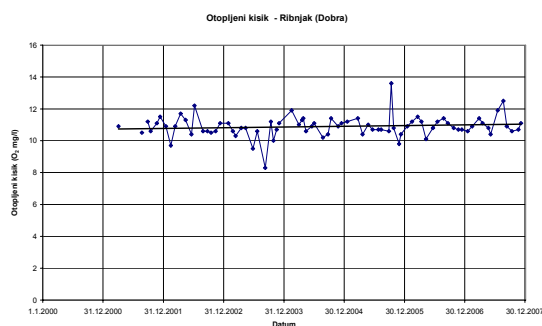
	Ribnjak	CPV Dobra	TV
CND <sub>min</sub> (μS/cm)	221	221	2.500
CND <sub>max</sub> (μS/cm)	494	494	
CND <sub>sr</sub> (μS/cm)	380	380	



Na Ribnjaku je zabilježen blago rastući trend vrijednosti električne vodljivosti. TV vrijednost elektrolitičke vodljivosti (CND) iznosi 2.500 μS/cm, a sve izmjerene vrijednosti električne vodljivosti su daleko niže od MDK vrijednosti.

#### Otopljeni kisik

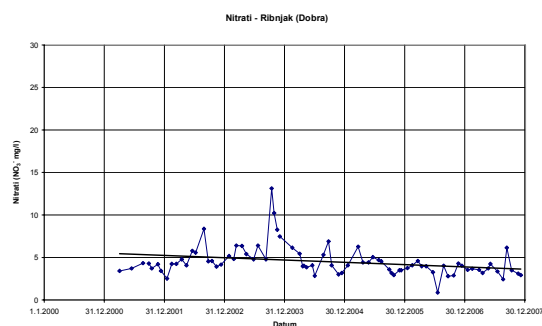
	Ribnjak	CPV Dobra
otopljeni kisik <sub>min</sub> (mg/l)	8,3	8,3
otopljeni kisik <sub>max</sub> (mg/l)	13,6	13,6
otopljeni kisik <sub>sr</sub> (mg/l)	10,8	10,8



Na izvoru Ribnjak je zabilježen ustaljen vrijednost do blago rastući trend.

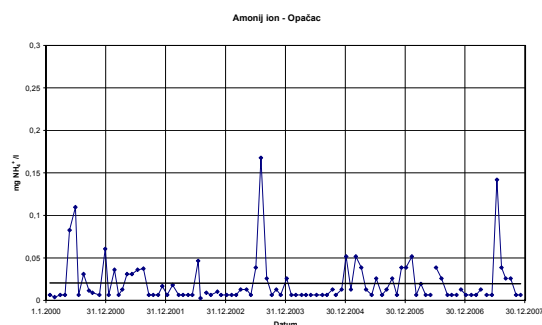
### Nitrati

	Ribnjak	CPV Dobra	TV
nitrat <sub>min</sub> (mg NO <sub>3</sub> /l)	0,88	0,88	50
nitrat <sub>max</sub> (mg NO <sub>3</sub> /l)	13,13	13,13	
nitrat <sub>sr</sub> (mg NO <sub>3</sub> /l)	4,50	4,50	



TV koncentracija iznosi 50 NO<sub>3</sub> mg/l, a koncentracija nitrata na Ribnjaku je ispod te granice i blagom je padu.

### Amonij ion



	Ribnjak	CPV Dobra	TV
amonij ion <sub>min</sub> (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l)	< 0,005	< 0,005	0,5
amonij ion <sub>max</sub> (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l)	0,056	0,056	
amonij ion <sub>sr</sub> (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l)	0,009	0,009	

Vrijednosti koncentracija amonij iona relativno su male i ustaljena je krivulja trenda. TV vrijednost iznosi 0,50 NH<sub>4</sub> mg/l.

### Pokazatelji određeni Direktivom o podzemnim vodama

Na izvoru Ribnjak rađena je samo jedna analiza **ukupnih pesticida** i rezultat pokazuje izuzetno nisku koncentraciju.

	Ribnjak	CPV Dobra	TV
ukupni pesticidi <sub>max</sub> (µg/l)	0,0006	0,0006	0,5

**Arsen** nije analiziran u sklopu Državne mreže opažanja Hrvatskih voda na izvoru Ribnjak.

Koncentracije **kadmija** su vrlo niske na izvoru Ribnjak u CPV Dobra i samo dvije analize su dale koncentracije veće od granice detekcije.

	Ribnjak	CPV Dobra	TV
kadmij <sub>min</sub> (µg Cd /l)	< 0,03	< 0,03	5
kadmij <sub>max</sub> (µg Cd /l)	0,1	0,1	
kadmij <sub>sr</sub> (µg Cd /l)	< 0,1	< 0,1	

Koncentracije **olova** su vrlo niske na izvoru Ribnjak u CPV Dobra. Sve su analize ispod granice detekcije.

	Ribnjak	CPV Dobra	TV
olovo <sub>min</sub> (µg Pb /l)	< 1	< 1	10
olovo <sub>max</sub> (µg Pb /l)	< 1	< 1	
olovo <sub>sr</sub> (µg Pb /l)	< 1	< 1	

Koncentracija **žive** je ispod granice detekcije na izvoru Ribnjak u CPV Dobra.

	Ribnjak	CPV Dobra	TV
živa <sub>min</sub> (µg Hg /l)	< 0,1	< 0,1	1
živa <sub>max</sub> (µg Hg /l)	< 0,1	< 0,1	
živa <sub>sr</sub> (µg Hg /l)	< 0,1	< 0,1	

**Kloridi i sulfati** su u CPV Dobra na izvoru Ribnjak vrlo niskih koncentracija.

	Ribnjak	CPV Dobra	TV
sulfati <sub>min</sub> (mg/l)	2,91	2,91	250
sulfati <sub>max</sub> (mg/l)	7,33	7,33	
sulfati <sub>sr</sub> (mg/l)	4,53	4,53	

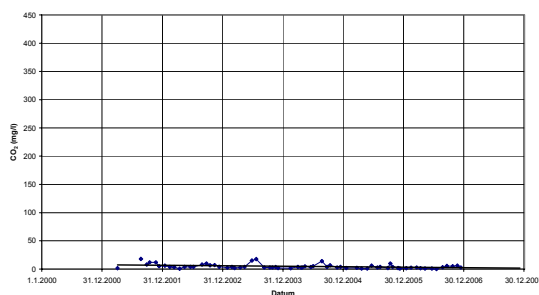
	Ribnjak	CPV Dobra	TV
kloridi <sub>min</sub> (mg/l)	1,34	1,34	250
kloridi <sub>max</sub> (mg/l)	35,9	35,9	
kloridi <sub>sr</sub> (mg/l)	6,65	6,65	

**Trikloretilen i tetrakloretilen** na izvoru Ribnjak u CPV Dobra nisu opažani.

### Ostali pokazatelji

Krivulja sadržaja **slobodnog CO<sub>2</sub>** u podzemnoj vodi pokazuje ustaljene vrlo niske koncentracije na svim izvorima. U CPV prema rezultatima koncentracije slobodnog CO<sub>2</sub> nema povećanog otapanja vapnenačkih stijena (procesa okršavanja).

Slobodni CO<sub>2</sub> - Ribnjak (Dobra)

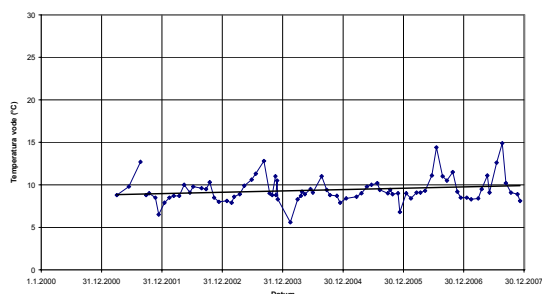


	Ribnjak	CPV Dobra
slobodni CO <sub>2</sub> min (mg CO <sub>2</sub> /l)	0	0
slobodni CO <sub>2</sub> max (mg CO <sub>2</sub> /l)	18	18
slobodni CO <sub>2</sub> sr (mg CO <sub>2</sub> /l)	4,68	4,68

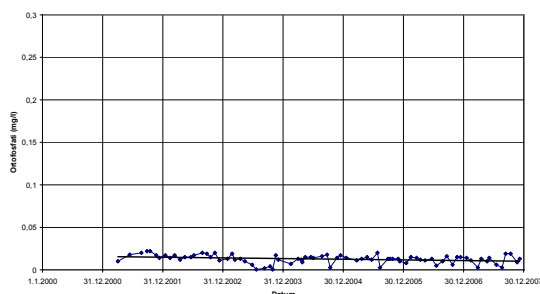
**Temperatura vode** je na izvoru Ribnjak ispod TV vrijednosti (25 °C) i prati srednju godišnju temperaturu zraka na slivnom području.

	Ribnjak	CPV Dobra	TV
T <sub>min</sub> (°C)	5,6	5,6	25
T <sub>max</sub> (°C)	14,9	14,9	
T <sub>sr</sub> (°C)	9,39	9,39	

Temperatura vode - Ribnjak (Dobra)



Ortofosfati ukupni - Ribnjak (Dobra)

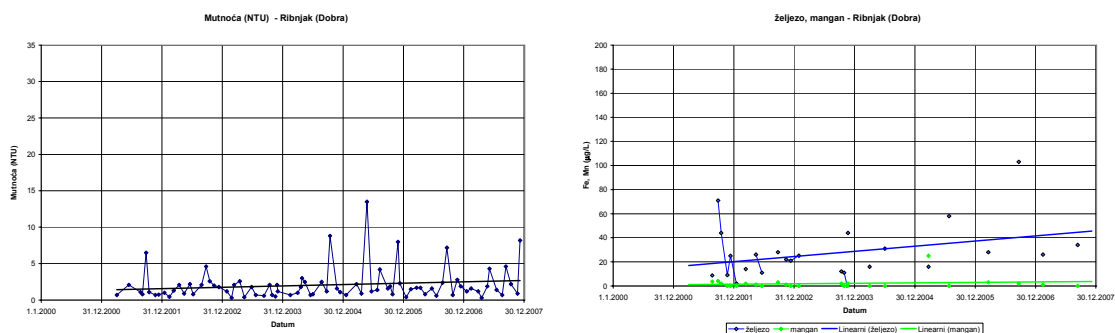


Na izvoru Ribnjak koncentracija **ortofosfata** je vrlo niska. Krivulje trenda su ustaljene.

	Ribnjak	CPV Dobra	TV
ortofosfati <sub>min</sub> (mg/l)	< 0,001	< 0,001	0,3
ortofosfati <sub>max</sub> (mg/l)	0,022	0,022	
ortofosfati <sub>sr</sub> (mg/l)	0,012	0,012	

**Mutnoća** je na izvoru Ribnjak u srednjim vrijednostima niža od TV granične vrijednosti, ali za vrijeme velikih voda dolazi do povećanja mutnoće iznad te vrijednosti koja iznosi 4 NTU. Zabilježen je rastući trend mutnoće.

	Ribnjak	CPV Dobra	TV
mutnoća <sub>min</sub> (NTU)	0,3	0,3	4
mutnoća <sub>max</sub> (NTU)	13,5	13,5	
mutnoća <sub>sr</sub> (NTU)	2,07	2,07	
broj > MDK / broj analiza	10 / 81 (12,3%)	10 / 81 (12,3%)	

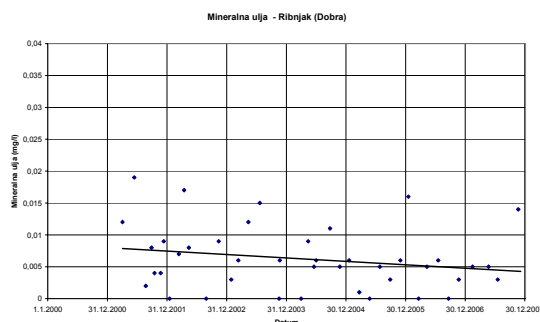


**Koncentracije željeza** imaju rastući trend na Ribnjaku, ali su koncentracije ispod TV vrijednosti. **Koncentracije mangana** su niske u prosječnim vrijednostima i imaju ustaljeni trend. TV vrijednost koncentracije željeza iznosi 200 Fe µg/l, a mangana 50 Mn µg/l.

	Ribnjak	CPV Dobra	TV
Fe <sub>min</sub> (µg/l)	< 1	< 1	200
Fe <sub>max</sub> (µg/l)	103	103	
Fe <sub>sr</sub> (µg/l)	27,4	27,4	

	Ribnjak	CPV Dobra	TV
Mn <sub>min</sub> (µg/l)	< 1,0	< 1,0	50
Mn <sub>max</sub> (µg/l)	25	25	
Mn <sub>sr</sub> (µg/l)	2,24	2,24	

**Koncentracije mineralnih ulja** u izvorskoj vodi u maksimalnim koncentracijama doseže do TV vrijednosti, ali u srednjim vrijednostima je sadržaj mineralnih ulja vrlo malen. Krivulja trenda je padajuća.



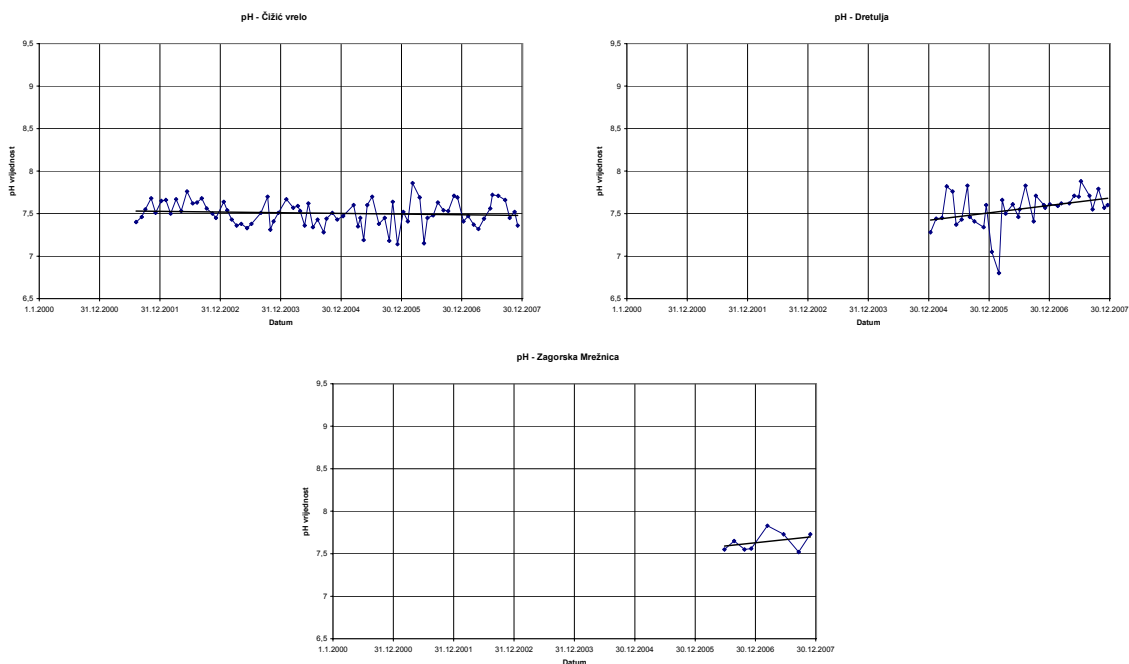
	Ribnjak	CPV Dobra	TV
mineralna ulja <sub>min</sub> (mg/l)	< 0,001	< 0,001	0,020
mineralna ulja <sub>max</sub> (mg/l)	0,019	0,019	
mineralna ulja <sub>sr</sub> (mg/l)	0,006	0,006	
broj > MDK / broj analiza	0 / 41	0 / 41	



## 5.15. CPV Mrežnica

**DOBRO STANJE**

### pH vrijednost

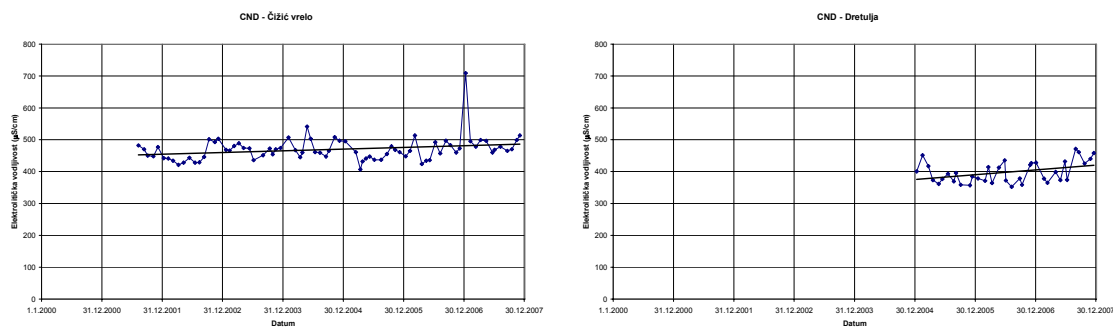


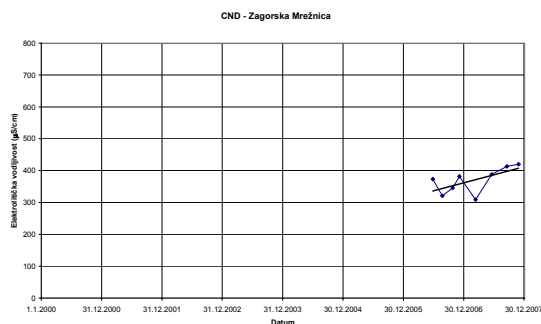
U CPV Mrežnica niti jedna analiza nije pokazala vrijednosti pH izvan propisanih raspona. Krivulje trenda pokazuju ustaljene vrijednosti na Žižića vrelo i rast na Dretulji i Zagorskoj Mrežnici.

	Žižića vrelo	Dretulja	Zagorska Mrežnica	CPV Mrežnica	TV
pH <sub>min</sub>	7,14	6,8	7,52	6,8	6,5 – 9,5
pH <sub>max</sub>	7,68	7,88	7,83	7,88	
pH <sub>sr</sub>	7,50	7,55	7,64	7,53	

### Električna vodljivost

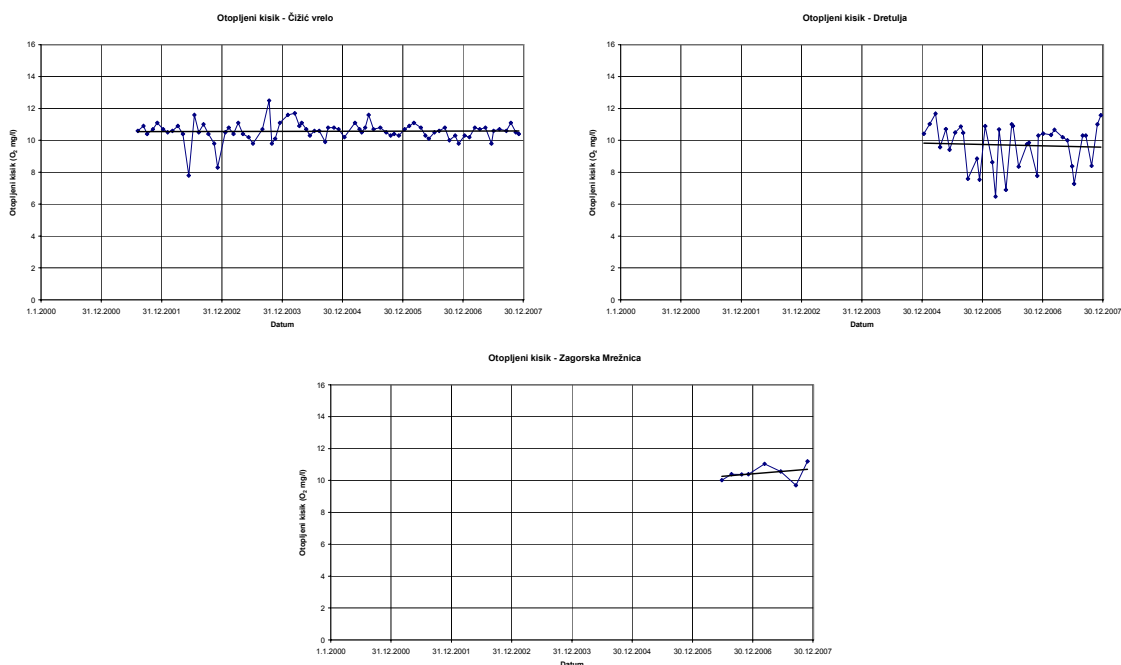
	Žižića vrelo	Dretulja	Zagorska Mrežnica	CPV Mrežnica	TV
CND <sub>min</sub> (μS/cm)	407	352	309	309	2.500
CND <sub>max</sub> (μS/cm)	709	471	420	709	
CND <sub>sr</sub> (μS/cm)	469	398	369	441	





U CPV Mrežnica na svim izvorima je vrijednost električne vodljivosti ispod TV vrijednosti. Temeljem izvršenih analiza napravljene su krivulje trendova koje pokazuju blag porast vrijednosti.

### Otopljeni kisik

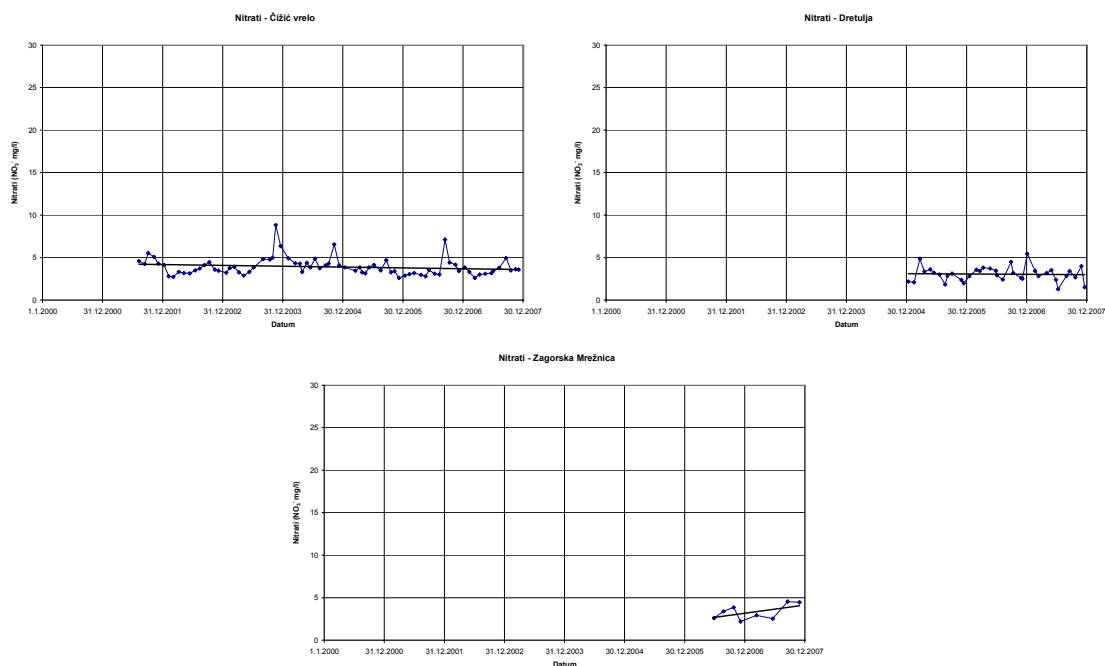


	Žičića vrelo	Dretulja	Zagorska Mrežnica	CPV Mrežnica
otopljeni kisik <sub>min</sub> (mg/l)	7,8	6,48	9,7	6,48
otopljeni kisik <sub>max</sub> (mg/l)	12,5	11,67	11,2	12,5
otopljeni kisik <sub>sr</sub> (mg/l)	10,56	9,69	10,45	10,29

Na izvorima u CPV Mrežnica je zabilježen ustaljena vrijednost do blago rastući trend, osim na Dretulji gdje je zabilježen padajući trend.

### Nitrati

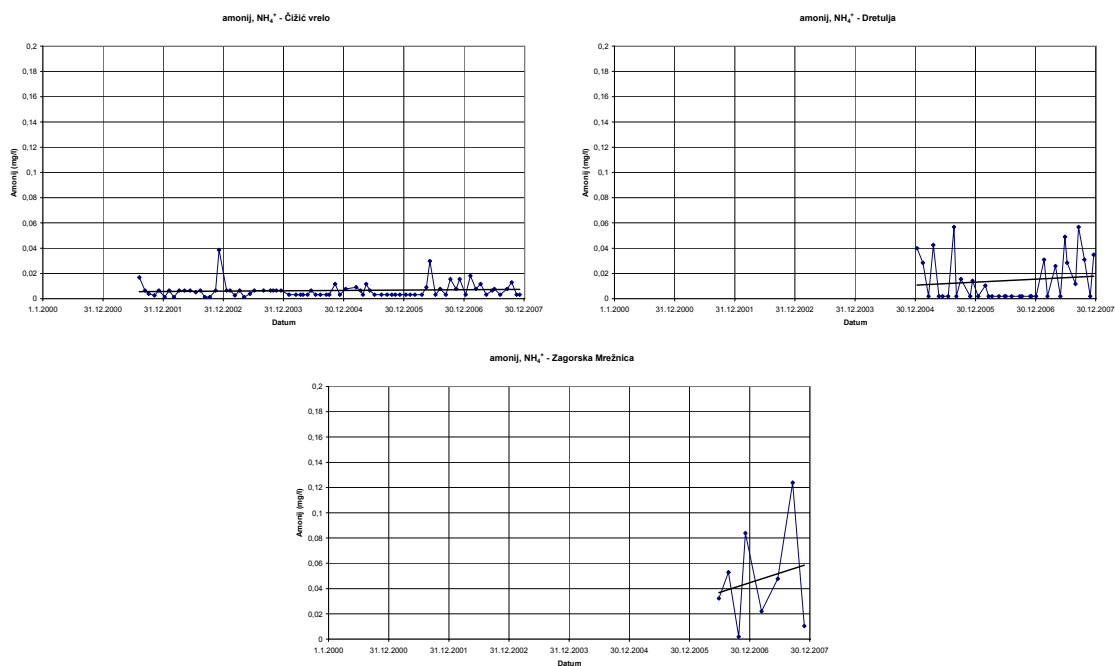
	Žičića vrelo	Dretulja	Zagorska Mrežnica	CPV Mrežnica	TV
nitriti <sub>min</sub> (mg NO <sub>3</sub> /l)	2,61	1,28	2,19	1,28	50
nitriti <sub>max</sub> (mg NO <sub>3</sub> /l)	8,84	5,44	4,55	8,84	
nitriti <sub>sr</sub> (mg NO <sub>3</sub> /l)	3,90	3,05	3,31	3,61	



TV koncentracija za krške podzemne vode iznosi 50 NO<sub>3</sub> mg/l. Koncentracija nitrata na izvorima u CPV Mrežnica vrlo je niska i u blagom je padu, osim na Zagorskoj Mrežnici gdje je analiza rađena temeljem 8 uzoraka.

### Amonij ion

	Žižića vrelo	Dretulja	Zagorska Mrežnica	CPV Mrežnica	TV
amonij ion <sub>min</sub> (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l)	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,003	0,5
amonij ion <sub>max</sub> (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l)	0,038	0,057	0,124	0,124	
amonij ion <sub>sr</sub> (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l)	0,006	0,014	0,047	0,011	



Vrijednosti koncentracija amonij iona relativno su male i ustaljena je krivulja trenda osim na Zagorskoj Mrežnici gdje je rastuća. TV vrijednost iznosi 0,50 NH<sub>4</sub> mg/l.

### Pokazatelji određeni Direktivom o podzemnim vodama

U CPV Mrežnica analize **ukupnih pesticida** rađene su samo na Zagorskoj Mrežnici u četiri navrata. Sve koncentracije su ispod granice detekcije.

	Žižića vrelo	Dretulja	Zagorska Mrežnica	CPV Mrežnica	TV
ukupni pesticidi <sub>max</sub> (µg/l)			< 0,02	< 0,02	0,5

**Arsen** nije analiziran u sklopu Državne mreže opažanja Hrvatskih voda u CPV Mrežnica.

Koncentracije **kadmija** su vrlo niske na izvorima u CPV Mrežnica, odnosno ispod su granica detekcije koje su različite na Žižića vrelo i Zagorskoj Mrežnici tijekom ispitivanog razdoblja. Na Dretulji nisu rađene analize koncentracije kadmija.

	Žižića vrelo	Dretulja	Zagorska Mrežnica	CPV Mrežnica	TV
kadmij <sub>min</sub> (µg Cd /l)	< 0,03		< 1	< 0,03	5
kadmij <sub>max</sub> (µg Cd /l)	< 0,1		< 1	< 1	
kadmij <sub>sr</sub> (µg Cd /l)	< 0,1		< 1	< 0,1	

Koncentracije **olova** su vrlo niske na izvorima u CPV Mrežnica. Na Dretulji nije opažano.

	Žižića vrelo	Dretulja	Zagorska Mrežnica	CPV Mrežnica	TV
olovo <sub>min</sub> (µg Pb /l)	< 1		< 0,1	< 0,1	10
olovo <sub>max</sub> (µg Pb /l)	< 1		< 0,1	< 1	
olovo <sub>sr</sub> (µg Pb /l)	< 1		< 0,1	< 1	

Koncentracija **žive** je ispod granice detekcije na Žižića vrelo. Na ostalim izvorima nije opažana.

	Žižića vrelo	Dretulja	Zagorska Mrežnica	CPV Mrežnica	TV
živa <sub>min</sub> (µg Hg /l)	< 0,1			< 0,1	1
živa <sub>max</sub> (µg Hg /l)	< 0,1			< 0,1	
živa <sub>sr</sub> (µg Hg /l)	< 0,1			< 0,1	

**Kloridi** su u CPV Mrežnica relativno niskih koncentracija, osim na jednom uzorku na Zagorskoj Mrežnici, no i tada je izmjerena manja koncentracija od TV vrijednosti (mogućnost greške uzorka). **Sulfati** su vrlo niskih koncentracija.

	Žižića vrelo	Dretulja	Zagorska Mrežnica	CPV Mrežnica	TV
sulfati <sub>min</sub> (mg/l)	2,05		3,43	2,05	250
sulfati <sub>max</sub> (mg/l)	4,9		211	211	
sulfati <sub>sr</sub> (mg/l)	3,62		40,60	7,27	

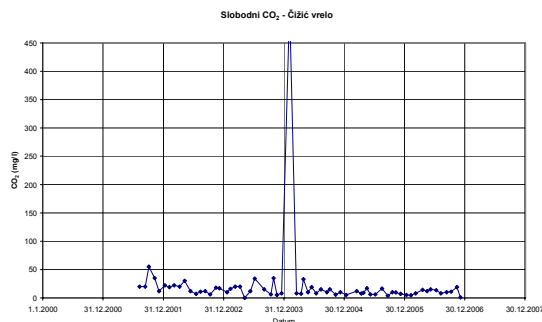
	Žižića vrelo	Dretulja	Zagorska Mrežnica	CPV Mrežnica	TV
kloridi <sub>min</sub> (mg/l)	0,89		< 0,01	< 0,01	250
kloridi <sub>max</sub> (mg/l)	4		5,47	5,47	
kloridi <sub>sr</sub> (mg/l)	1,66		3,00	1,77	

**Trikloretilen** i **tetrakloretilen** su opažani samo na Zagorskoj Mrežnici ali su svi uzorci bili ispod granice detekcije.

	Žižića vrelo	Dretulja	Zagorska Mrežnica	CPV Mrežnica	TV
trikloretilen+tetrakloretilen <sub>min</sub> (µg/l)			< 0,05	< 0,05	10
trikloretilen+tetrakloretilen <sub>max</sub> (µg/l)			< 0,05	< 0,05	
trikloretilen+tetrakloretilen <sub>sr</sub> (µg/l)			< 0,05	< 0,05	

### Ostali pokazatelji

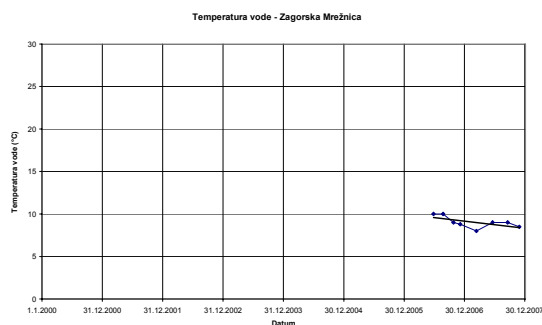
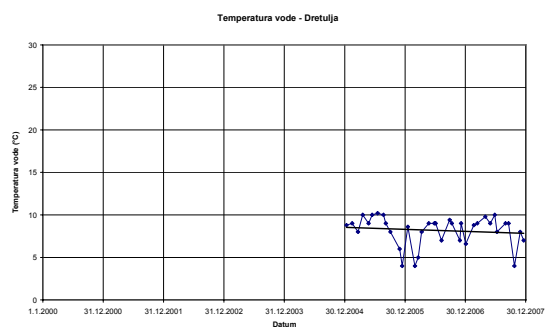
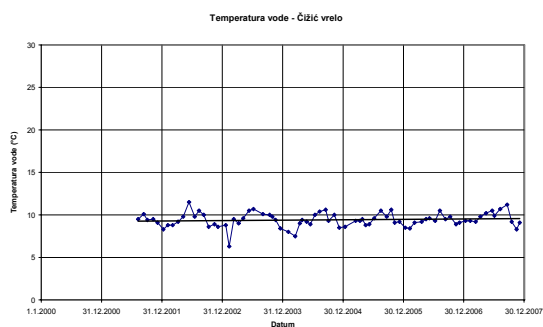
Krivulja sadržaja **slobodnog CO<sub>2</sub>** u podzemnoj vodi pokazuje ustaljene vrlo niske koncentracije na Zagorskoj Mrežnici osim na jednom uzorku sa vrlo visokom koncentracijom. To može biti i rezultat greške u bazi podataka. Na ostalim izvorima sadržaj slobodnog CO<sub>2</sub> nije opažan.



	Žižića vrelo	Dretulja	Zagorska Mrežnica	CPV Mrežnica
slobodni CO <sub>2</sub> min (mg CO <sub>2</sub> /l)	0			0
slobodni CO <sub>2</sub> max (mg CO <sub>2</sub> /l)	515			515
slobodni CO <sub>2</sub> sr (mg CO <sub>2</sub> /l)	21,63			21,63

**Temperatura vode** je na izvorima u CPV Mrežnica ispod TV vrijednosti (25 °C) i prati srednju godišnju temperaturu zraka na slivnom području.

	Žižića vrelo	Dretulja	Zagorska Mrežnica	CPV Mrežnica	TV
T <sub>min</sub> (°C)	6,3	4,0	8,0	4,0	25
T <sub>max</sub> (°C)	11,5	10,2	10,0	11,5	
T <sub>sr</sub> (°C)	9,41	8,17	9,04	9,02	

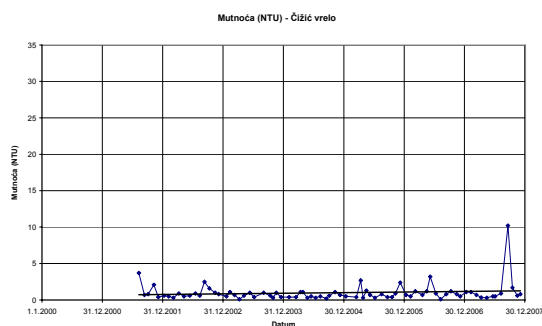


Na izvoru Ribnjak koncentracija **ortofosfata** je vrlo niska. Krivulje trenda su ustaljene.

	Žižića vrelo	Dretulja	Zagorska Mrežnica	CPV Mrežnica	TV
ortofosfati <sub>min</sub> (mg/l)	< 0,005	< 0,01	< 0,01	< 0,001	0,3
ortofosfati <sub>max</sub> (mg/l)	0,017	0,018	0,019	0,019	
ortofosfati <sub>sr</sub> (mg/l)	0,006	0,007	0,010	0,006	

**Mutnoća** je u srednjim vrijednostima na izvorima u CPV Mrežnica niža od TV vrijednosti i svega je jedan uzorak imao vrijednost višu od te granične vrijednosti na Žižića vrelo. Na Zagorskoj Mrežnici svi su uzorci bili bez mutnoće. TV vrijednost iznosi 4 NTU.

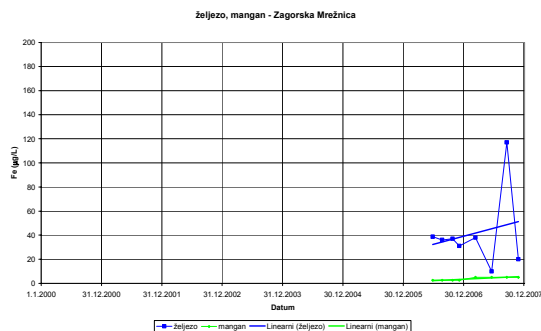
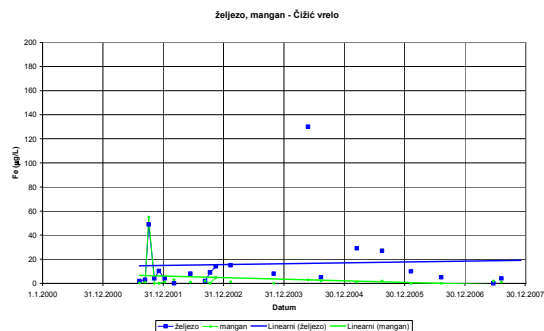
	Žižića vrelo	Dretulja	Zagorska Mrežnica	CPV Mrežnica	TV
mutnoća <sub>min</sub> (NTU)	0,1		0	0	4
mutnoća <sub>max</sub> (NTU)	10,2		0	10,2	
mutnoća <sub>sr</sub> (NTU)	0,97		0	0,92	
broj > MDK / broj analiza	1 / 77 (1,3%)		0 / 4	1 / 81 (1,2%)	



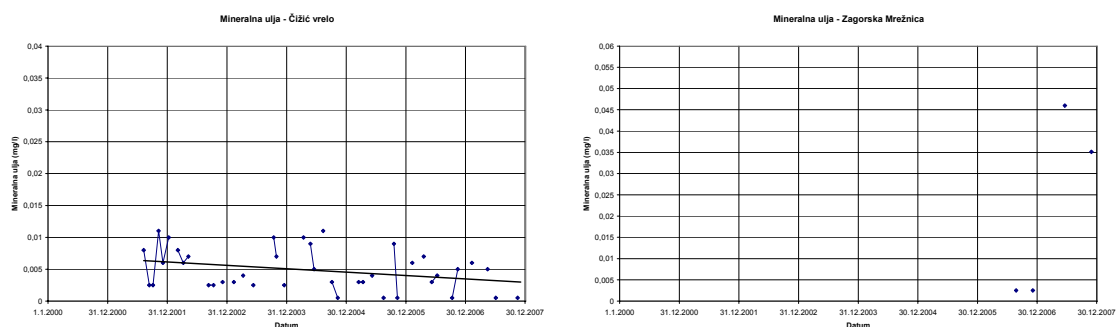
**Koncentracije željeza** imaju blago rastući trend. Koncentracije su u prosječnim vrijednostima niske, a i maksimalne koncentracije ne prelaze TV. **Koncentracije mangana** su niske i imaju ustaljeni trend. Samo je jedan uzorak na Žižića vrelo bio iznad TV vrijednosti. TV vrijednost koncentracije željeza iznosi 200 Fe µg/l, a mangana 50 Mn µg/l.

	Žižića vrelo	Dretulja	Zagorska Mrežnica	CPV Mrežnica	TV
Fe <sub>min</sub> (µg/l)	< 1		< 20	< 1	200
Fe <sub>max</sub> (µg/l)	130		117	130	
Fe <sub>sr</sub> (µg/l)	16,16		40,96	23,00	

	Žižića vrelo	Dretulja	Zagorska Mrežnica	CPV Mrežnica	TV
Mn <sub>min</sub> (µg/l)	< 1		< 5	< 1	50
Mn <sub>max</sub> (µg/l)	55		< 10	55	
Mn <sub>sr</sub> (µg/l)	3,98		< 5	3,91	



Koncentracije mineralnih ulja u izvornoj vodi Žižića vrela u maksimalnim koncentracijama ne doseže do TV vrijednosti, ali su na Zagorskoj Mrežnici od svega 4 uzorka čak dva bila sa koncentracijama iznad TV.

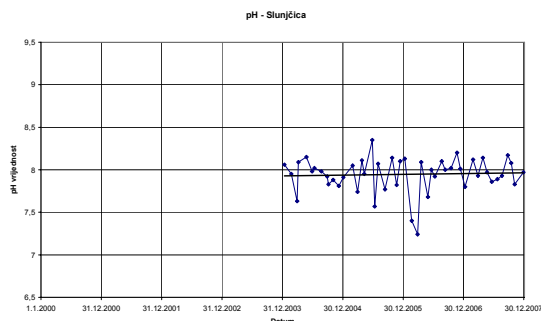


	Žižića vrela	Dretulja	Zagorska Mrežnica	CPV Mrežnica	TV
mineralna ulja <sub>min</sub> (mg/l)	< 0,001		< 0,005	< 0,001	0,020
mineralna ulja <sub>max</sub> (mg/l)	0,011		0,046	0,046	
mineralna ulja <sub>sr</sub> (mg/l)	0,004		0,021	0,006	
broj > MDK / broj analiza	0 / 40		2 / 4 (50%)	2 / 44 (4,5%)	

## 5.16. CPV Korana

**DOBRO STANJE**

### pH vrijednost

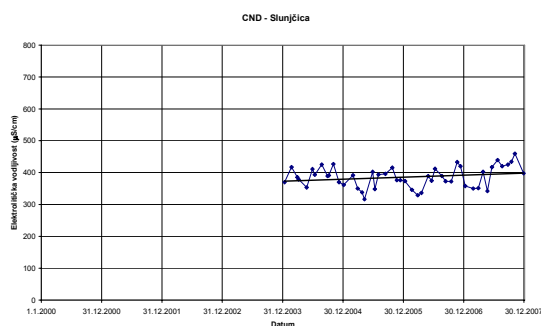


Na Slunjčici niti jedna analiza nije pokazala vrijednosti pH izvan propisanih raspona. Krivulje trenda pokazuju ustaljene vrijednosti.

	Slunjčica	CPV Korana	TV
pH <sub>min</sub>	7,24	7,24	6,5 – 9,5
pH <sub>max</sub>	8,35	8,35	
pH <sub>sr</sub>	7,94	7,94	

### Električna vodljivost

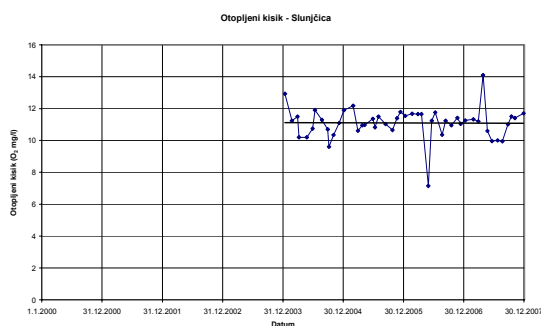
	Slunjčica	CPV Korana	TV
CND <sub>min</sub> (μS/cm)	316	316	2.500
CND <sub>max</sub> (μS/cm)	459	459	
CND <sub>sr</sub> (μS/cm)	386	386	



U CPV Korana na Slunjčici je vrijednost električne vodljivosti ispod TV vrijednosti. Temeljem izvršenih analiza napravljena je krivulja trenda koja pokazuje blag porast vrijednosti. TV vrijednost elektrolitičke vodljivosti (CND) u krškim podzemnim vodama iznosi 2.500  $\mu\text{S/cm}$ .

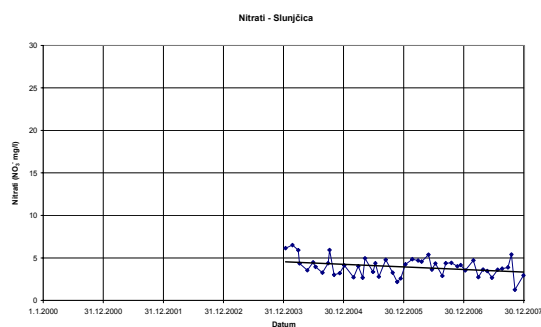
### Otopljeni kisik

	Slunjčica	CPV Korana
otopljeni kisik <sub>min</sub> (mg/l)	7,15	7,15
otopljeni kisik <sub>max</sub> (mg/l)	14,1	14,1
otopljeni kisik <sub>sr</sub> (mg/l)	11,09	11,09



Na Slunjčici je zabilježena ustaljena vrijednost s prosječnim koncentracijama otopljenog kisika iznad 11 mg/l.

### Nitrati

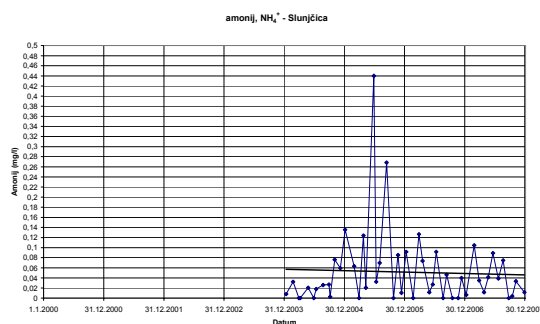


	Slunjčica	CPV Korana	TV
nitrati <sub>min</sub> (mg NO <sub>3</sub> /l)	1,26	1,26	50
nitrati <sub>max</sub> (mg NO <sub>3</sub> /l)	6,49	6,49	
nitrati <sub>sr</sub> (mg NO <sub>3</sub> /l)	3,94	3,94	

Koncentracija nitrata na Slunjčici vrlo je niska i u blagom je padu.



## Amonij ion



	Slunjčica	CPV Korana	TV
amonij ion <sub>min</sub> (mg $\text{NH}_4^+$ /l)	< 0,003	< 0,003	0,5
amonij ion <sub>max</sub> (mg $\text{NH}_4^+$ /l)	0,439	0,439	
amonij ion <sub>sr</sub> (mg $\text{NH}_4^+$ /l)	0,052	0,052	

Vrijednosti koncentracija amonij iona tijekom velikih voda rastu skoro do TV vrijednosti, ali su u prosječnim vrijednostima 10 puta niže od tih graničnih koncentracija. Krivulja trenda je padajuća.

## Pokazatelji određeni Direktivom o podzemnim vodama

Na Slunjčici analize **ukupnih pesticida** nisu rađene.

**Arsen** nije analiziran u sklopu Državne mreže opažanja Hrvatskih voda u CPV Korana.

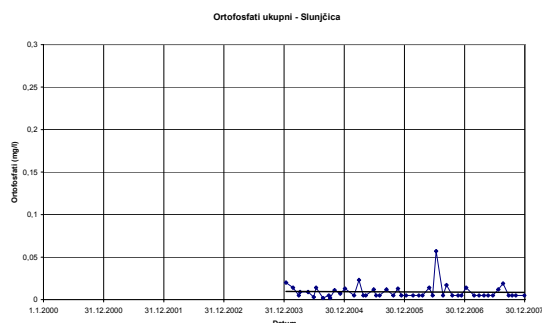
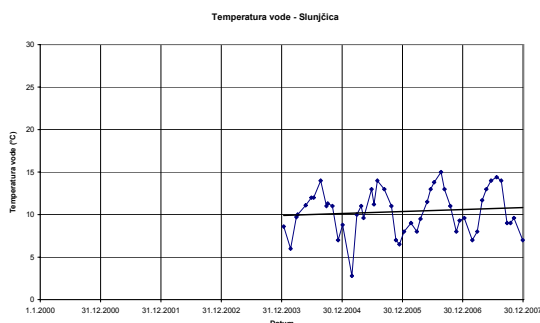
Analize koncentracija **kadmija, olova, žive, klorida i sulfata** u izvorskim vodama nisu rađene na CPV Korana u sklopu Državne mreže opažanja Hrvatskih voda.

**Trikloretilen i tetrakloretilen** nisu opažani u sklopu Državne mreže opažanja Hrvatskih voda u CPV Korana.

## Ostali pokazatelji

Sadržaja **slobodnog CO<sub>2</sub>** nije opažan u sklopu Državne mreže opažanja Hrvatskih voda u CPV Korana.

**Temperatura vode** je na izvorima u CPV Mrežnica ispod TV vrijednosti (25 °C) i prati srednju godišnju temperaturu zraka na slivnom području.



	Slunjšica	CPV Korana	TV
$T_{\min}$ (°C)	2,8	2,8	25
$T_{\max}$ (°C)	15,0	15,0	
$T_{sr}$ (°C)	10,35	10,35	

Na Slunjšici je koncentracija **ortofosfata** vrlo niska. Krivulja trenda je ustaljena.

	Slunjšica	CPV Korana	TV
ortofosfati <sub>min</sub> (mg/l)	< 0,01	< 0,01	0,3
ortofosfati <sub>max</sub> (mg/l)	0,057	0,057	
ortofosfati <sub>sr</sub> (mg/l)	0,009	0,009	

**Mutnoća** nije opažana na Slunjšici, jedinoj točki opažanja u CPV Korana u Državnoj mreži opažanja Hrvatskih voda.

Analize **željeza, mangana i mineralnih ulja** nisu rađene na Slunjšici.

## 5.17. CPV Una

### VJEROJATNO DOBRO STANJE

U CPV Una niti jedan vodni objekt nije u Državnoj mreži opažanja Hrvatskih voda. Generalni pregled kakvoće podzemne vode dat je na osnovi rezultata hidrogeoloških istraživanja iz 1989. godine (UDILJAK, 1989). Iako je razdoblje opažanja za procjenu stanja i rizika sa stanovišta kakvoće podzemne vode 2000. do 2007. godina, a ova su istraživanja i kemijske analize iz 1989. godine, to su jedini dostupni podaci. Kemijske i bakteriološke analizir rađene su u razdoblju od ožujka do rujna 1989. u četiri navrata. U međuvremenu se je kakvoća možda i promijenila, no ovaj dio analize treba shvatiti kao pokušaj prikaza kakvoće na izvorištu Une. U elaboratu je obrađena kakvoća tri najveća izvora u izvorišnoj zoni rijeke Une: izvor Une, Mala Neteka i Velika Neteka.

#### pH vrijednost

Na izvorima u CPV Una niti jedna analiza nije pokazala vrijednosti pH izvan propisanih raspona.

	Vrelo Une	Mala Neteka	Velika Neteka	CPV Una	TV
pH <sub>min</sub>	7,5	7,5	7,5	7,5	6,5 – 9,5
pH <sub>max</sub>	8,2	8,0	8,1	8,2	
pH <sub>sr</sub>	7,8	7,8	7,8	7,8	

#### Električna vodljivost

Na izvorima u CPV u sklopu hidrogeoloških istraživanja (UDILJAK, 1989) nisu rađena mjerenja električne vodljivosti.

#### Otopljeni kisik

	Vrelo Une	Mala Neteka	Velika Neteka	CPV Una
otopljeni kisik <sub>min</sub> (mg/l)	8,7	7,5	7,3	7,3
otopljeni kisik <sub>max</sub> (mg/l)	12,5	9,9	9,6	12,5
otopljeni kisik <sub>sr</sub> (mg/l)	10,9	8,9	8,5	9,5

Prema Uredbi o klasifikaciji voda za I. klasu voda propisana je koncentracija otopljenog kisika veća od 7 mg/l. Smanjenje koncentracije otopljenog kisika je jedan od pokazatelja onečišćenja podzemnih voda. Na svim izvorima u CPV Una koncentracije otopljenog kisika su iznad 7 mg/l.

### Nitrati

	Vrelo Une	Mala Neteka	Velika Neteka	CPV Una	TV
nitrat <sub>min</sub> (mg NO <sub>3</sub> /l)	0,53	0	0,31	0	50
nitrat <sub>max</sub> (mg NO <sub>3</sub> /l)	3,62	3,01	3,54	3,62	
nitrat <sub>sr</sub> (mg NO <sub>3</sub> /l)	2,00	1,40	1,64	1,68	

Koncentracija nitrata na vodnim objektima u CPV Una su vrlo niske daleko ispod TV vrijednosti (50 NO<sub>3</sub> mg/l).

### Amonij ion

	Vrelo Une	Mala Neteka	Velika Neteka	CPV Una	TV
amonij ion <sub>min</sub> (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l)	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,5
amonij ion <sub>max</sub> (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l)	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	
amonij ion <sub>sr</sub> (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l)	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	

Vrijednosti koncentracija amonij iona su ispod granice detekcije na svim uzorcima u CPV Una.

### Pokazatelji određeni Direktivom o podzemnim vodama

Nisu određivani **ukupni pesticidi**, već pojedinačno neki pesticidi (Alfa HCH, lindan i DDT) i analize su pokazale vrlo niske koncentracije.

**Arsen** nije analiziran.

Koncentracije **kadmija** su određene u uzorku od 28.03.1989. godine i na svim izvorima su bile ispod granice detekcije (0,005 mg/l).

Koncentracije **olova** su ispod bile granice detekcije u uzorku od 28.03.1989. godine na svim izvorima.

Koncentracije **žive** su ispod bile granice detekcije u uzorku od 28.03.1989. godine na svim izvorima.

**Kloridi** su na vrelo Une vrlo niskih koncentracija, kao i **sulfati**. Na Maloj i Velikoj Neteci i kloridi i sulfati imaju nešto povišene vrijednosti, ali ispod TV vrijednosti.

	Vrelo Une	Mala Neteka	Velika Neteka	CPV Una	TV
sulfat <sub>min</sub> (mg/l)	3,87	65,7	65,1	3,87	250
sulfat <sub>max</sub> (mg/l)	10,4	86,1	114,9	114,9	
sulfat <sub>sr</sub> (mg/l)	7,64	72,4	91,98	57,33	

	Vrelo Une	Mala Neteka	Velika Neteka	CPV Una	TV
klorid <sub>min</sub> (mg/l)	7,1	24,8	24,8	7,1	250
klorid <sub>max</sub> (mg/l)	14,2	35,5	46,15	46,15	
klorid <sub>sr</sub> (mg/l)	10,62	31,05	34,58	25,42	

**Trikloretlen** i **tetrakloretlen** nisu opažani.

### Ostali pokazatelji

Sadržaj **slobodnog CO<sub>2</sub>** nije analiziran.

**Temperatura vode** je na izvorima u CPV Une daleko ispod TV vrijednosti i odgovara srednjoj godišnjoj temperaturi zraka na slivnom području izvora.

	Vrelo Une	Mala Neteka	Velika Neteka	CPV Una	TV
T <sub>min</sub> (°C)	9,0	9,5	10,0	9,0	25
T <sub>max</sub> (°C)	9,7	10,3	10,5	10,5	
T <sub>sr</sub> (°C)	9,4	9,8	10,2	9,8	

Nisu određivane koncentracije **ortofosfata**.

**Mutnoća** je određivana kao koncentracija SiO<sub>2</sub> (mg/l) i na svim uzorcima koncentracija je bila 0 mg/l.

**Koncentracije željeza** su određivane samo na vrelo Une, dok na ostalim izvorima nisu. Koncentracije **mangana** nisu određivane. Koncentracije željeza su vrlo niske i daleko ispod graničnih vrijednosti.

	Vrelo Une	Mala Neteka	Velika Neteka	CPV Una	TV
Fe <sub>min</sub> (µg/l)	4,1			4,1	200
Fe <sub>max</sub> (µg/l)	21,4			21,4	
Fe <sub>sr</sub> (µg/l)	13,35			13,35	

**Koncentracije mineralnih ulja** u izvorskoj vodi u CPV Una samo u jednom uzorku na vrelo Une prelaze TV vrijednosti za pitke vode.

	Vrelo Une	Mala Neteka	Velika Neteka	CPV Una	TV
mineralna ulja <sub>min</sub> (mg/l)	0,004	0,005	0,007	0,004	0,020
mineralna ulja <sub>max</sub> (mg/l)	0,021	0,015	0,016	0,021	
mineralna ulja <sub>sr</sub> (mg/l)	0,013	0,010	0,011	0,011	
broj > MDK / broj analiza	1 / 4 (25%)	0 / 4	0 / 4	1 / 12 (8,3%)	

Tablica 5-3. Cjeline podzemne vode "lošeg stanja" sa kvalitativnog stanovišta

<i>KOD CPV</i>	<i>Naziv</i>	<i>Kvalitativno stanje</i>
<b>JADRANSKI SLIV</b>		
HR_KCPV_01	Sjeverna Istra	DOBRO
HR_KCPV_02	Središnja Istra	DOBRO
HR_KCPV_03	Južna Istra	LOŠE
HR_KCPV_04	Riječki zaljev	VJEROJATNO DOBRO
HR_KCPV_05	Rijeka – Bakar	DOBRO
HR_KCPV_06	Gacka – Lika	DOBRO
HR_KCPV_07	Zrmanja	DOBRO
HR_KCPV_08	Ravni kotari	LOŠE
HR_KCPV_09	Krka	DOBRO
HR_KCPV_10	Cetina	DOBRO
HR_KCPV_11	Neretva	DOBRO
HR_KCPV_12	Jadranski otoci	DOBRO
<b>CRNOMORSKI SLIV</b>		
HR_KCPV_13	Kupa	DOBRO
HR_KCPV_14	Dobra	DOBRO
HR_KCPV_15	Mrežnica	DOBRO
HR_KCPV_16	Korana	DOBRO
HR_KCPV_17	Una	VJEROJATNO DOBRO

Analiza stanja kakvoće podzemnih voda na krškom području u Hrvatskoj izdvojila je dvije cjeline podzemne vode Južnu Istru i Ravne kotare gdje je narušena kakvoća podzemnih voda. Na području Južne Istre bitno je narušena kakvoća prema više pokazatelja, a najznačajniji su u svakom slučaju nitrati i prijeteće zaslanjenje. Ravni kotari su u Državnoj mreži opažanja zastupljeni samo s dvije točke opažanja i na njima je zadovoljavajuća kakvoća, no analiza podataka o koncentracijama klorida na crpilištima Zadarskog vodovoda na području Ravnih kotara iskazala je velike probleme s zaslanjenjem na crpilištima Bokanjac (Jezerce), Boljkovac i Golubinka. I u zaleđu Vranskog jezera kod Biograda, iako na crpilištima nije iskazano analizama crpljene vode, u podzemlju na 20-tak metara dubine je zona miješanja slatke i slane vode i povećanjem crpnih količina može doći do konusnog izdizanja te zone miješanja i zaslanjenja crpilišta. Iz toga je razloga CPV Ravni kotari postavljena u kategoriju "lošeg stanja"

U **tablici 5-3** prikazani su rezultati analize stanja kakvoće podzemnih voda na području krša u Hrvatskoj i dvije su CPV postavljene u kategoriju "vjerojatno dobro stanje". To su CPV Riječki zaljev i CPV Una jer na području ovih CPV nema točaka monitoringa u Državnoj mreži opažanja i stanje je procijenjeno temeljem hidrogeoloških istraživanja s toga područja i ekspertnim procjenama. U sljedećem razdoblju obrade krajem 2015. godine analiza stanja će se na ovim CPV moći provesti analizom točaka opažanja koje će biti predložene ovom studijom.

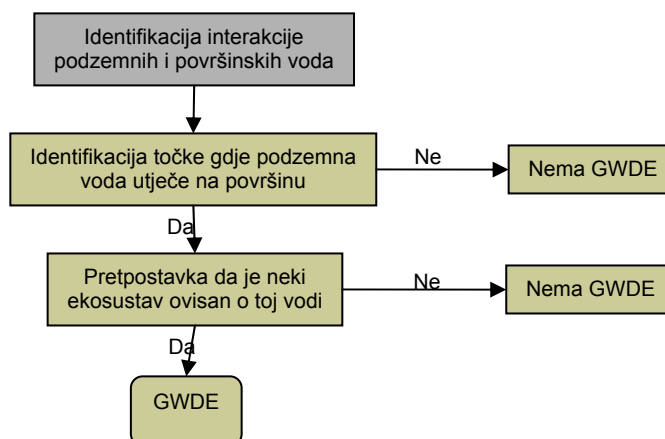
## 6. IDENTIFIKACIJA CPV OVISNO O EKOSUSTAVIMA POVEZANIM S PODZEMNIM VODAMA

Ovisnost ekosustava o podzemnim vodama je bazirana na jednom ili više osnovnih atributa podzemnih voda:

- tečenje (količina prihranjivanja podzemnih voda)
- razina podzemne vode
- pritisak (za zatvorene vodonosnike)
- kvaliteta podzemne vode (kemijski sastav podzemnih voda izražen pomoću osnovnih kemijskih pokazatelja)

Prema Hrvatskoj legislativi Zakon o zaštiti prirode (NN 70/05) propisuje proglašenje Nacionalne ekološke mreže koja se sastoji od Ekološki važnih područja (područja važna na nacionalnoj razini) i Međunarodno važnih ekoloških područja (NATURA 2000). Listu svih vrsta i staništa u Republici Hrvatskoj koordinira i predlaže Državni zavod za zaštitu prirode. Do sada je u Hrvatskoj zaštićeno oko 1.000 područja koja su predložena u ekološku mrežu NATURA 2000, a njihov odabir je bio zasnovan na standardnim znanstvenim kriterijima koji su korišteni u svim EU državama članicama.

U analizi ekosustava povezanih s podzemnim vodama korišteni su podaci ekološke mreže NATURA 2000 dostupne putem interneta na adresi: <http://www.natura2000.hr>. Analiza započinje identifikacijom interakcije podzemnih i površinskih voda, odnosno identifikacijom područja gdje je podzemna voda u kontaktu s površinom. Preklapanjem tih podloga sa slojem koji sadrži ekosustave dolazimo do podataka koji je ekosustav ovisan o podzemnoj vodi, odnosno moguće je definirati ekosustav ovisan o podzemnim vodama (Groundwater dependent ecosystem; GWDE). Tijek analize prikazan je na [slici 6-1](#).

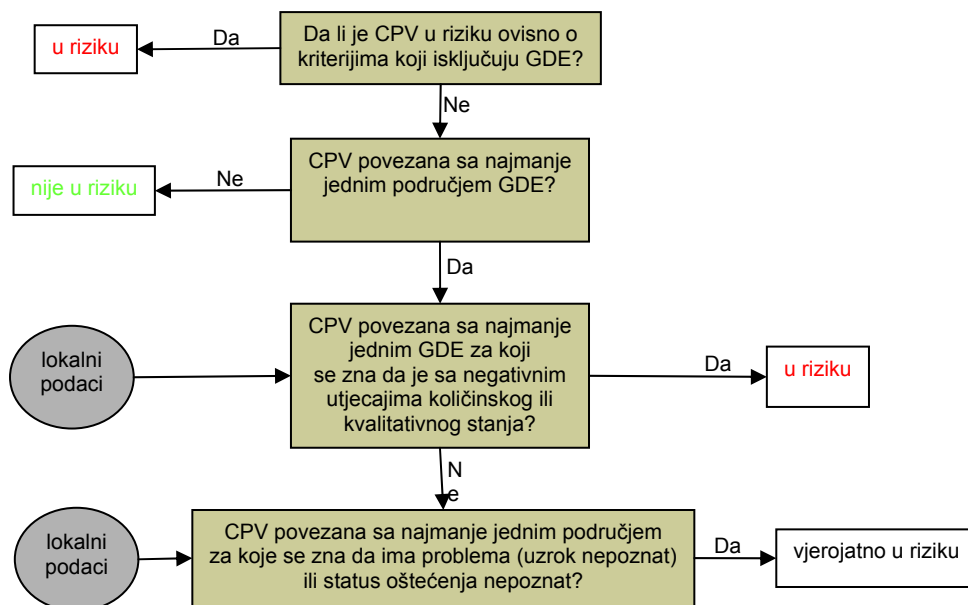


Slika 6-1. Analiza definiranja ekosustava ovisnih o podzemnim vodama.

Slijedeća analiza provodi se na razini cjelina podzemnih voda ([Slika 6-2](#)). Prvo je potrebno odrediti da li je cjelina podzemne vode u riziku bez obzira na ekosustave koji se u njoj nalaze. Ako nije, definira se koliko je ekosustava ovisnih o podzemnim vodama na području cjeline podzemne vode i ovisno o tome da li ima negativnih utjecaja na količine i kvalitetu voda definira se ekosustav koji je u riziku. Ako se unutar cjeline podzemne vode nalazi ekosustav u riziku cijela cjelina podzemne vode je u riziku, odnosno može biti jedan dio te cjeline za koji se propisuje operativni monitoring.

Za određivanje ovisnosti nekog ekosustava o podzemnoj vodi potrebni su podaci o razinama podzemne vode, odnosno podaci o kolebanju razina podzemne vode koji se dobivaju postavljanjem dobre mreže

monitoringa (piezometarska mreža). Kod gotovo svih ekosustava takovog monitoringa nema, te je analiza provedena temeljem procjene i dostupnih podataka iz mnogobrojnih istraživanja vodnih resursa.



Slika 6-2. Metodologija procjene rizika za ekosustave ovisne o podzemnim vodama (GDE)

Veliki dio ekosustava je u direktnoj ili posrednoj vezi s podzemnim vodama u krškim područjima. Posebno se to odnosi na vodene ekosustave locirane u dolinskim dijelovima cjelina podzemne vode, ali i na kopnene ekosustave, koji ovise o vlazi tla, koja je indirektno ovisna o stabilnosti razina podzemne vode, pa makar bile i stotinu metara ispod površine terena. Što je opći problem s podzemnim vodama i općenito vodnim resursima u krškim područjima? To su u prvom redu dugačka ljetna sušna razdoblja, kada se bitno smanjuju kapaciteti prirodnih izvorišta, a time i protoke krških rijeka, koje imaju direktan utjecaj na ekosustave u dolinskim dijelovima krških područja. Situaciju otežava eksploatacija vode za potrebe vodoopskrbe, pa na velikom broju krških izvora nema preljeva u korita vodotoka. To bitno smanjuje protoke u koritima rijeka i zasigurno izaziva negativne utjecaje na biološke sustave (fauna i flora) direktno vezane za plitku podzemnu i površinsku vodu. Veliki dio visokih vodnih valova je akumuliran za potrebe hidroelektrana, što je također izmijenilo prirodne uvjete, jer su vodom potopljeni dijelovi krških polja i kanjona rijeka. Sve je to danas ponovno u uravnoteženom stanju s pozitivnim i negativnim utjecajima na ranije postojeće prirodne sustave.

Tablica 6-1. Ekosustavi u CPV u krškom dijelu RH povezane s podzemnim vodama

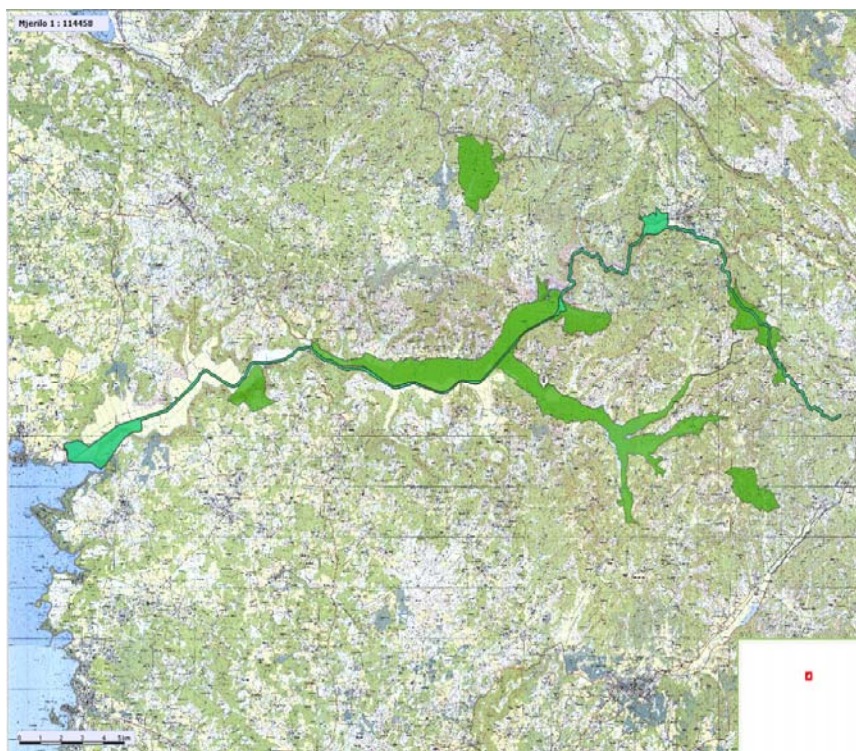
	Kod CPV	CJELINA PODZEMNE VODE	Kod ekosustava	Tip ekosustava	Rizik - kvalitativni	Rizik - kvantitativni
Jadranski sliv	HR_KCPV_01	Sjeverna Istra	HR2000619	vodeni	NE	NE (potencijalno)
			HR2001233	vodeni	NE	NE
			HR2000637	vodeni	NE	NE (potencijalno)
Jadranski sliv	HR_KCPV_02	Središnja Istra	-	-	-	-
Jadranski sliv	HR_KCPV_03	Južna Istra	-	-	-	-
Jadranski sliv	HR_KCPV_04	Riječki zaljev	-	-	-	-
Jadranski sliv	HR_KCPV_05	Rijeka - Bakar	HR2000659	kopneni	NE	NE
			HR2000658	vodeni	NE	NE
			HR2000661	kopneni	NE	NE
Jadranski sliv	HR_KCPV_06	Lika - Gacka	HR5000222	kopneni	NE	NE
			HR2000605	kopneni	NE	NE
			HR2000608	kopneni	NE	NE
			HR2000635	vodeni	NE	NE
			HR2001012	vodeni	NE	NE
			HR2000632	vodeni, kopneni	NE	NE
			HR2001040	vodeni	NE	NE
			HR5000020	kopneni	NE	NE
			HR2000871	kopneni	NE	NE
			HR2001012	vodeni	NE	NE
Jadranski sliv	HR_KCPV_07	Zrmanja	HR2001013	vodeni	NE	NE
			HR5000222	kopneni	NE	NE
			HR2000641	vodeni	NE	NE
			HR2000874	vodeni	NE	NE
Jadranski sliv	HR_KCPV_08	Ravni kotari	HR2000914	vodeni	NE	NE
Jadranski sliv	HR_KCPV_09	Krka	HR2000917	vodeni	NE	NE
			HR2000918	vodeni	NE	NE
			HR2001067	vodeni	NE	NE
			HR2001068	vodeni	NE	NE
Jadranski sliv	HR_KCPV_10	Cetina	HR2000923	vodeni, kopneni	NE	NE
			HR2001237	vodeni	NE	NE
			HR2000927	vodeni	NE	NE
			HR2000936	vodeni	NE	NE
			HR2000929	vodeni	NE	NE
Jadranski sliv	HR_KCPV_11	Neretva	HR2000932	vodeni	NE	NE
			HR2001236	vodeni	NE	NE
			HR2000933	vodeni	NE	NE
			HR2001229	vodeni	NE	NE
			HR2000934	vodeni	NE	NE
			HR2000935	vodeni	NE	NE
			HR2000933	vodeni	NE	NE
			HR2000636	vodeni	NE	NE
			HR5000031	vodeni	NE	NE (potencijalno)
			HR2000556	vodeni	NE	NE
HR2001010	vodeni	NE	NE (potencijalno)			
Jadranski sliv	HR_KCPV_12	Jadranski otoci	HR2000946	vodeni	NE	NE
			HR2000891	vodeni	NE	NE
			HR2000893	vodeni	NE	NE
			HR5000037	vodeni	NE	NE
			HR2000944	vodeni	NE	NE
			HR2001009	vodeni	NE	NE
			HR2001008	vodeni	NE	NE
Crmomorski sliv	HR_KCPV_13	Kupa	HR2001227	vodeni	NE	NE
			HR2000447	vodeni, kopneni	NE	NE
			HR2000642	vodeni	NE	NE
Crmomorski sliv	HR_KCPV_14	Dobra	HR2001257	vodeni	NE	NE
Crmomorski sliv	HR_KCPV_15	Mrežnica	HR2000592	vodeni	NE (potencijalno)	NE
			HR2000652	kopneni	NE	NE
			HR2000646	kopneni	NE	NE
			HR2000648	kopneni	NE	NE
			HR2000665	kopneni	NE	NE
			HR2000633	vodeni	NE	NE
			HR2000594	vodeni	NE	NE
			HR2000609	vodeni	NE	NE
			HR2000592	vodeni	NE	NE
			HR2000593	vodeni	NE	NE
Crmomorski sliv	HR_KCPV_16	Korana	HR5000020	vodeni, kopneni	NE	NE
			HR2000953	vodeni	NE	NE
			HR2000654	vodeni	NE	NE
			HR2000595	vodeni	NE	NE
Crmomorski sliv	HR_KCPV_17	Una	HR2000596	vodeni	NE	NE
			HR2001069	vodeni	NE	NE
			HR2000632	vodeni	NE	NE
			HR2000879	vodeni, kopneni	NE	NE
			HR2001048	vodeni	NE	NE



## HR\_KCPV\_01 Sjeverna Istra

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
Mirna i šire područje Butonige	1.940,85	HR2000619	POTENC.

Ekosustav je zaštićen zbog očuvanja endemičnih svojta riba jadranskog sliva, a mjere zaštite su usmjerene na očuvanje povoljnog režima voda. Mirna i šire područje Butonige najvećim je dijelom izgrađeno od fliških naslaga koje su u cjelini nepropusne, odnosno na tome području nema značajnih količina podzemnih voda ili značajnih vodonosnika. Na fliškim naslagama su uz korito Mirne taložene aluvijalne naslage male debljine u kojima se nalaze manje količine podzemne vode koje nisu bitne za ukupnu bilancu voda sliva Mirne, ali su bitne za održavanje ekosustava tijekom ljetnih sušnih razdoblja. Potrebno je izdvojiti zone izvora Sveti Ivan, Bulaž i Gradole gdje ovo zaštićeno područje dolazi u kontakt s podzemnim vodama. Na njima se tijekom ljetnih sušnih razdoblja crpe maksimalne količine podzemne vode za potrebe javne vodoopskrbe, odnosno tijekom toga razdoblja nema preljeva na tim izvorima koji prihranjuju površinski tok Mirne i tada rijeka Mirna presušuje. Upravo stoga u izradi je projektna dokumentacija za ostvarivanje dodatnih količina vode izgradnjom malih akumulacija u višim zonama sliva koje bi tijekom ljetnih sušnih razdoblja mogle osiguravati biološki minimum u koritu Mirne. Ekosustav je povezan s podzemnim vodama, nema problema s kakvoćom podzemne vode, ali je vjerojatan negativan kvantitativan utjecaj u površinskom toku na ekosustav zbog precrpljivanja izvora. U ekosustavu nema točaka opažanja kakvoće i razina podzemnih voda.



Slika 6-3. Ekosustav Mirna i šire područje Butonige (svjetlo zeleno)

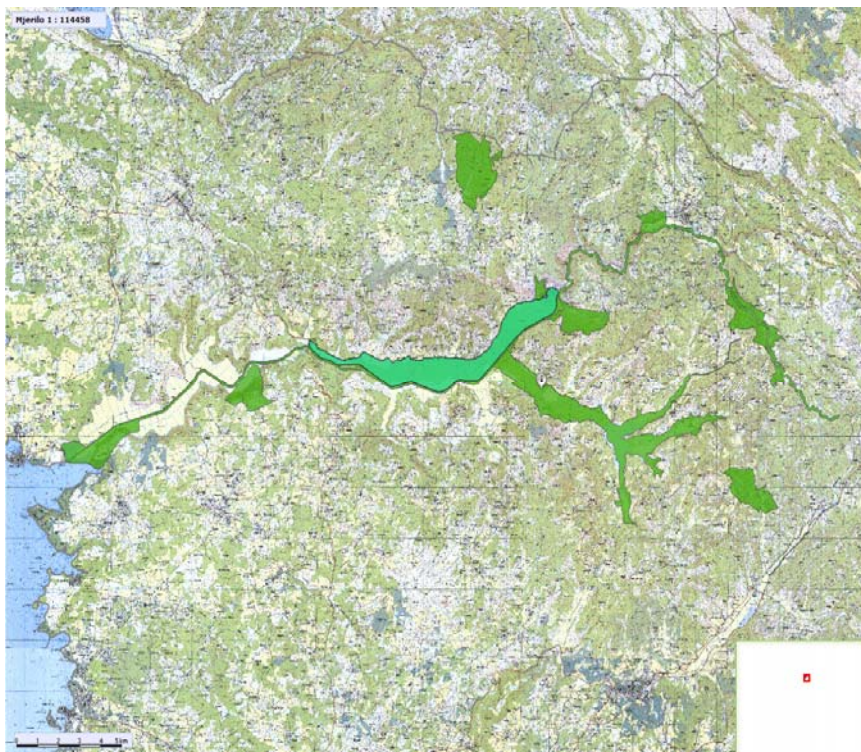
Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
Izvor Gradole	200,27	HR2001233	NE

Izvor Gradole i njegovo neposredno zaleđe zaštićeno je područje prema NATURI 2000 zbog očuvanja raka kamenjaka. Na izvoru Gradole se tijekom ljetnih sušnih razdoblja crpe maksimalne količine tako da nema preljeva koji ide prema koritu rijeke Mirne, no u neposrednoj blizini izvora nalazi se izvor Male Gradole koji

nije zahvaćen i slobodno istječe prema Mirni. U zaleđu izvora Gradole, a unutar zaštićenog područja, prema zaseoku Markovići velika je površina zasađena vinogradima gdje treba osigurati kontroliranu upotrebu umjetnih i mineralnih gnojiva. Nema negativnih utjecaja podzemnih voda na ekosustav.

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
Motovunska šuma	900,49	HR2000637	POTENC.

Ekosustav je zaštićen zbog očuvanja poplavnih miješanih šuma, ali i barskih kornjača i žaba. Obuhvaća područje Livada sjeverno od današnjeg toka rijeke Mirne i staro korito Mirne prije regulacije rijeke. Regulacijom rijeke Mirne skrenuta je sva voda iz starog korita, a dodatni problem nastao je i presjecanjem starog korita asfaltnim cestama na kojima nisu izvedeni propusti za vodu.



Slika 6-4. Ekosustav Motovunska šuma (svjetlo zeleno)

Područje Motovunske šume najvećim je dijelom izgrađeno od fliških naslaga koje su u cjelini vodonepropusne, odnosno na tome području nema značajnih količina podzemnih voda ili značajnih vodonosnika. Na fliškim naslagama su uz staro korito Mirne taložene aluvijalne naslage male debljine u kojima se nalaze manje količine podzemne vode koje nisu bitne za ukupnu bilancu voda sliva Mirne, ali su bitne za održavanje ekosustava tijekom ljetnih sušnih razdoblja. Prihranjivanje tih podzemnih voda je iz površinskog toka rijeke Mirne. Potrebno je izdvojiti zonu izvora Bulaž gdje ovo zaštićeno područje dolazi u kontakt s podzemnim vodama, ali i Sveti Ivan koji se nalazi uzvodno od ekosustava. Na njima se tijekom ljetnih sušnih razdoblja crpe maksimalne količine podzemne vode za potrebe javne vodoopskrbe, odnosno tijekom toga razdoblja nema preljeva na tim izvorima koji prihranjuju površinski tok Mirne i tada rijeka Mirna presušuje. Upravo stoga u izradi je projektna dokumentacija za ostvarivanje dodatnih količina vode izgradnjom malih akumulacija u višim zonama sliva koje bi tijekom ljetnih sušnih razdoblja mogle osiguravati održivi protok u koritu Mirne. Za Motovunsku šumu je dodatno predloženo i probijanje propusta ispod cesta koje presijecaju to područje kako bi se omogućilo protjecanje vode starim koritom Mirne i puštanje preljevnih voda Bulaža u to korito. Propisane mjere zaštite povezane s vodnim sustavom: zadržati razinu vode potrebnu za biološku održivost i očuvati stanište, očuvati vodena i močvarna staništa u što prirodnijem stanju, a prema potrebi izvršiti revitalizaciju, osigurati dovoljnu količinu vode u vodenim i močvarnim staništima koja je nužna za opstanak staništa i njihovih značajnih bioloških vrsta, očuvati povoljna fizikalno-kemijska svojstva vode ili ih poboljšati, ukoliko su nepovoljna za opstanak staništa i njihovih značajnih bioloških vrsta, održavati dovoljni režim voda za očuvanje

močvarnih staništa, očuvati povoljni sastav mineralnih i hranjivih tvari u vodi i tlu močvarnih staništa i izbjegavati regulaciju vodotoka i promjene vodnog režima vodenih i močvarnih staništa ukoliko to nije neophodno za zaštitu života ljudi i naselja. Ekosustav je povezan s podzemnim vodama, problema s kakvoćom podzemnih voda nema, ali je vjerojatan negativan kvantitativan utjecaj na površinske vode zbog precrpljivanja izvora. U ekosustavu nema točaka opažanja kakvoće i razina podzemnih voda, te je potrebno izvođenje piezometarske bušotine za opažanje kolebanja razina podzemne vode na području ekosustava.

### HR\_KCPV\_05 Rijeka – Bakar

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
<b>Trstenik</b>	1,2	HR2000659	NE

Zaštita je postavljena zbog očuvanja livadnog cvijeća i gljiva. Propisane mjere zaštite najviše su povezane s svrsihodnom i opravdanom prenamjenom zemljišta, osiguranjem poticaja za očuvanje biološke raznolikosti, te mjerama propisanim za zaštitu travnjaka što uključuje i očuvanje visoke razine podzemne vode na područjima cretova, vlažnih travnjaka i zajednica visokih zeleni. Na području Trstenika izdvojene su fluvio-glacijalne naslage kvartarne starosti koje tvore viseći horizont podzemne vode. Na tome području nalazi se manji izvor, zahvaćen za potrebe doma Crvenog križa, koji formira tok i nakon 500-tinjak metara ponire. Ponor je trasiran 25. lipnja 1979. godine od strane Hrvatskog geološkog instituta i dobivene su direktne veze prema izvoru Rječine (4,62 cm/s), Zviru (5,65 cm/s) i prema izvoru na SZ rubu Grobničkog polja (5,53 cm/s). Razine podzemne vode lokalnog vodonosnika na Trsteniku nisu ugrožene zahvatom izvora.

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
<b>Rječina</b>	238,1	HR2000658	NE

Zaštita je postavljena zbog očuvanja raka kamenjaka, kanjonske vegetacije i zaštite tekućica. Zaštićeno područje Rječina obuhvaća izvor Rječine, veliki povremeni izvor na kontaktu fliških naslaga i dobro vodopropusnih stijena, dio neposrednog zaleđa izvora izgrađenog od karbonatnih stijena i cca 6,5 km kanjona Rječine izgrađenog od nepropusnih naslaga fliša. Izvor Rječine je zahvaćen za potrebe javne vodoopskrbe grada Rijeke, a zahvaćena se voda gravitacijskim cjevovodom prebacuje u vodoopskrbni sustav. Presušuje prirodno svake godine u trajanju od nekoliko mjeseci, dok u maksimumu daje i nekoliko desetaka m<sup>3</sup> vode. U neposrednom zaleđu izvora koji je u sklopu ovog zaštićenog područja nema nikakvih ljudskih aktivnosti, a propisane su i zone sanitarne zaštite izvora vode za piće. Ekosustav je povezan s podzemnim vodama u zoni samog izvora, ali nema negativnog utjecaja podzemnih voda na ekosustav. U planu je izvođenje akumulacije na području Kukuljana koja će zbog uspora potopiti cijelu dolinu i sam izvor Rječine, odnosno bitno izmijeniti uvjete u ekosustavu, te je stoga prije izgradnje akumulacije potrebno provesti opsežna istraživanja i definirati utjecaj na ekosustav.

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
<b>Borova draga (Borovica)</b>	160,43	HR2000661	NE

Iako propisane mjere zaštite nisu povezane s vodnim sustavom već s zaštitom šumskih sustava, odnosno prijedlogom zaštite u kategoriji posebnog rezervata, potrebno je istaknuti da se na južnom rubu ovog ekosustava nalaze povremeni vrlo jaki izvori, odnosno razina podzemne vode tijekom velikih voda dolazi skoro do površine terena. Zaštićeno područje Borova draga (Borovica) na području cjeline podzemne vode Rijeka – Bakarski zaljev je povezano s podzemnim vodama, ali nema negativnog utjecaja podzemnih voda na ovaj ekosustav.

## HR\_KCPV\_06 Lika – Gacka

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
<b>Velebit</b>	203.608,36	HR5000022	NE

Zaštićeno područje Velebit obuhvaća područje Parka prirode Velebit i mjere zaštite propisane su za provođenje tradicionalnog stočarstva i ratarstva, ograničenje intenzivne poljoprivrede, ograničenje posjete, mjere povezane s travnjacima i šikarama, šumama i podzemljem. U ovome zadnjem sadržane su mjere koje se odnose prvenstveno na zaštitu speleoloških objekata, ali i sanaciju divljih i legalnih odlagališta otpada na tome području. Ekosustav se nalazi na visokim planinskim područjima koja su gotovo nenaseljena i na kojima nema značajnih onečišćivača. Iako je razina podzemne vode i nekoliko stotina metara ispod površine terena, ekosustav je povezan s podzemnim vodama zbog zaštite dubokih speleoloških objekata koji u pridnenim dijelovima dopiru do razine podzemne vode. Nema negativnih utjecaja podzemnih voda na ekosustav.

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
<b>Nacionalni park Sjeverni Velebit</b>	11.153,39	HR2000605	NE

Zaštićeno područje Nacionalni park Sjeverni Velebit ima propisane mjere slično kao i kod zaštićenog područja Velebit. Podzemna voda je povezana s ovim zaštićenim područjem zbog zaštite dubokih speleoloških objekata koji u pridnenim dijelovima dopiru do razine podzemne vode. Radi se o visokim nenaseljenim planinskim područjima na kojima nema onečišćivača. Nema negativnih utjecaja podzemnih voda na ekosustav.

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
<b>Hajdučki i Rožanski kukovi</b>	1.296,05	HR2000608	NE

Zaštita je povezana s ograničenjem šumskih zahvata i broja posjetitelja. Ekosustav je povezan s podzemnim vodama zbog zaštite dubokih speleoloških objekata koji u pridnenim dijelovima dopiru do razine podzemne vode. Radi se o visokim nenaseljenim planinskim područjima na kojima nema onečišćivača. Nema negativnih utjecaja podzemnih voda na ekosustav.

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
<b>Ličko polje</b>	55.090,68	HR2001012	NE

Ekosustav Ličko polje se prostire na puno većem području od samog Ličkog polja, pa čak i na područje Lovinca koje se nalazi u drugom slivnom području. Osim Ličkog polja u ekosustavu su i rubni dijelovi Velebita na kojem se nalaze brojni izvori koji prihranjuju rijeku Liku. Samo polje je izgrađeno od proluvijalnih naslaga i tečenje je uglavnom površinsko. Podzemne vode se nalaze 10-20 m ispod površine terena. Tijekom velikih voda dolazi do povišenja razine podzemne vode i povećanja izdašnosti izvora uz rub polja. Zaštita je postavljena zbog očuvanja vidre, rakova, riba, ptica, vodenih tokova s vegetacijom i travnjaka. Podzemna voda nema negativnih utjecaja na zaštićeno područje.

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
<b>Gacko polje</b>	7.798,33	HR2000635	NE

Područje zaštite Gacko polje izgrađeno je od aluvijalnih, fluvio-glacijalnih i proluvijalnih naslaga kvartarne starosti, Jelar breča i karbonatnih stijena dobre vodopropusnosti. Kroz Gacko polje protječe rijeka Gacka koja izvire na nekoliko velikih krških izvora: Tonkovića vrelo, Majerovo vrelo, Pečina,... koji su povezani s podzemnom vodom, ali nema negativnih utjecaja te podzemne vode niti u količinskom niti u kvalitativnom pogledu na ovaj ekosustav. Uzduž samog toka rijeke Gacke, zaštićeno područje ovisi prvenstveno o površinskim vodama, a zaštita je postavljena zbog očuvanja riba i vegetacije.

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
<b>Gacka</b>	107,86	HR2001040	NE

Područje zaštite Gacka proglašeno je zbog očuvanja same rijeke Gacke do Otočca. Povezano je s vodnim sustavom, ali uglavnom s površinskim vodama. S podzemnim vodama je povezano u izvorišnom dijelu (Tonkovića vrelo, Klanac, Graba), ali nema negativnih utjecaja podzemnih voda. Zaštita je postavljena zbog očuvanja vodenih tokova sa specifičnom vegetacijom.

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
<b>Nacionalni park Plitvička jezera (s Vrhovinskim poljem)</b>	31.437,19	HR5000020	NE

Ova je cjelina povezana s vodnim sustavima jer je i zaštita Nacionalnog parka Plitvička jezera postavljena zbog izuzetne ljepote vodnih resursa, ali i šumskih zajednica. Područje Vrhovinskog polja dio je ovog zaštićenog područja koje nije povezano s sustavom Plitvičkih jezera, već je visoka zona sliva Gacke. Na južnom dijelu Vrhovinskog polja nalazi se ponorna zona vodotoka koji dolazi iz Babinog potoka. Trasiranjima podzemnih voda dokazana je podzemna vodna veza ovih ponora sa Tonkovića vrelom. Zaštita je postavljena sa svrhom očuvanja vodnog režima tog potoka zbog travnjaka. U ovom zaštićenom području nema izdvojenih značajnih onečišćivača, a niti objekata koji bi mijenjali vodni režim ovog vodotoka.

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
<b>Nacionalni park Paklenica</b>	9.506,48	HR2000871	NE

Zaštitne mjere su povezane s ograničenjem posjete i penjanja po liticama gdje ima gnijezdišta ptica, ali i s očuvanjem podzemlja kroz mjere vezane za speleološke objekte. Potrebno je napomenuti da su mjere zaštite vrlo stroge, vezane za nacionalne parkove s ograničenjem svake ljudske djelatnosti unutar granica parka koja može štetiti zaštićenom području. U Nacionalnom parku Paklenica postoji povezanost ekosustava i podzemnih voda, ali nema nikakvih negativnih utjecaja podzemnih voda na ovaj ekosustav.

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
<b>Krbavsko polje</b>	15.593,17	HR2000632	NE

Unutar cjeline podzemne vode Lika nalazi se samo dio ovog zaštićenog područja koje se nalazi na polju južno od Udbine, kod Ondića. Taj dio ekosustava nalazi se u vršnoj zoni sliva rijeke Like, ali su ponorne zone kod Gornje Ploče povezane i s slivom Zrmanje. Kroz ekosustav protječe povremeni tok Suvaje koji je na području Gornje ploče trasiran i dokazana je podzemna vodna veza s izvorima u širem području Medaka (sliv Like), ali i Lovinca koji se nalazi u cjelini podzemne vode Zrmanja. Područje je vrlo slabo naseljeno i nema značajnih onečišćivača ili objekata koji mogu utjecati na ekološko stanje voda (podzemne ili površinske). Ekosustav je povezan s podzemnim vodama, ali nema negativnih utjecaja podzemnih voda na ekosustav. Zaštita je postavljena zbog očuvanja vidre, riba, ptica i biljaka i travnjaka.

### HR\_KCPV\_07 Zrmanja

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
<b>Ličko polje</b>	55.090,68	HR2001012	NE

Ekosustav Ličko polje prostire se na puno većem području od samog Ličkog polja, a osim Ličkog polja u ekosustavu su i rubni dijelovi Velebita na kojem se nalaze brojni izvori koji prihranjuju rijeke Radučicu i Obsenicu. Samo polje je izgrađeno od proluvijalnih naslaga i tečenje je uglavnom površinsko. Podzemne vode se nalaze nekoliko metara ispod površine terena. Tijekom velikih voda dolazi od povišenja razine podzemne vode i povećanja izdašnosti izvora uz rub polja, no podzemna voda nema negativnih utjecaja na zaštićeno područje. Unutar cjeline podzemne vode Zrmanja samo je dio ovog ekosustava, odnosno njegov istočni dio. U ovom dijelu ekosustava zahvaćena su dva izvora malog kapaciteta za potrebe javne vodoopskrbe Lovinca i nema nekih značajnih negativnih utjecaja podzemnih voda na ekološko stanje u ovom ekosustavu. Zaštita je postavljena zbog očuvanja vidre, rakova, riba, ptica, vodenih tokova s vegetacijom i travnjaka.

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
Velebit	203.608,36	HR5000022	NE

Zaštićeno područje Velebit obuhvaća područje Parka prirode Velebit i mjere zaštite propisane su za provođenje tradicionalnog stočarstva i ratarstva, ograničenje intenzivne poljoprivrede, ograničenje posjete, mjere povezane s travnjacima i šikarama, šumama i podzemljem. U ovome zadnjem sadržane su mjere koje se odnose prvenstveno na zaštitu speleoloških objekata, ali i sanaciju divljih i legalnih odlagališta otpada na tome području.

U cjelini podzemne vode Zrmanja, ali i unutar ovog ekosustava, nalazi se hidroenergetski sustav Velebit koji je izgrađen 1978. godine. Sastoji se na ovom dijelu od akumulacije Štikada kod Gračaca, strojarnice RHE Velebit kod Obrovca i tlačnog cjevovoda između ova dva objekta. Na postrojenja RHE Velebit dolazi prosječno oko 60 m<sup>3</sup>/s vode iz akumulacije Štikada.

Ekosustav je povezan s podzemnim vodama zbog zaštite dubokih speleoloških objekata koji u pridnenim dijelovima dopiru do razine podzemne vode. Između Gračaca i kanjona Zrmanje radi se o visokim planinskim područjima koja su gotovo nenaseljena i na kojima nema značajnih onečišćivača.

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
Krupa	263,61	HR2000874	NE

Ciljna staništa su špilje i jame zatvorene za javnost, odnosno od vrsta zaštićen je rak kamenjak. Zaštita je prvenstveno postavljena za površinske vode i speleološke sustave. Ekosustav je neposredni tok rijeke Krupe do ušća sa Zrmanjom. Nema negativnih utjecaja podzemnih voda na ekosustav.

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
Zrmanja	881,76	HR2000641	NE

Zaštita je prvenstveno postavljena za površinske vode. Ekosustav je neposredni tok rijeke Zrmanje od izvora do ušća u more. Zaštitne mjere povezane su s ribljim fondom, ali i sprječavanjem stvaranja akumulacija i ujezeravanja toka. Nema negativnih utjecaja podzemnih voda na ekosustav.

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
Gračačko polje	3.491,41	HR2001013	NE

Zaštita ekosustava povezana je s vodnim sustavom. Mjere su postavljene za: ograničavanje širenja područja pod intenzivnom poljoprivredom, osiguranje pročišćavanja otpadnih voda, očuvanje vodenih i močvarnih staništa u što prirodnijem stanju, osiguranje povoljnih količina vode u vodenim i močvarnim staništima, očuvanje povoljne dinamike voda, očuvanje povezanosti vodenog toka, očuvanje bioloških vrsta i izbjegavanje regulacije vodotoka i promjene vodnog režima. Od vrsta zaštićena je riba hrvatski pijor.

Područje je izgrađeno pretežito od osrednje vodopropusnih karbonatnih stijena (izmjena vapnenaca i dolomita). Uz južni rub ekosustava izveden je velik broj trasiranja podzemnih tokova i dokazane su podzemne vodne veze prema izvorima Krupe i Zrmanje. Kroz Gračačko polje protječe rijeka Otuča, a sam izvor je zahvaćen za potrebe vodoopskrbe Bruvna. U zapadnom dijelu ekosustava je akumulacija Štikada, dio hidroenergetskog sustava RHE Velebit s prebacivanjem oko 60 m<sup>3</sup>/s vode prema strojarnici pomoću tlačnog cjevovoda. Nema negativnog utjecaja podzemnih voda na ekosustav.

### HR\_KCPV\_08 Ravni kotari

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
<b>Ornitološki rezervat Vransko jezero i Jasen</b>	3.757,24	HR2000914	NE

Zaštita je postavljena zbog zaštite vlažnih travnjaka i nekih vrsta koje žive u Vranskom jezeru i užoj okolini. Vransko jezero najveće je površinom prirodno jezero u Hrvatskoj, ali je dubina svega nekoliko metara. U 18. stoljeću u istočnom je dijelu jezera prokopan kanal prema moru za sprječavanje plavljenja okolnih polja i naselja. To uzrokuje ovisno o morskim mijenama i razinama jezera ulazak morske vode u jezero i povremeno zasljanjenje. U neposrednom zaleđu sa zapadne strane jezera nekoliko je izvora kaptirano za potrebe javne vodoopskrbe (Kutijin stan, Biba, Begovača, Turanjsko jezero i Kakma). Ekosustav je u ovisnosti o podzemnim vodama, ali nema značajnih negativnih utjecaja podzemnih voda niti u kvalitativnom niti u kvantitativnom smislu. Najveći problem jezera je povišena koncentracija nitrata u vodi kao posljedica poljoprivredne djelatnosti u neposrednom zaleđu jezera i povremeno povećanje saliniteta pridonjenih dijelova jezerske vode. Nitrati u jezero uglavnom dolaze površinskim putem i kanalom s zapadne strane jezera.

### HR\_KCPV\_09 Krka

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
<b>Butižnica</b>	406,16	HR2001067	NE

Ekosustav prati korito Butižnice od granice Republike Hrvatske do Knina. Kod Knina u mjestu Golubić izgrađena je hidroelektrana Golubić sa prosječnim protokom od 7 m<sup>3</sup>/s. U neposrednoj blizini je i sustav javne odvodnje Knin-Golubić. Ekosustav je zaštićen zbog rakova, a mjere se odnose na površinske vode i izbjegavanje regulacije vodotoka, očuvanja povezanosti vodotoka i povoljne dinamike voda. Područje ekosustava nalazi se u aluvijalnim naslagama Butižnice, ali podzemne vode ne utječu negativno na ovaj ekosustav. Na području ekosustava nema zahvata za potrebe javne vodoopskrbe niti uzvodno od Golubića potencijalnih onečišćivača.

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
<b>Radiljevac</b>	6,34	HR2001068	NE

Ekosustav Radiljevac je zaštićeno područje desne pritoke Butižnice nizvodno od Golubića. Zaštita je postavljena zbog zaštite rakova, a mjere su iste kao i kod Butižnice. U području zaštite nema negativnog utjecaja podzemnih voda na ekosustav. Sva je zaštita povezana s površinskim vodama.

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
<b>Krčić</b>	426,52	HR2000917	NE

Zaštita je prvenstveno postavljena zbog osiguranja kontinuiranog minimuma na Topoljskom buku od 1 m<sup>3</sup>/s zbog zaštite sedrenih barijera i vodopada. Unutar ekosustava nalazi se mala hidroelektrana Krčić sa prosječnim protokom 4,6 m<sup>3</sup>/s.

Krčić je pritoka rijeke Krke koja zbog gubitaka vode iz korita nema stalan tok. Broj dana s presušivanjem toka raste idući od izvora Krčića nizvodno, pa tako najmanje stalnu protoku ima nizvodniji dio toka koji završava i najvećom od triju sedrenih barijera – Topoljskim bukom. Neposredno ispod toga slapa nalazi se i izvor Krke koji s vodama Krčića formira zajednički tok. Praćenje stanja hidroloških prilika na vodotoku Krčić vršilo se, na nekoliko profila, do početka devedesetih godina prošlog stoljeća, a među kojima je najdulji niz podataka imao profil Krčić, lociran cca 2,6 km od ušća Krčića, kod kojega je utvrđena srednja godišnja protoka tijekom razdoblja 1961.-90. 4,6 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>, ali i gotovo redovite pojave presušivanja tijekom ljetnih sušnih razdoblja, koje pak tijekom naglašenijih sušnijih godina traju i dulje od 3 mjeseca. Nakon završetka ratnih prilika, obnovljena su motrenja samo na spomenutoj postaji Topoljski most – Krka, za koju je utvrđena srednja godišnja protoka tijekom spomenutog 30-godišnjeg razdoblja od 12,2 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>, a srednja godišnja minimalna protoka od 3,7 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>. Hod kretanja srednjih godišnjih pokazuje generalni trend opadanja protoka, ali koji je tijekom analiziranog razdoblja 2000.-2007. stabiliziran tako da su srednje protoke tijekom tog recentnog

razdoblja  $10,44 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ , (cca 14% manje od prosjeka), a srednje minimalne protoke čak i jednake njihovoj višegodišnjoj prosječnoj vrijednosti.

Ekosustav ovisi o regulaciji površinskog toka, a podzemne vode iako su povezane s ovim ekosustavom ne utječu na njega.

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
<b>Nacionalni park Krka</b>	11.059,13	HR2000918	NE

Ekosustav Nacionalni park Krka ovisan je o vodama, kako površinskim tako i podzemnim. Sustav mjera zaštite vrlo je striktan i uglavnom povezan s vodama. Mjere su slijedeće: osigurati pročišćavanje otpadnih voda, odrediti kapacitet posjećivanja područja, očuvati vodena i močvarna staništa u što prirodnijem stanju, a prema potrebi izvršiti revitalizaciju, očuvati raznolikost staništa na vodotocima (neutvrđene obale, sprudovi, brzaci, slapovi i dr.) i povoljnu dinamiku voda (meandriranje, prenošenje i odlaganje nanosa, povremeno prirodno poplavljanje rukavaca i dr), očuvati biološke vrste značajne za stanišni tip; ne unositi strane (alohtone) vrste i genetski modificirane organizme i izbjegavati regulaciju vodotoka i promjene vodnog režima vodenih i močvarnih staništa ukoliko to nije neophodno za zaštitu života ljudi i naselja

Na području ekosustava proglašen je Nacionalni park i u njemu je zabranjena svaka industrijska aktivnost, odnosno svaka aktivnost koja negativno utječe na prirodne resurse zbog kojih je zaštita provedena. Unutar ekosustava dva su crpilišta javne vodoopskrbe: Miljacka (300 l/s) i Torak (50 l/s), a od potencijalnih onečišćivača potrebno je izdvojiti područje posjeta kod Skradinskog buka. Podzemne vode negativno ne utječu na ekosustav.

### HR\_KCPV\_10 Cetina

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
<b>Paško polje</b>	904,85	HR2000923	NE

Ovaj ekosustav je povezan s podzemnim vodama jer se u sjevernom dijelu ekosustava nalazi izvorišna zona rijeke Cetine. Zahvaćeno je Vukovića vrelo (120 l/s) za potrebe javne vodoopskrbe Vrlike, a od većih izvora potrebno je izdvojiti i Preočko vrelo kapaciteta  $> 100 \text{ l/s}$ . Osim ova dva velika krška izvora, u ovom dijelu ekosustava nalazi se i veći broj manjih izvora iz kojih se formira rijeka Cetina. Kakvoća podzemne vode izvora je vrlo dobra, a u neposrednoj blizini nalazi se i zahvat za punionicu vode u Civljanima. Količinski ovi zahvati ne utječu značajno na vodni režim Cetine. Zaštita je postavljena zbog travnjaka, ali i vodenih tokova i špilja koje su zatvorene za javnost. Nema negativnog utjecaja podzemnih voda na ekosustav.

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
<b>Vrličko polje</b>	815,78	HR2001237	NE

U ovom ekosustavu nalazi se zahvat vode za potrebe javne vodoopskrbe Vrlička česma (3 l/s) od kojeg se formira Zduški potok i Busić potok koji na sjevernom rubu Vrličkog polja utječu u Cetinu. Zaštita je postavljena zbog zaštite raka kamenjara i nema negativnih utjecaja podzemnih voda na ovaj ekosustav.

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
<b>Sinjsko polje</b>	2.719,78	HR2000927	NE

Zaštićeno je područje Sinjskog polja zbog zaštite travnjaka, ali i špiljskih sustava zatvorenih za javnost u rubnim dijelovima polja. Od vrsta zaštićena je uz rakove i čovječja ribica. Uzvodno od ovog ekosustava se nalazi grad Sinj sa sustavom javne odvodnje. Na području ekosustava nema industrijskih onečišćivača, ali je cijelo područje ekosustava pokriveno poljoprivrednom proizvodnjom. Kroz Sinjsko polje protječe rijeka Cetina, a prihranjuju je s istočne strane izvori Ovrlja (300 l/s), Ruda (1000 l/s) i Grab (1000 l/s). Iznad Sinjskog polja nalazi se hidroelektrana Orlovac i zahvat Mala Ruda za potrebe vodoopskrbe Sinja kapaciteta 800 l/s. Hidroelektrana Orlovac ima srednji protok  $70 \text{ m}^3/\text{s}$ , a vode iz HE Orlovac kao i preljevne vode izvora odlaze u vodotok Ruda i dalje prema Sinjskom polju. Osim toka Cetine u ekosustavu se nalazi i veliki broj kanala za



navodnjavanje koji se prihranjuju sa spomenutih izvora i iz Cetine. Nema značajnih negativnih utjecaja podzemnih voda na ovaj ekosustav. Negativan utjecaj može biti od korištenja umjetnih gnojiva na području samog ekosustava koji površinskim spiranjem odlazi u Cetinu.

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
<b>Ruda</b>	106,09	HR2000936	NE

Zaštićen je površinski tok Rude koja izvire na istoimenom izvoru kapaciteta oko 1000 l/s u minimumu i u Sinjskom polju utječe u Cetinu. Zaštita je postavljena zbog rakova i leptira i uglavnom je vezana za površinsku vodu. Izvor nije zahvaćen za vodoopskrbu. Iznad Sinjskog polja nalazi se hidroelektrana Orlovac i zahvat Mala Ruda za potrebe vodoopskrbe Sinja kapaciteta 800 l/s. Hidroelektrana Orlovac ima srednji protok 70 m<sup>3</sup>/s. Vode iz HE Orlovac kao i preljevne vode izvora odlaze u vodotok Ruda. Nema značajnih negativnih utjecaja podzemnih voda na ovaj ekosustav.

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
<b>Rijeka Cetina s kanjonom</b>	1.916,23	HR2000929	NE

Zaštitne mjere povezane su s hidrološkom stabilizacijom na rijeci i smanjenjem crpljenja na izvorima Cetine. Ekosustav se prostire od Trilja na sjeveru do ušća u more kod Omiša. Na rijeci je izgrađen sustav hidroelektrana i akumulacijskih jezera. Nizvodno od Trilja nalazi se HE Đale, zatim brana i akumulacijsko jezero Pranjčevići, od kojeg ide tlačni cjevovod prema HE Zakućcu, te kod Zadvarja HE Kraljevac. U slivu je rađeno trasiranje podzemnih tokova prilikom gradnje HE Đale i dokazana je podzemna vodna veza prema izvorima Jadro, Žrnovnica i Studenci. Nema utjecaja podzemne vode na ovaj ekosustav, već je moguć utjecaj sa područja ekosustava na podzemne vode.

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
<b>Prološko blato</b>	1.024,28	HR2000932	NE

Prološko blato prirodno je jezero kod Donjeg Prološca iz koje istječe vodotok Sija koji se kod Glavine Donje spaja s vodama izvora Opačac. Prološko blato nastaje na kontaktu gornjokrednih vapnenaca i aluvijalnih naslaga Imotskog polja. Unutar ove cjeline podzemne vode samo je dio ovog ekosustava, a ostali dio se nalazi u susjednoj cjelini Neretva. Zaštićeno je 1971. godine. To je prostrano poplavno područje u dijelu Imotskog polja, koje je dio godine pod vodom, a samo je jedan mali dio pod vodom je cijele godine (Prološko jezero). Ovo Blato je tipičan primjer poplavnih krških polja u Dalmaciji, kakva su danas uglavnom uništena odvodnjom u svrhu proširenja poljoprivrednih površina. Nesumnjive su i njegove estetske i ekološke vrijednosti kao obitavalište ptica močvarica, uglavnom na zimovanju i preletu. U razdoblju visokih voda, kada je cijelo Blato pod vodom, u njemu jedan brežuljak ostaje kao otočić, koji se zove Manastir. Ovisno je o podzemnim vodama što se tiče dotoka, ali nema nikakvih negativnih utjecaja na ovaj ekosustav.

### HR\_KCPV\_11 Neretva

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
<b>Prološko blato</b>	1.024,28	HR2000932	NE

Prološko blato prirodno je jezero kod Donjeg Prološca iz koje istječe vodotok Sija koji se kod Glavine Donje spaja s vodama izvora Opačac. Prološko blato nastaje na kontaktu gornjokrednih vapnenaca i aluvijalnih naslaga Imotskog polja. Unutar ova cjeline podzemne vode samo je dio ovog ekosustava, a ostali dio se nalazi u susjednoj cjelini Cetina. Zaštićeno je 1971. godine. To je prostrano poplavno područje u dijelu Imotskog polja, koje je dio godine pod vodom, a samo je jedan mali dio pod vodom je cijele godine (Prološko jezero). Ovo Blato je tipičan primjer poplavnih krških polja u Dalmaciji, kakva su danas uglavnom uništena odvodnjom u svrhu proširenja poljoprivrednih površina. U razdoblju visokih voda, kada je cijelo Blato pod vodom, u njemu jedan brežuljak ostaje kao otočić, koji se zove Manastir. Ovisno je o podzemnim vodama što se tiče dotoka, ali nema nikakvih negativnih utjecaja na ovaj ekosustav. Zaštita je postavljena zbog očuvanja endemičnih svojiti riba i raka kamenjara.

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
<b>Kanjon Badnjevice</b>	14,49	HR2001236	NE

Kanjon Badnjevice nalazi se sjeverno od Donjeg Prološca, a zaštićen je zbog raka kamenjaka. Nalazi se u vršnoj zoni sliva Neretve, a kroz njega teče Ričina koja izvire kod Ričica oko 7 km uzvodno od kanjona. Kanjon je izgrađen od gornjokrednih vapnenaca, a zaštićeni ekosustav započinje kod kontakta s fliškim naslagama bez vodonosnika i završava u aluvijalnim naslagama Imotskog polja. Kanjon je ovisan o podzemnim vodama, ali nema negativnih utjecaja podzemnih voda na ovaj ekosustav.

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
<b>Vrljika</b>	183,02	HR2000933	NE

Zaštićeni ekosustav proteže se od izvora rijeke Vrljike, izvora Opačac, spajanju Vrljike i Sije u Maticu i uzduž toka Matice sve do granice BiH. Cijelim područjem ekosustav se nalazi unutar aluvijalnih naslaga Imotskog polja. Zaštita je postavljena zbog riba i rakova, a mjere su usmjerene na površinske vode. Nema negativnih utjecaja podzemnih voda na ovaj ekosustav.

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
<b>Bočni kanal uz Vrljiku</b>	8,49	HR2001229	NE

Već samo ime govori da je ovaj ekosustav povezan s ekosustavom Vrljika. Vrlo male površine, zaštita je postavljena zbog rakova. Prolazi područjem izgrađenom od aluvijalnih naslaga. Nema negativnih utjecaja podzemnih voda.

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
<b>Crveno jezero</b>	12,77	HR2000934	NE

Ekosustav Crveno jezero jedan je od najpoznatijih krških fenomena u Hrvatskoj. Zaštićeno je kao spomenik prirode još 1964. godine. Nalazi se oko 1,5 km sjeverozapadno od Imotskog. Jedinstvena je prirodnoznanstvena pojava i primjer specifične hidrografije i morfologije našeg krša. Karakteristično je po boji, obliku, dimenzijama, hidrološkim pojavama i načinom postanka. Nastalo je urušavanjem stropova golemih podzemnih prostorija u tektonskoj zoni. Duboko je cca 500 m, a od toga 320 m otpada na dubinu samog jezera. Dno jezera je samo 19 m iznad razine mora. Dimenzije jezera su cca 120 x 150 m. Vapnenačke strane su gotovo sasvim okomite i djelomično crveno-smeđe boje, po čemu je jezero i dobilo ime. Jedno je od najdubljih stalno potopljenih speleoloških objekata-jama u svijetu. Zaštićeno je zbog endemičnih svojiti riba, ali i kao poseban primjer krških jama s stalnom vodom. Povezano je s podzemnim vodama, ali nema negativnih utjecaja podzemnih voda na ovaj ekosustav.

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
<b>Modro jezero</b>	41,96	HR2000935	NE

Područje ekosustava Modro jezero kao spomenik prirode zaštićeno je 1964. godine. Smješteno je uz sam Imotski u provaliji dubokoj cca 200 m, bubrezaste forme s dimenzijama cca 800 x 500 m. Dimenzije jezera su promjenjive tokom godine, za velikih suša čak i presuši. U njegovom dnu se nalaze estavele (otvori) koji se za vrijeme kiša ponašaju kao izvori, a u sušnom razdoblju kao ponori. Ime je dobilo po intenzivno plavoj boji vode. Obale nisu tako strme kao kod Crvenog jezera, pa je uređen put do samog dna. Zaštićeno je kao poseban primjer krških jama s vodom. Povezano je s podzemnim vodama, ali nema negativnih utjecaja podzemnih voda na ovaj ekosustav.

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
<b>Vrljika</b>	183,02	HR2000933	NE

Zaštićeni ekosustav proteže se od izvora rijeke Vrljike, izvora Opačac, spajanju Vrljike i Sije u Maticu i uzduž toka Matice sve do granice BiH. Cijelim područjem ekosustav se nalazi unutar aluvijalnih naslaga

Imotskog polja. Zaštita je postavljena zbog riba i rakova, a mjere su usmjerene na površinske vode. Nema negativnih utjecaja podzemnih voda na ovaj ekosustav.

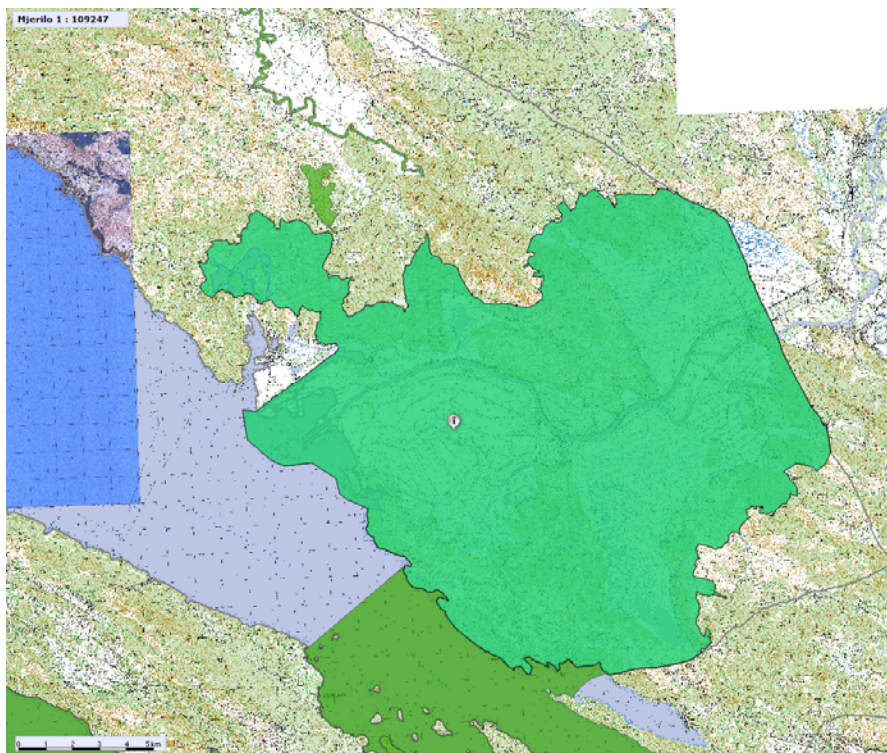
Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
Polje Jezero	993,27	HR2000636	NE

Ekosustav Polje Jezero zahvaća zapadni dio Vrgoračkog polja od izvora Matice sve do Staševice. Zaštita je postavljena zbog špilja i jama koje su zatvorene za javnost, a nalaze se u rubnim dijelovima polja. U njima su između ostalih zaštićene i čovječje ribice. Polje je izgrađeno od jezerskih sedimenata u kojima gotovo i nema podzemnih voda, već vode teku površinski. Potrebno je napomenuti da je Vrgoračko polje u povijesti plavilo i zbog toga je izrađen odvodni tunel prema Bačinskim jezerima. Tim tunelom spriječeno je plavljenje polja zbog poljoprivredne djelatnosti koja je jako razvijena na tome području. Nema negativnih utjecaja podzemnih voda na ekosustav.

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
Delta Neretve	24.870,91	HR5000031	POTENC.

Ekosustav Delta Neretve jedan je od prostorno najvećih ekosustava u Dalmaciji. Zaštita je postavljena zbog estuarija, priobalnog mora, ali i špilja i jama koje sežu do podzemnih voda u bokovima delte.

Sedimenti delte rijeke Neretve su zasigurno najveća i najdublja pojava naslaga kvartarne starosti u krškom dijelu Hrvatske. Kontakt okolnih karbonatnih stijena kredne starosti je vrlo strm što ukazuje na tektonski karakter kontakta prema karbonatnom masivu. Delta rijeke Neretve je duboka depresija otvorena prema moru, čija dubina može na nekim mjestima sezati i do 150 m ispod razine mora. Karbonatna podloga delte je zasigurno nepravilna, što potvrđuju i pojave izdignutih stijena u delti, ovisno o lokalnim strukturno-tektonskim prilikama, pa se i debljina naslaga delte mijenja od mjesta do mjesta.



Slika 6-5. Ekosustav Delta Neretve (svjetlo zeleno)

U ekosustavu problem je veliki s prodorom zaslanjenja duboko u vodonosnik delte Neretve sve do Metkovića. Razlozi tomu su smanjeni dotoci koritom zbog regulacije rijeke u uzvodnom dijelu (hidroenergetski objekti u BiH), ali i u promijenjenom vodnom režimu na Vrgoračkom polju gdje je prokopan tunel za odvodnju

kojim se sprječava plavljenje polja. To uzrokuje vrlo brze prolaskе velikih voda direktno prema Bačinskim jezerima, odnosno prema moru, odnosno smanjuje infiltraciju tih voda u podzemlje. Time su smanjene i količine istjecanja na izvorima u dolini Neretve (npr. Čevaljuša) što dodatno negativno utječe na odnos slane i slatke vode u području delte.

Podzemne vode utječu na procese u samoj delti, a u mnogome na količine podzemnih voda utječu hidroenergetski objekti na uzvodnom dijelu Neretve. Osim same delte Neretve u ovom ekosustavu je i sustav Bačinskih jezera.

U ekosustavu nalazi se veći broj izvora, a potrebno je izdvojiti Klokun (170 l/s) u zaleđu Bačinskih jezera, zahvaćen za Gradac i okolna naselja. U dolini Neretve nalaze se Modro oko (500 l/s) zahvaćen za vodoopskrbu Ploča i Prud (2,8 m<sup>3</sup>/s) zahvaćen za regionalni vodovod koji se koristi za vodoopskrbu Metkovića, Opuzena, Korčule i Pelješca. Prud se nalazi uz samu granicu BiH.

U delti Neretve je izgrađena mreža piezometara za praćenje kolebanja razina podzemne vode, ali i saliniteta po dubini vodonosnika. Mreža piezometara pokriva područje od ušća Neretve do Metkovića, a rezultati mjerenja pokazuju zaslanjenu zonu vodonosnika na dubini od oko 2 m u zoni ušća, oko 2,5 m kod Opuzena, a kod Metkovića je dubina do zone miješanja oko 3 m.

U Delti Neretve jako je razvijena poljoprivredna proizvodnja i prokopan je veliki dio kanala za navodnjavanje.

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
<b>Stonsko polje</b>	74,22	HR2000556	NE

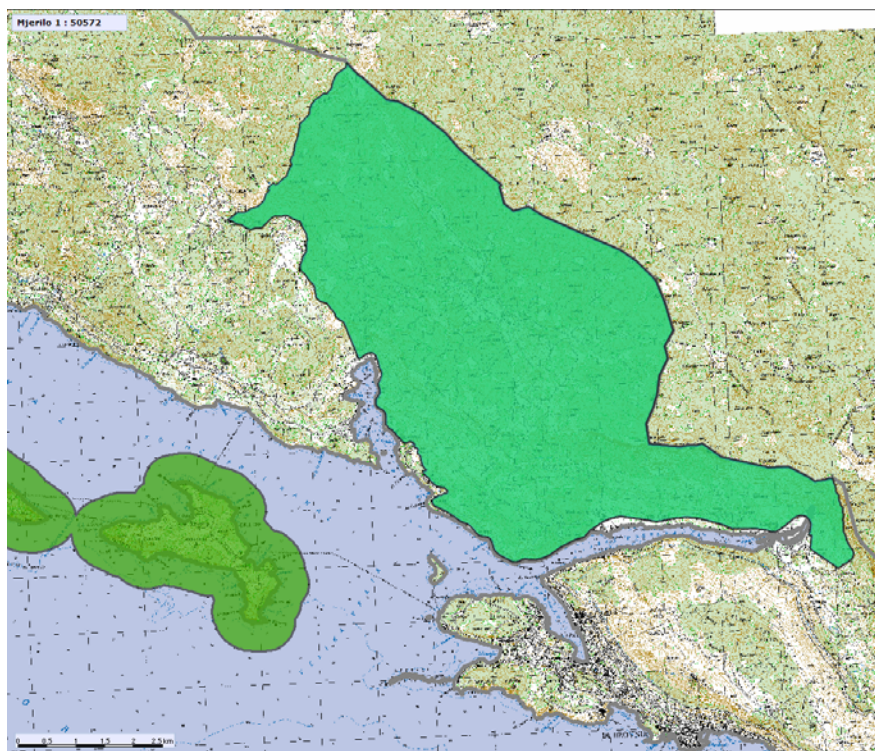
Stonsko polje zaštićeno je zbog mediteranskih povremenih lokvi i riječnih kornjača. U polju se nalazi crpilište Studenac (20 l/s) i Račevica (5 l/s) za vodoopskrbu Stona. Ekosustav je povezan s podzemnim vodama, ali nema negativnog utjecaja podzemnih voda na ovaj ekosustav.

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
<b>Paleoombla - Ombla</b>	10.466,83	HR2001010	POTENC.

Zaštita je postavljena zbog očuvanja vodenih i močvarnih staništa u što prirodnijem stanju, te zbog očuvanja bioloških vrsta. Staništa su špilje i jame koje su zatvorene za javnost, a između ostalih vrsta u zaštitu je čovječja ribica. Zaštićeni ekosustav povezan je s podzemnim vodama već samim time što se unutar ekosustava nalazi jedan od najvećih krških izvora u našem priobalju – izvor Omble (4,5 m<sup>3</sup>/s). On je zahvaćen za potrebe vodoopskrbe Dubrovnika, ali to ne utječe na ovaj ekosustav. U Zatonu je zahvaćen i izvor Palata (100 l/s) za potrebe vodoopskrbe Zatonu i okolnih naselja.

Od potencijalnih hazarda u području ekosustava potrebno je izdvojiti odlagalište otpada Grabovica koji se nalazi između Osojnika i BiH granice.

Razlog postavljanja ovog ekosustava u potencijalni rizik je u zaleđu izvora planirana izgradnja podzemne akumulacije za potrebe hidroenergetike koja bi bitno utjecala na promjene vodnih režima u cjelini podzemne vode. Stvaranjem uspora došlo bi do povišenja razine podzemne vode, ali i dinamike istjecanja (veće vrijeme zadržavanja u podzemlju) i treba ispitati moguć utjecaj ovog zahvata na ekosustav.



Slika 6-6. Ekosustav Palaeombla - Ombla (svjetlo zeleno)

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
<b>Snježnica i Konavosko polje</b>	11.059,01	HR2000946	NE

Područje obuhvaća Konavosko polje i zaleđe do granice sa BiH. Konavosko polje izgrađeno je od nepropusnih fliških naslaga, a zaleđe je karbonatno. Upravo na kontaktu je formirano i izvorište Konavoska Ljuta (600 l/s) zahvaćeno za vodoopskrbu Čilipa i Konavala. Zaštita je postavljena zbog speleoloških objekata u zaleđu Konavoskog polja koji dopiru do podzemne vode, ali i zbog očuvanja krajolika, odnosno zabrane gradnje izvan postojećih naselja. Samo Konavosko polje se nalazi na fliškim naslagama i nakon velikih padalina povremeno je plavilo pa je izgrađen krajem 70-tih godina prošlog stoljeća drenažni tunel koji odvodni velike vode prema moru. Ekosustav je dijelom povezan s podzemnim vodama, ali nema negativnih utjecaja podzemnih voda na ekosustav.

## HR\_KCPV\_12 Jadranski otoci

### Krk

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
<b>Jezero Njivice na Krku</b>	83,02	HR2000891	NE

Zaštita ovog ekosustava postavljena je zbog prirodnih eutrofnih voda s posebnom vegetacijom i jezerskog regoča (kukca). Jezero Njivice je izgrađeno u krškom polju kod mjesta Njivice. Projektom su pregrađeni raniji prirodni površinski izljevi iz krškog polja prema moru i stvorena je akumulacija od oko 2-3 milijuna m<sup>3</sup>, prosječne dubine oko 5 m. Iz jezera se maksimalno može eksploatirati oko 120 l/s, ali godišnji prosjek ne može prijeći 45 l/s. Jezero Njivice ima velikih problema s kakvoćom vode, a na crpilištu je izgrađen i uređaj za pročišćavanje jezerske vode. Osim kemijskih onečišćenja voda je bakteriološki visoko opterećena, jer jezero je plitko s potpunom termičkom promjenljivosti i visokom bioprodukcijom. Mjere zaštite su slijedeće: osigurati povoljnu količinu vode u vodenim i močvarnim staništima koja je nužna za opstanak staništa i njihovih značajnih bioloških vrsta, očuvati povoljna fizikalno-kemijska svojstva vode ili ih poboljšati, ukoliko su

nepovoljna za opstanak staništa i njihovih značajnih bioloških vrsta i očuvati biološke vrste značajne za stanišni tip; ne unositi strane (alohtone) vrste i genetski modificirane organizme.

Ekosustav je ovisan o podzemnim vodama, jer se djelomično jezero Njivice napaja izvorskom vodom Vrutka, ali problemi ovog ekosustava nisu povezani s podzemnim vodama. Za procjenu rizika potrebno je definirati minimalne razine vode u jezeru, ali i granične vrijednosti kakvoće jezerske vode potrebne za održanje ekosustava.

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
<b>Jezero Ponikve na Krku</b>	140,33	HR2000893	NE

Jezero Ponikve je izgrađeno u tipičnom krškom polju izgradnjom brane, koja sprječava otjecanje vode iz izvorišne zone prema prirodnim ponorima. U prvoj fazi razvoja kaptažnog zahvata Ponikve su eksploatirani prirodni izvori Mala Funtana i Škrilj, a zatim je izgrađena kapatažna galerija Vela Funtana. U daljnjem razvoju crpilišta Ponikve je izgrađena brana, kojom je zadržan dio visokih vodnih valova i razina eksploatabilnih količina dovedena na prosječnih 100 l/s. U tijeku su istraživanja za daljnje nadvišenje brane i povećanje akumulacije na 5,235.000 m<sup>3</sup>, što će omogućiti povećanje crpljenja, posebice tijekom ljetne turističke sezone. Kaptažni zahvat Ponikve je vezan za podzemnu vodu iz krškog zaleđa i površinsku vodu, koja se prikuplja u akumulaciji. Do izgradnje brane za vodoopskrbu je korištena samo podzemna voda krških izvora uz rub Ponikva, a po završenoj izgradnji cijeli sustav je pod utjecajem akumulacije.

Kakvoća vode u akumulaciji varira ovisno o hidrološkim uvjetima. U hladnim razdobljima godine i u vrijeme visokih voda u akumulaciji voda je dobre kakvoće, a tijekom ljeta voda u akumulaciji se zagrijava, postaje mutna i povećava se koncentracija željeza i mangana. Podzemna voda je daleko bolje kakvoće, ali je ljeti nema dovoljno. Utjecaj jezerske vode na kaptažne zahvate je evidentan kroz temperaturu vode, koja raste i na preko 20°C. Zaštita ekosustava postavljena je zbog prirodnih eutrofnih voda i speleoloških objekata zatvorenih za javnost, te zbog jezerskog regoča. Ovisan je o podzemnim vodama, ali podzemne vode nemaju negativan utjecaj na ekosustav.

## Mljet

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
<b>Nacionalni park Mljet</b>	5.291,86	HR5000037	NE

Nacionalni park Mljet obuhvaća zapadni dio otoka i priobalno područje. Ekosustav je proglašen zbog pažnje kod provođenja turističke djelatnosti i ograničenje ribolova, zaštite životne zajednice podmorja, šuma bora i crnike, grmova i obalnih laguna. Na području ekosustava nalaze se dva prirodna jezera sa boćatom vodom. Ekosustav je povezan s podzemnom vodom koja se na otoku nalazi u ograničenim količinama, ali podzemne vode niti količinski niti kakvoćom ne utječu na ekosustav.

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
<b>Blatina kod Blata</b>	21,08	HR2000944	NE

Blatina je depresija ispunjena boćatom vodom nadmorske visine oko razine mora. Ekosustav je proglašen zbog očuvanja močvarnih staništa, odnosno sprječavanje zaraštanja močvarnih staništa. Podzemna voda je povezana s ovim ekosustavom jer do boćate vode dolazi miješanjem relativno malih količina podzemnih voda i morske vode. Oko kilometar istočno od ekosustava nalazi se crpilište Blato gdje se eksploatira iz zdenca oko 5 l/s boćate vode i šalje na desalinizator. Nema značajnih negativnih utjecaja na ekosustav.

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
<b>Blatina kraj Sobre (Mljet)</b>	16,4	HR2001009	NE

Blatina je depresija ispunjena boćatom vodom nadmorske visine oko razine mora. Ekosustav je proglašen zbog očuvanja močvarnih staništa, odnosno sprječavanje zaraštanja močvarnih staništa. Podzemna

voda je povezana s ovim ekosustavom jer do bočate vode dolazi miješanjem relativno malih količina podzemnih voda i morske vode. Na području ekosustava nalazi se crpilište Sobra gdje se eksploatira direktno iz jezera oko 3 l/s bočate vode i šalje na desalinizator. Nema značajnih negativnih utjecaja na ekosustav.

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
<b>Blatina kraj Prožure</b>	2,16	HR2001008	NE

Blatina je depresija ispunjena bočatom vodom nadmorske visine oko razine mora. Ekosustav je proglašen zbog očuvanja mediteranskih povremenih lokvi. Podzemna voda je povezana s ovim ekosustavom jer do bočate vode dolazi miješanjem relativno malih količina podzemnih voda i morske vode. Nema negativnih utjecaja na ekosustav.

### HR\_KCPV\_13 Kupa

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
<b>Potok Gerovčica</b>	84	HR2001227	NE

Potok Gerovčica povremen je potok koji teče od Gerova i utječe u Čabranku neposredno prije njenog ušća u rijeku Kupu. Gerovčica nastaje na kontaktu dobro vodopropusnih karbonatnih stijena i nepropusnih paleozojskih klastita. Zaštita je postavljena zbog zaštite potočnog raka. Neki od izvora koji prihranjuju Gerovčicu su zahvaćeni za potrebe javne vodoopskrbe, ali se radi o zahvatima vrlo malih kapaciteta (< 1 l/s) koji bitno ne mijenjaju vodni režim u ovom ekosustavu. Naime, osim tri zahvaćena izvora potok Gerovčicu prihranjuje cijeli niz malih povremenih izvora.

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
<b>Nacionalni park Risnjak</b>	6.342,48	HR2000447	NE

Zaštićeno područje Nacionalni park Risnjak samo se manjim dijelom nalazi unutar granica cjeline podzemne vode Rijeka – Bakarski zaljev, a najvećim dijelom u cjelini podzemne vode Kupa. To su visoka planinska područja, područje prihranjivanja izvora Kupe gdje su dubine do podzemne vode i nekoliko stotina metara, ali se ekosustav proteže do samog izvora Kupe. Propisane mjere zaštite nisu povezane s vodnim sustavom već s zaštitom šumskih sustava, odnosno propisanom zaštitom u kategoriji nacionalnog parka. Izvor Kupe nije zahvaćen i izuzetne je kakvoće vode. Podzemna voda je povezana s ekosustavom, ali nema negativnih utjecaja podzemnih voda na ovaj ekosustav.

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
<b>Kupa</b>	6.366,44	HR2000642	NE

Obuhvaća tok rijeke Kupe od izvora pa sve do njenog ušća. Na području krša prati državnu granicu sve do Ozlja. Ekosustav je zaštićen zbog očuvanja aluvijalnih šuma, hidrofilnih rubova visokih zeleni uz rijeke i šume, ali i izvora na kojima se taloži sedra. Mjere zaštite usmjerene su na osiguranje pročišćavanja otpadnih voda, povoljnih fizikalno-kemijskih svojstava vode, povoljne dinamike vode, raznolikost staništa na vodotoku, zabranu unošenja stranih vrsta, izbjegavanje regulacije vodotoka, u zaštiti od štetnog djelovanja voda dati prednost korištenju prirodnih retencija, te saniranje izvora onečišćenja koji ugrožavaju nadzemne i podzemne vode. Ekosustav je ovisan o podzemnim vodama, ali nema značajnih negativnih utjecaja podzemnih voda na ovaj ekosustav.

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
<b>Potok Mala Belica</b>	21,94	HR2001257	NE

Ekosustav obuhvaća područje povremenog toka Male Belice od izvora do ušća u rijeku Kupu. Izvor nije zahvaćen i prirodno istječe u povremeni vodotok. Ekosustav je ovisan o podzemnim vodama zbog kakvoće i količina vode koja istječe na samom izvoru. Vodonosnik koji prihranjuje izvor ima male retencijske sposobnosti što se očituje u vrlo velikim amplitudama istjecanja. Izgrađen je od karbonatnih stijena jurske starosti (lijas i

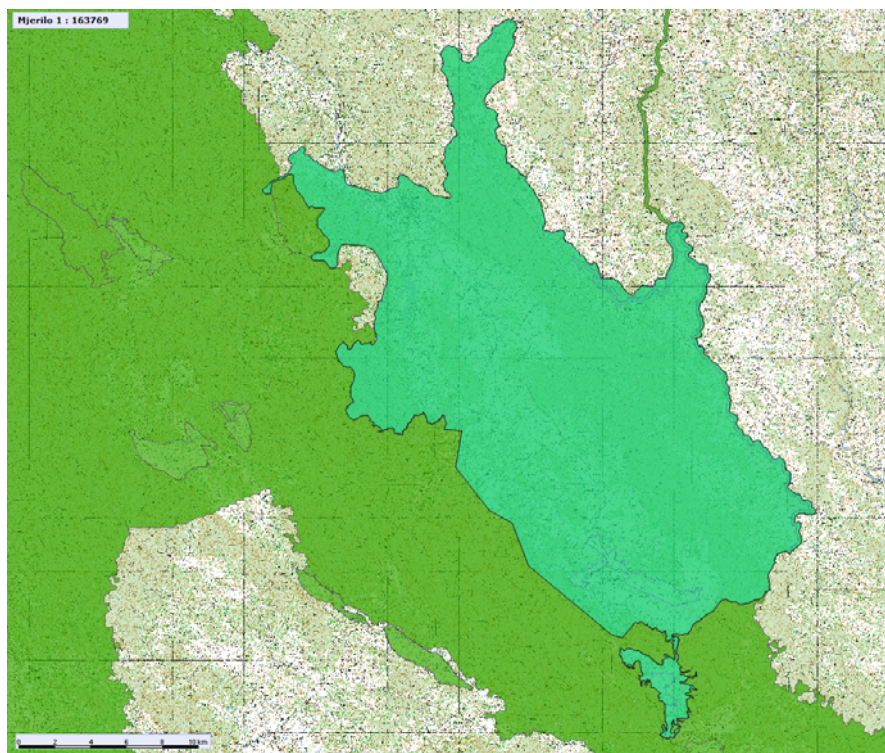
doger). Stijene lijaske starosti sastoje se uglavnom od dolomita i nešto vapnenaca, dok su stijene dogerske starosti vapnenačke. U zoni istjecanja sliva, uz rijeku Kupu, paleozojske klastične naslage čine hidrogeološku barijeru, i razlog su istjecanja. To istjecanje nije uz samu rijeku, već udaljeno čak oko 1 km od ušća vodotoka Mala Belica u rijeku Kupu. Izvor nije zahvaćen, a kakvoća izvorske vode, osim povremenog povećanja bakteriološke komponente i mutnoće nakon velikih kiša, zadovoljava i kriterije za pitku vodu. Zaštita ekosustava je postavljena zbog očuvanja vegetacije i nema negativnih utjecaja podzemnih voda na ekosustav.

### HR\_KCPV\_14 Dobra

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
Ogulinsko-plašćansko područje	43.470,33	HR2000592	POTENC.

Vrlo veliko područje ovog ekosustava nalazi se na području cjeline podzemne vode Dobra. Prostire se od izvora Vitunjiće, preko Turkovića, cijelog područja grada Ogulina, toka Gornje Dobre do Đulinog ponora, područja podzemnog špiljskog sustava Đula-Medvedica, izvora Gojak i na dio površinskog toka Donje Dobre. Gornja Dobra ponire kod Ogulina u Đulinom ponoru i ponovno izvire na izvoru Gojak 4,5 km sjeveroistočno od ponora. Ova veza je dokazana trasiranjima podzemnih tokova, a između ova dva objekta nalazi se špiljski sustav Medvedica. Speleološka istraživanja podzemnog sustava Đula-Medvedica govore o ukupnoj dužini od 16.396 m što ga čini najdužim špiljskim sustavom u Republici Hrvatskoj, a nalazi se, također i na listi najduljih špiljskih sustava na Svijetu.

Na tom je području 1959. godine izgrađen sustav HE Gojak koji u ovom ekosustavu ima slijedeće objekte: akumulaciju Bukovnik na Gornjoj Dobri i strojarnicu HE Gojak na izvoru Gojačke Dobre.



Slika 6-7. Ekosustav Ogulinsko – plašćansko područje (svjetlo zeleno)

Ekosustav je zaštićen zbog očuvanja bazofilnih cretova, ali i zbog speleoloških objekata i živog svijeta u njima (čovječja ribica,...). Od potencijalnih onečišćivača potrebno je izdvojiti odlagalište otpada Sodol koje se nalazi oko 1,5 km od izvora Gojak u uzvodnom smjeru. Također, treba spomenuti i otpadne vode grada Ogulina koje se za sada nepročišćene upuštaju u podzemlje. Utjecaj na podzemne vode ovih potencijalnih onečišćivača nije poznat jer izvori Gojak i Bistrac nisu uključeni u Državnu mrežu opažanja Hrvatskih voda.



U izradi je projekt pročišćavača otpadnih voda membranskog tipa pročišćavanja za potrebe grada Ogulina na Galgama koji će bitno popraviti stanje. Trasiranjima podzemnih tokova s mjesta budućeg uređaja za pročišćavanje dokazana je podzemna vodna veza s izvorom Kukača, pritoka Tounjčice, odnosno Mrežnice, ali i s izvorom Bistrac u slivu Donje Dobre. Područje lokacije budućeg uređaja nalazi se u zoni razvodnice između slivova Dobre i Mrežnice.

### HR\_KCPV\_15 Mrežnica

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
Jasenačko polje	319,44	HR2000652	NE

Ekosustav obuhvaća Jasenačko polje izgrađeno od proluvijalnih naslaga kvartarne starosti. Kroz polje protječe Jasenački potok koji izvire na Jasenačkom vrelu u zapadnom dijelu polja, a u istočnom ponire. Trasiranjima podzemnih tokova tih ponornih zona dokazana je podzemna vodna veza prema izvoru Zagorske Mrežnice. Izvor Jasenačko vrelo je povremen i zahvaćen je za potrebe olimpijskog centra Bjelolasica. Zaštita je postavljena zbog očuvanja leptira i vegetacije koja uspijeva uz vodene tokove.

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
Polje Lug	721,72	HR2000646	NE

Polje Lug kod Drežnice izgrađeno je od barskih sedimenata kvartarne starosti koji se nalaze na dolomitnoj podlozi. U jugozapadnom rubu polja nalaze se ponori, ali su oni premalog kapaciteta poniranja i tijekom velikih voda dolazi do plavljenja polja podizanjem razine podzemne vode u zaleđu. Ekosustav je zaštićen zbog očuvanja poplavnih miješanih šuma i hrastovih i grabovih šuma, te potočnog raka. Za sada polje se nalazi u prirodnom stanju i nema negativnih antropogenih utjecaja na ekosustav. U planu je izgradnja retencije koja bi se uključila u sustav HE Gojak zadržavanjem velikih vodnih valova čime bi se povećao hidroenergetski potencijal.

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
Drežničko polje	329,35	HR2000648	NE

Drežničko polje kod Drežnice formirano je na slabo vodopropusnim dolomitnim stijenama. U južnom dijelu polja nalaze se ponori, ali su oni premalog kapaciteta poniranja i tijekom velikih voda dolazi do plavljenja polja podizanjem razine podzemne vode u zaleđu. Ekosustav je zaštićen zbog očuvanja travnjaka i vegetacije uz rijeke i šume, ali i zbog zaštite čovječe ribice, leptira i biljaka. Za sada polje se nalazi u prirodnom stanju i nema negativnih antropogenih utjecaja na ekosustav. U planu je izgradnja retencije koja bi se uključila u sustav HE Gojak zadržavanjem velikih vodnih valova čime bi se povećao hidroenergetski potencijal.

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
Šuma hrasta lužnjaka u Drežničkom polju - Hrastov lug	63,05	HR2000665	NE

Nalazi se u sjevernom dijelu Drežničkog polja formiranog na slabo vodopropusnim dolomitnim stijenama. U sjevernom dijelu nalazi se izvorišna zona koja u vrijeme velikih voda daje više vode nego što je kapacitet ponora i dolazi do povremenog plavljenja polja. Ekosustav je zaštićen zbog poplavnih miješanih šuma. Povezan je s podzemnim vodama, ali nema negativnih utjecaja na ekosustav. U planu je izgradnja retencije koja bi se uključila u sustav HE Gojak zadržavanjem velikih vodnih valova čime bi se povećao hidroenergetski potencijal.

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
Crnačko polje	279,07	HR2000633	NE

Sličnih je karakteristika kao i prethodno Drežničko polje. Povremeno plavi tijekom velikih voda. Ekosustav je zaštićen zbog očuvanja livadne vegetacije i krškog polja. Ovisan je o podzemnoj vodi, ali nema

negativnih utjecaja podzemnih voda na ovaj ekosustav. Iz sjevernog ruba susjednog Stajničkog polja izvedeno je trasiranje 2000. godine i dokazalo podzemnu vodnu vezu prema izvoru Bistrac i Zagorskoj Mrežnici.

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
<b>Povremeno jezero Blata</b>	154,29	HR2000594	NE

Povremeno krško jezero Blata nalazi se iznad Plaškog polja, a nalazi se u rubnom dijelu cjeline podzemne vode Mrežnica prema Korani. Područje prihranjivanja mu je planinski masiv Male Kapele, kao i kod Ličke Jesenice. Pojavljuje se tijekom velikih voda i prihranjuje izvore uz južni rub Plaškog polja, ali se ne može isključiti i veza prema izvoru Slunjičice kojega prihranjuju vode Ličke Jesenice, a dijelom i ponorne zone Dretulje. Ekosustav je zaštićen zbog očuvanja povremenih krških jezera. Ovisan je o podzemnim vodama, ali nema negativnih utjecaja podzemnih voda na ekosustav.

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
<b>Dolina Dretulje</b>	581,18	HR2000609	NE

Ekosustav je zaštićen zbog očuvanja vegetacije vezane uz vodene tokove i šume, travnjaka i uglavnom je vezan uz površinske vode. Dolina Dretulje se proteže od izvorišne zone Dretulje i dijela toka Vrnjike prije utoka u Dretulju i dalje sve do ponornih zona Dretulje u istočnom dijelu polja. Na području ekosustava nalazi se izvor Dretulje koji je zahvaćen za potrebe vodoopskrbe Plaškog sa dvadesetak l/s. Ekosustav je povezan s podzemnim vodama, ali nema negativnih utjecaja podzemnih voda na ekosustav.

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
<b>Ogulinsko-plašćansko područje</b>	43.470,33	HR2000592	NE

Vrlo veliko područje ovog ekosustava nalazi se na području cjeline podzemne vode Mrežnica. Prostire se od istočnog dijela Ogulina sve do Plaškog polja sa uzvodne strane i toka rijeke Mrežnice u nizvodnom dijelu sliva.

Na tom je području 1959. godine izgrađen sustav HE Gojak koji u ovom ekosustavu ima akumulaciju Sabljaci na Zagorskoj Mrežnici. Odatle se voda hidrotehničkim tunelom prebacuje u akumulaciju Bukovnik na Gornjoj Dobri i dalje prema strojarnici HE Gojak na Donjoj Dobri. Od vodoopskrbnih objekata nalazi se izvorište Zagorske Mrežnice zahvaćen za potrebe Ogulina, Bocino vrelo za Tounj i Dretulju za Plaški. U nizvodnoj zoni sliva, nema vodoopskrbnih objekata.

Ekosustav je zaštićen zbog očuvanja bazofilnih cretova, ali i zbog speleoloških objekata i živog svijeta u njima (čovječja ribica,...). U izradi je projekt pročišćavača otpadnih voda grada Ogulina membranskog tipa pročišćavanja na Galgama. Trasiranjima podzemnih tokova s mjesta budućeg uređaja za pročišćavanje dokazana je podzemna vodna veza s izvorom Kukača, pritoka Tounjičice, odnosno Mrežnice, ali i s izvorom Bistrac u slivu Donje Dobre. Područje lokacije budućeg uređaja nalazi se u zoni razvodnice između slivova Dobre i Mrežnice. Ovisan je o podzemnim vodama, ali nema značajnog negativnog utjecaja na ovaj ekosustav.

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
<b>Mrežnica - Tounjičica</b>	1.520,69	HR2000593	NE

Zaštita ekosustava postavljena je zbog očuvanja sedrenih barijera i vodopada, ali i zbog životinjskog i biljnog svijeta karakterističnog za površinske vode. Sa tokom Mrežnice počinje područje plitkog krša gdje nema dubokih podzemnih tokova karakterističnog za Gorski kotar i Liku. Tok Mrežnice počinje s nekoliko velikih izvora: izvor Mrežnice na vojnom poligonu (>100 l/s), te izvori Rudnice i Mutva (oba > 100 l/s) na Tounjičici. Izvori nisu zahvaćeni za potrebe vodoopskrbe. Od značajnih potencijalnih onečišćivača treba izdvojiti vojni poligon kod Slunja gdje se nalazi i izvor Mrežnice. Ekosustav je ovisan o podzemnim vodama samo u izvorišnom dijelu, ali nema indikacija značajnih negativnih utjecaja na ekosustav.

## HR\_KCPV\_16 Korana

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
<b>Ličke Jesenice</b>	458,57	HR2000654	NE

Ekosustav je zaštićen zbog očuvanja vodenih tokova s vegetacijom. Na području ekosustava nalaze se dva velika krška izvora Malo i Veliko vrelo minimalnih kapaciteta 10-100 l/s svaki. Oni za sada nisu zahvaćeni i prirodno otječu prema ponornoj zoni kod naselja Lička Jesenica. Trasiranje podzemnih tokova te ponorne zone pokazalo je podzemnu vodnu vezu s izvorom Slunjšćice. U planu je zahvaćanje ova dva izvora za potrebe javne vodopskrbe i izvode se istraživanja. Ekosustav je povezan s podzemnom vodom, ali nema negativnih utjecaja podzemne vode na ekosustav.

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
<b>Nacionalni park Plitvička jezera (s Vrhovinskim poljem)</b>	31.437,19	HR5000020	NE

Ova je cjelina povezana s vodnim sustavima jer je i zaštita Nacionalnog parka Plitvička jezera postavljena zbog izuzetne ljepote vodnih resursa, ali i šumskih zajednica. Na području ovog ekosustava centralni je dio zaštićenog područja, ali ovaj ekosustav ne obuhvaća sama jezera već područje prihranjivanja Plitvičkih jezera i područje nizvodno od osnovnog prirodnog fenomena. U ekosustavu se nalaze izvori koji prihranjuju jezera (izvor Plitvice, Crna i Bijela rijeka, Rječica). Podzemne vode nemaju negativnih utjecaja na ovaj ekosustav.

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
<b>Plitvička jezera - jezera</b>	257,91	HR2000953	NE

Ekosustav obuhvaća sama jezera, odnosno osnovni prirodni fenomen Plitvičkih jezera zbog kojih je proglašen Nacionalni park i zbog čega je uvršten u listu svjetske baštine UNESCO-a. Područje ekosustava uglavnom je izgrađeno od dolomitnih stijena i tečenje je površinsko. Ekosustav je ovisan o podzemnim vodama, ali samo na izvorima Crne i Bijele rijeke. Nema negativnog utjecaja podzemnih voda na ovaj ekosustav. Zaštita je postavljena zbog očuvanja aluvijalnih livada i sedrenih barijera i vodopada.

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
<b>Korana</b>	2.573,76	HR2000595	NE

Ekosustav je zaštićen zbog očuvanja sedrenih barijera i vodopada i vegetacije vezane uz te vodene tokove. Prostire se na neposredni tok rijeke Korane od Plitvičkih jezera do Karlovca. Korana presušuje nizvodno od Luketića (selo Korana) i ponovno se pojavljuje kao stalan vodotok kod sela Sadilovac na Gavranića vrelu. Do presušivanja dolazi sniženjem razine podzemne vode ispod dna Korane i podizanjem razine podzemne vode Korana počinje teći. U tom dijelu vodonosnik ima prekogranični karakter jer prihranjuje izvor Klokot kod Bihaća. Ovisan je o podzemnoj vodi i to pogotovo u zoni gdje Korana presušuje, ali nema negativnih utjecaja vodonosnika na ekosustav.

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
<b>Slunjšćica</b>	248,63	HR2000596	NE

Ekosustav je proglašen zbog zaštite potočnog raka i puzavog celera (biljka). Obuhvaća područje od izvora Slunjšćice do ušća u Koranu kod Rastoka. Izvor nije zahvaćen (>1000 l/s), ali je 4 km nizvodno zahvaćen površinski tok Slunjšćice za potrebe javne vodopskrbe (50 l/s). Ekosustav je ovisan o podzemnim vodama, ali podzemne vode ne utječu negativno na ekosustav.

## HR\_KCPV\_17 Una

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
Kanjon Une	825,26	HR2001069	NE

Ekosustav se proteže od samog vrela Une do Martin-Broda i zaštita je postavljena zbog očuvanja karbonatnih stijena s hazmofitskom vegetacijom i sedrenih barijera i vodopada. Mjere zaštite odnose se na ograničenje broja posjetitelja. Vrelo Une jedno je od najvećih krških izvora u Hrvatskoj. Kapaciteta je preko 1 m<sup>3</sup>/s. Izvor nije zahvaćen. Ekosustav je povezan s podzemnim vodama, ali one ne utječu negativno na ekosustav.

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
Krbavsko polje	15.593,17	HR2000632	NE

Unutar cjeline podzemne vode Una nalazi se najveći dio ovog zaštićenog područja. Taj dio ekosustava nalazi se u visokoj zoni sliva rijeke Une. Kroz Krbavsko polje teče Krbava koja površinski drenira vode Krbavskog polja gdje nema jačih krških izvora. Ponorne zone se nalaze na sjeveroistočnoj strani polja, a povezane su s Unom u visini Bihaća (izvor Klokot) što je dokazano trasiranjem podzemnih tokova. Polje povremeno jako plavi nakon velikih kišnih razdoblja. Područje je vrlo slabo naseljeno i nema značajnih onečišćivača ili objekata koji mogu utjecati na ekološko stanje voda. Nekada je na Krbavskom polju bio vojni aerodrom i uz državnu cestu šljunčara, ali su napušteni. Zaštita je postavljena zbog očuvanja vidra, ptica, riba i određene vegetacije. Ekosustav je povezan s podzemnim vodama, ali nema negativnih utjecaja podzemnih voda na ekosustav.

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
Lapačko polje	2.223,33	HR2000879	NE

Ekosustav je zaštićen zbog očuvanja cretova, aluvijalnih livada, suhih travnjaka i prirodnih eutrofnih voda s vegetacijom, a od vrsta zbog cvjetova i leptira. Mjere zaštite odnose se na travnjake i nisu povezani s vodnim sustavima. Lapačko polje pripada u širem smislu slivu rijeke Une, a u užem slivu izvora Ostrovica kod Kulen Vakufa. Na polju je vodonosnik koji se prihranjuje brojnim malim izvorima smještenim po rubu polja. Razina podzemne vode je 50-tak metara ispod površine terena, ali u kišnom razdoblju polje povremeno plavi. Izgrađeno je od proluvijalnih naslaga kvartarne starosti. Ekosustav nije povezan s podzemnim vodama.

Područje	Površina (ha)	Natura kod	RIZIK
Plitvička jezera-Vreljske bare	125,65	HR2001048	NE

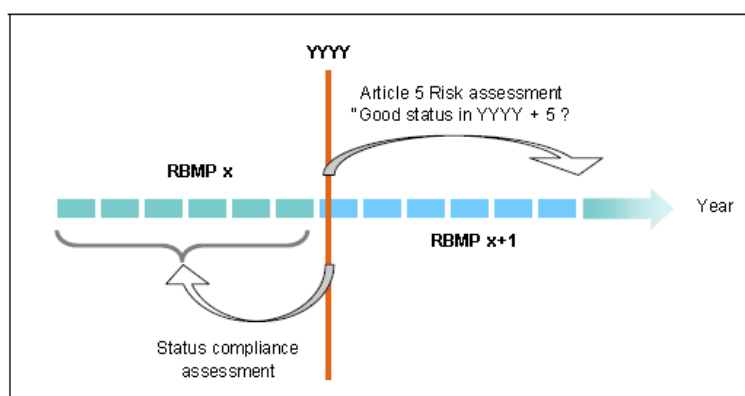
Ekosustav se prostire od izvora Koreničke rijeke (50 l/s) do Koreničkog vrela (10-100 l/s) koje je zahvaćeno za lokalne potrebe vodoopskrbe. Bez obzira na značajne količine istjecanja na ova dva krška izvora zaštita nije provedena vezano uz vodne sustave, već zbog očuvanja cretova i travnjaka. Podzemne vode nema negativnog utjecaja na ekosustav.

## 7. PROCJENA RIZIKA NEISPUNJAVANJA UVJETA ODV DO 2015. GODINE

U terminološkom smislu rizik se u hidrogeološkim analizama najčešće opisuje kao "rizik od onečišćenja podzemnih voda" i taj je termin korišten kroz multiparametarsku analizu ranjivosti, hazarda i rizika u poglavlju 3.

Okvirne direktive o vodama imaju nešto drugačije poimanje rizika. Nakon definiranja okolišnih ciljeva, odnosno ciljeva za kakvoću i količinski status podzemnih voda, analiza rizika je, u stvari, analiza koja temeljem analize postojećeg stanja procijenjuje da li će CPV biti u riziku neispunjavanja tih ciljeva na kraju slijedećeg razdoblja analize. U slučaju Hrvatske je to kraj 2015. godine.

Analiza se provodi istovremeno s analizom stanja samo što se za analizu rizika produljuju nizovi podataka do kraja slijedećeg razdoblja promatranja ili se daje ekspertna procjena ukoliko nema dostatnog sustava opažanja. Ocjenom stanja ili statusa obrađuju se rezultati monitoringa proteklog razdoblja, odnosno razdoblja proteklog RBMP kruga (Slika 7-1). U nastavku ovog poglavlja je prikazana analiza rizika kakvoće i količina podzemnih voda prema zahtjevima ODV.



Slika 7-1. Princip procjene stanja i rizika prema ODV

Jedan od važnih okolišnih ciljeva prema ODV je dobar status ekosustava, a to se odnosi na kriterije kakvoće i količina podzemnih voda. Pošto u Hrvatskoj nisu do sada definirani količinski i kvalitativni kriteriji za ekosustave ovisno o svojstama koje u njima obitavaju i na području ekosustava nema točaka opažanja kakvoće i količina, ekosustavi nisu mogli poslužiti kao kriterij kod procjene stanja i rizika CPV. Bez obzira na to, detaljno su obrađeni u poglavlju 6 i oni ekosustavi za koje je procijenjeno ekspertnom prosudbom da bi mogli imati problema kod ispunjavanja ciljeva ODV procijenjeni su u kategoriju "POTENCIJALNO U RIZIKU". Ta je procjena napravljena kao podloga kod postavljanja prioriteta u kojim ekosustavima je potrebno interventno postaviti mrežu opažanja količina i kvalitete podzemne vode, kako bi do slijedećeg razdoblja obrade bilo dovoljno podataka za određivanje statusa i procjenu rizika.

### 7.1. Procjena kvalitativnog rizika neispunjavanja uvjeta članka 4 ODV

Multiparametarske GIS analize rizika nisu osnovne podloge prema kojima se definira kriterij rizika za cjeline podzemne vode. Njihova primjena je puno veća u daljnjoj karakterizaciji cjelina podzemnih voda koje su postavljene u kategoriju "u riziku", odnosno za one cjeline za koje se procijenjuje da do kraja 2015. godine neće ispunjavati okolišne ciljeve ODV. To su slijedeće analize:

1. procjena rizika (ranjivost, hazard, rizik) za točkaste onečišćivače
2. procjena rizika (ranjivost, hazard, rizik) za raspršene onečišćivače – poljoprivreda

Prve dvije metode dio su multiparametarske metode razvijene kroz COST 620 projekt Europske Unije "Vulnerability and risk mapping for the protection of carbonate (karst) aquifers" i rezultati su obrađeni kroz poglavlje "Analiza opterećenja i utjecaja na CPV ljudskom djelatnošću" i sastavni su dio cjelokupne analize ranjivosti, hazarda i rizika.

Pri procjeni rizika neispunjavanja uvjeta ODV do kraja 2015. godine sa stanovišta kakvoće podzemnih voda korištene su slijedeće osnovne analize:

1. procjena rizika ovisno o rezultatima kemijskih analiza na točkama opažanja produljenjem nizova podataka na slijedeće razdoblje opažanja (do kraja 2015. godine)
2. procjena rizika ovisno o površini sliva koji se nalazi u susjednoj državi (područje koje ne kontrolira Hrvatska)
3. procjena rizika od zaslanjenja podzemnih voda

Tablica 7-1. Parametri korišteni za procjenu rizika CPV

PARAMETAR	TV	KRITERIJ ZA RIZIK
zahtjev Okvirne direktive o vodama		
pH	6,5 – 9,5	6,875 – 9,125
CND	2.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$	1.875 $\mu\text{S}/\text{cm}$
otopljeni $\text{O}_2$		
nitriti	50 mg/l $\text{NO}_3$	37,5 mg/l $\text{NO}_3$
amonij ion $\text{NH}_4$	0,5 mg/L	0,375 mg/L
zahtjev Direktiva o podzemnim vodama		
ukupni pesticidi	0,5 $\mu\text{g}/\text{L}$	0,375 $\mu\text{g}/\text{L}$
arsen	10 $\mu\text{g}/\text{L}$	7,5 $\mu\text{g}/\text{L}$
kadmij	5 $\mu\text{g}/\text{L}$	3,75 $\mu\text{g}/\text{L}$
olovo	10 $\mu\text{g}/\text{L}$	7,5 $\mu\text{g}/\text{L}$
živa	1 $\mu\text{g}/\text{L}$	0,75 $\mu\text{g}/\text{L}$
kloridi	250 mg/L Cl	187,5 mg/L Cl
sulfati	250 mg/L $\text{SO}_4$	187,5 mg/L $\text{SO}_4$
trikloretilen + tetrakloretilen	10 $\mu\text{g}/\text{L}$	7,5 $\mu\text{g}/\text{L}$
dodatni parametri		
slobodni $\text{CO}_2$		
temperatura vode	25 °C	18,75 °C
ortofosfati	0,3 mg/L	0,225 mg/L
mutnoća	4 °NTU	3 °NTU
željezo	200 $\mu\text{g}/\text{L}$	150 $\mu\text{g}/\text{L}$
mangan	50 $\mu\text{g}/\text{L}$	37,5 $\mu\text{g}/\text{L}$
mineralna ulja	0,020 mg/L	0,015 mg/L

Procjena rizika ovisno o rezultatima kemijskih analiza na točkama opažanja Državne mreže opažanja Hrvatskih voda izvedena je produljenjem nizova podataka, odnosno linija trendova na slijedeće promatrano razdoblje za odabrane parametre kojima se definira stanje kakvoće podzemnih voda u ovoj studiji. Granica rizika se nalazi na 75% granične vrijednosti određene procjenom statusa kakvoće podzemne vode. U **tablici 7-1** su prikazane vrijednosti koncentracija pojedinih parametara kakvoće, koje definiraju kriterij za procjenu rizika ukoliko produljena krivulja trenda prijeđe te vrijednosti.

U krškom području u Hrvatskoj najveći broj cjelina podzemnih voda ima prekogranični karakter. U nekima je područje prihranjivanja u Hrvatskoj, a zona istjecanja u susjednim državama (npr. sliv Une), dok je u većini ostalih cjelina obrnuta situacija. Ovisno o površini prekograničnog dijela sliva, ali i o sadržajima u njima (potencijalni onečišćivači) koji su potpuno izvan kontrole hrvatske strane, pojedine cjeline podzemne vode uvrštene su u kategoriju "potencijalno u riziku". Poglavitno je to problem u južnom dijelu Hrvatske u cjelinama

podzemne vode Cetina i Neretva, gdje je npr. u slučaju izvora Omble (CPV Neretva) samo izvor u Hrvatskoj, a cijelo područje prihranjivanja u susjednoj BiH. Za ta područja u BiH nema podataka o potencijalnim onečišćivačima, ali i provođenju zaštite. Iako je kakvoća izvorske vode na hrvatskoj strani za sada dobra, za ta je područja potrebno organizirati zajednički projekt zaštite podzemnih voda u skladu s preporukama ODV za prekogranične vodonosnike.

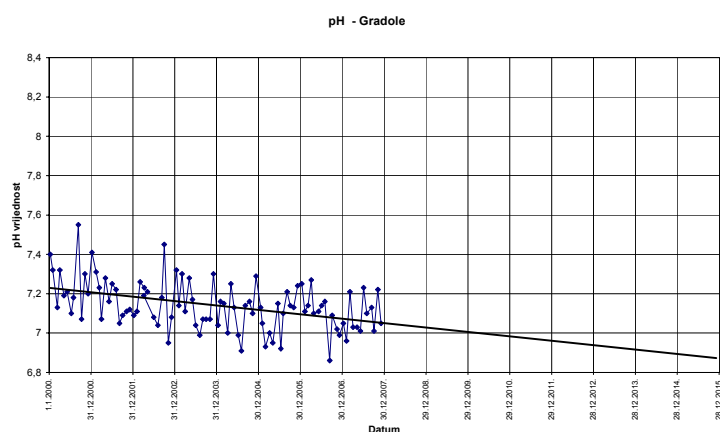
Najveći dio priobalnih vodonosnika duž gotovo cijelog hrvatskog obalnog područja otvoreno je prema utjecaju mora. Posebno je utjecaj zaslanjenja izražen na Jadranskim otocima zbog ograničenosti vodonosnika, ali i na području Istre, Ravnih kotara i doline Neretve. Kriteriji za procjenu rizika nisu kvantificirani, već se rizik definira ekspertnim procjenama. Razlog za to je nedostatak podataka opažanja priobalnih vodonosnika po dubini, odnosno praćenja dinamike zone miješanja u dužem razdoblju. Zbog nedostatka kontinuiranog opažanja rizik je u nekim cjelinama procijenjen kao potencijalan.

Kod procjene rizika produljenjem linije trendova do kraja 2015. godine obrađeni su svi paramteri, ali su prikazane samo one krivulje i parametri za koje se procijenjuje da bi mogli preći granične koncentracije prikazane **tablicom 7-1** koje definiraju rizik.

## CPV SJEVERNA ISTRA

### NIJE U RIZIKU

U CPV Sjeverna Istra problem kakvoće je jedino evidentan na najvećem crpilištu Istarskog poluotoka Gradole.



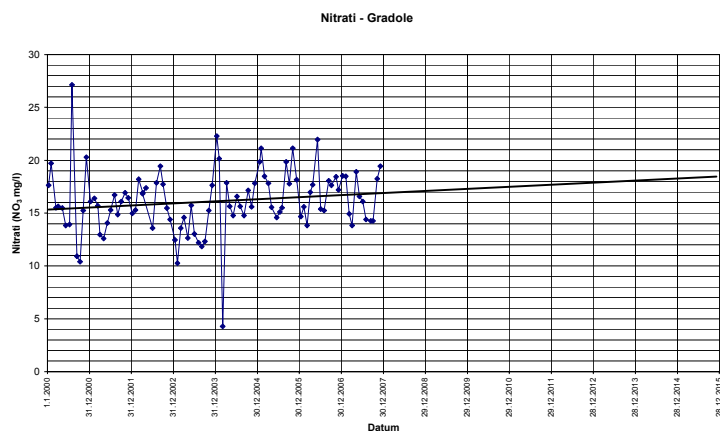
Slika 7-2. pH na crpilištu Gradole

Analiza pH je kod procjene statusa na izvorima u CPV Sjeverna Istra pokazala trend smanjenja na svim izvorima u cjelini podzemne vode. Najniža vrijednost je gledajući prosječne vrijednosti izmjerena na izvoru Gradole. Produljenjem linije trenda dobivena je očekivana vrijednost na kraju 2015. godine od 6,9. Ako se kao kriterij rizika za pojedini parametar uzme 75% granične vrijednosti (TV), dobivamo da vrijednosti izvan raspona pH 6,875-9,125 određuju status "u riziku". Prema tome, na izvoru Gradole se radi o vrijednosti, koja je unutar raspona za kategoriju "nije u riziku", ali vrlo blizu donjoj granici. Stalni trend pada pH na izvorima Istarskog poluotoka može se povezati s kiselim kišama ciklonskog porijekla.

Koncentracija nitrata na crpilištu Gradole je najviša u odnosu na ostale izvore u CPV i iznosi u prosječnim koncentracijama 16,2 mg/l NO<sub>3</sub>. Produljenjem linije trenda do kraja 2015. godine dobivaju se vrijednosti od 18,5 mg/l, što znači da nitrati nisu kritični za CPV Sjeverna Istra, ali da treba biti na oprezu.

Od ostalih parametara samo se mutnoća pojavljuje iznad graničnih vrijednosti povremeno nakon jakih padalina poslije dužih sušnih razdoblja kada dolazi do spiranja epikrških nesaturiranih zona krških vodonosnika. Taj problem obično traje 1-2 dana i nakon toga vrijednosti mutnoće padaju ispod granica detekcije. Problem sa povećanom mutnoćom je izrazit na izvorištu Bulaž, koje u području prihranjivanja ima veliko područje

izgrađeno od fliških naslaga, koje su glavni uzrok tih pojava na izvoru. Trend mutnoće na izvorima u CPV Sjeverna Istra pokazuje blago smanjivanje.



Slika 7-3. Nitrati na crpilištu Gradole

Koncentracije mineralnih ulja na svim izvorima u CPV povremeno prelaze granične vrijednosti (TV), ali su prosječne vrijednosti daleko ispod tih graničnih vrijednosti. Analize pokazuju trend sniženja koncentracija mineralnih ulja u izvorskim vodama i nema razloga za procjenu rizika ovisno o ovom parametru.

Cjelina podzemne vode Sjeverna Istra ima prekogranični karakter. Projekt "Prekogranični vodonosnici Hrvatske i Slovenije između Kvarnerskog i Tršćanskog zaljeva" (BIONDIĆ, R., 2004), koji je rađen zajednički s Geološkim zavodom Slovenije detaljno obrađuje to područje s posebnim težištem na zaštitu podzemnih voda. Veliki dio zone prihranjivanja izvora Bulaž i Sveti Ivan nalaze se u susjednoj državi za što je neophodna prekogranična suradnja sa Slovenijom. Kakvoća na spomenutim izvorima je dobra i nalazi se unutar kriterija kakvoće za pitke vode, a izvori se koriste za javnu vodoopskrbu dijela Istarskog poluotoka.

U CPV Sjeverna Istra nema većih problema sa zaslanjenjem priobalnih vodonosnika osim u uskoj priobalnoj zoni između Novigrada i Savudrije, gdje nema značajnih izvora niti crpilišta javne vodoopskrbe.

## CPV SREDIŠNJA ISTRA

### U RIZIKU

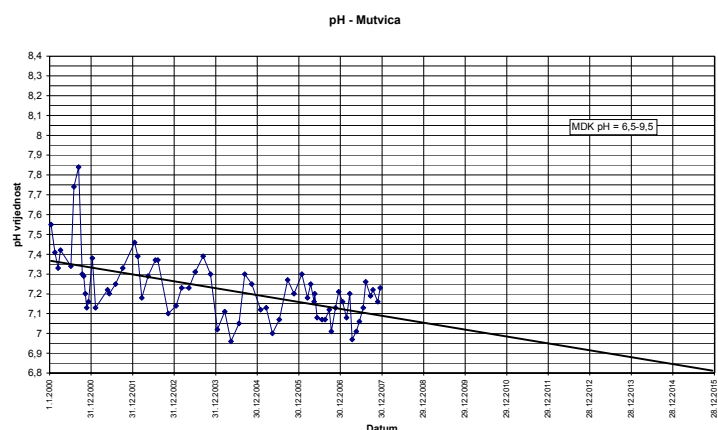
U sklopu analize stanja najveće probleme s kakvoćom podzemne vode registrirana je na izvoru Kokoti i Mutvica. Područje prihranjivanja tih izvora je karbonatno krško područje Labinštine i južnih padina planinskog područja Čićarije.

Analiza pH na crpilištu Mutvica pokazala je trend sniženja pH vrijednosti, a produljenjem niza do kraja 2015. godine dobivena je vrijednost pH od 6,82 što je vrijednost izvan 75% dopuštenog raspona. Također, na crpilištu Kokoti dobivena je projekcija vrijednosti pH i iznosi 6,81, također izvan 75% dopuštenog raspona. Na ostalim crpilištima ove CPV projicirane vrijednosti su unutar 75% dopuštenog raspona.

Trend koncentracije otopljenog kisika ima također padajući trend, što potvrđuje stanje postepene degradacije kakvoće izvorske vode na crpilištima Mutvica i Kokoti.

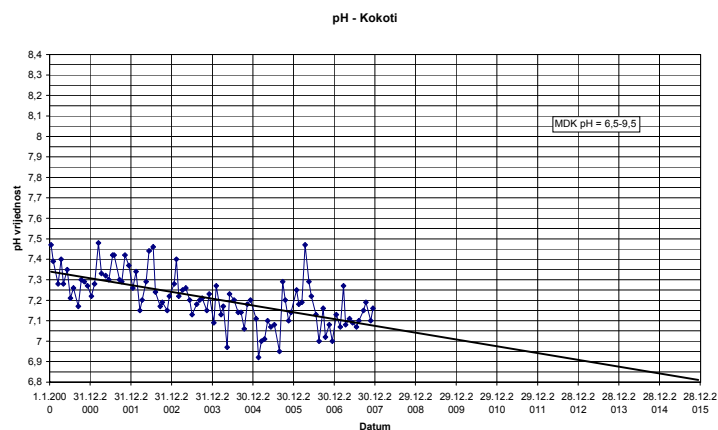
Trendovi koncentracija nitrata su rastući, ali se koncentracije kreću oko 10 mg/l  $\text{NO}_3$  i na kraju projiciranog razdoblja ne dolaze blizu 75% dopuštene koncentracije.





Slika 7-4. pH na Mutvici

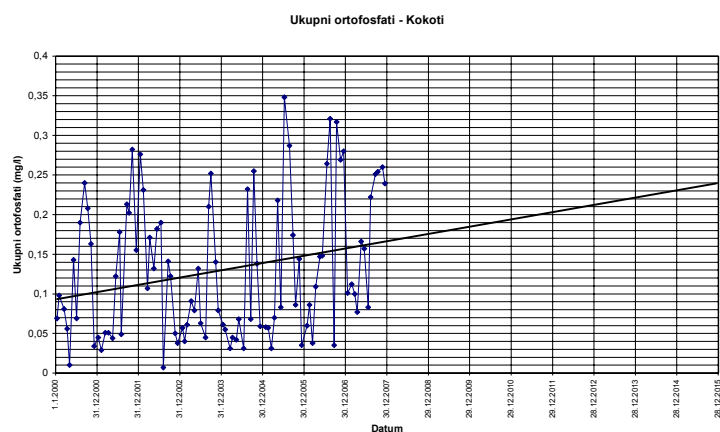
Koncentracije ukupnih ortofosfata na crpilištima pokazuju blago rastući trend dok je na crpilištu Kokoti krivulja trenda izrazito rastuća. Projicirana koncentracija na kraju slijedećeg opažanog razdoblja je 0,24 mg/l, a 75% granične vrijednosti iznosi 0,225 mg/l.



Slika 7-5. pH na Kokotima

CPV Središnja Istra ima problema sa zaslanjenjem priobalnih vodonosnika. Povremeno je zaslanjenje registrirano na zapadnoj obali, ali u tom području nema crpilišta javne vodoopskrbe. Povremeno zaslanjuju i izvor Kokoti i Bubić jama na istočnoj strani ove CPV, prvi zahvaćen za vodoopskrbu Labinštine, a drugi za potrebe industrijske vode TE Plomin. Na izvoru Kokoti zaslanjenje se javlja tijekom ljetnih sušnih razdoblja i nakon jakih padalina i već nakon nekoliko dana se sustav potpuno oslađuje. Procjenjuje se da bi sanacija odvodnog kanala smanjila ili uklonila zaslanjenja na izvoru Kokoti (GOLUBIĆ et al., 2002).

Zbog narušene kakvoće vode na izvorima Kokoti i Mutvica, odnosno projekcije da kakvoća ova dva izvora neće ispunjavati kriterije kakvoće krajem 2015. godine ova je cjelina procijenjena u kategoriju "u riziku" neispunjavanja kriterija ODV.



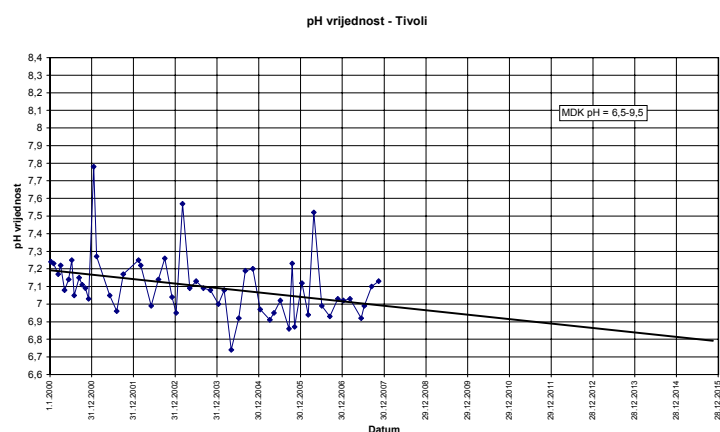
Slika 7-6. Koncentracija ortofosfata na Kokotima

## CPV JUŽNA ISTRA

### U RIZIKU

Procjenom stanja kakvoće opažanog razdoblja 2000.-2007. CPV Južna Istra uvrštena je u kategoriju "LOŠE STANJE". Prema ODV za slijedeće razdoblje obrade u kategoriju "U RIZIKU" proglašavaju se i cjeline podzemne vode, koje imaju loše stanje kakvoće temeljem obrade dosadašnjeg razdoblja opažanja.

Na području CPV Južna Istra prema podacima Državne mreže opažanja Hrvatskih voda pH vrijednost ima padajući trend na izvoru Blaž i na zdencu Tivoli. Projicirana vrijednost na kraju 2015. godine za Tivoli iznosi 6,79 (raspon bez rizika: 6,875-9,125) što je izvan 75% graničnih vrijednosti raspona pH. Na izvoru Blažu je projicirana vrijednost 6,98.



Slika 7-7. pH na zdencu Tivoli

Koncentracije nitrata na zdencima u Puli su razlog proglašenja lošeg statusa CPV Južna Istra u promatranom razdoblju 2000.-2007., a pošto krivulje pokazuju ustaljene trendove i u slijedećem projiciranom razdoblju do kraja 2015. koncentracije se neće značajno promijeniti.

CPV Južna Istra ima značajnih problema sa zaslanjenjem vodonosnika. Posebno je to izraženo na pulskim zdencima od kojih nekoliko zaslanjuju u uvjetima normalnog crpljenja, ali gotovo svi u uvjetima ekstremnog crpljenja tijekom ljetnih sušnih razdoblja. Dodatni problem ove CPV je veliki broj privatnih zdenaca izrađenih za navodnjavanje poljoprivrednih površina. Nema katastra zdenaca i ne zna im se točan broj. Prema procjenama ih ima oko 2.000. Problem zaslanjenja javlja se i na izvoru Blaž u Raškom zaljevu, no taj izvor nije zahvaćen i zaslanjenje se javlja u potpuno prirodnim uvjetima istjecanja tijekom ljetnih sušnih razdoblja.

### **CPV RIJEČKI ZALJEV**

#### **NIJE U RIZIKU**

Za CPV Riječki zaljev procijenjen je kvalitativni status temeljem podataka iz hidrogeoloških studija, jer u sustavu opažanja Državne mreže nije uključen niti jedan izvor iz ove CPV. Za procjenu rizika temeljem rezultata kemijskih analiza, odnosno produljenjem nizova podataka nije bilo dovoljno analiza.

CPV ima prekogranični karakter, što je detaljno obrađeno kroz projekt "Prekogranični vodonosnici Hrvatske i Slovenije između Kvarnerskog i Tršćanskog zaljeva" (BIONDIĆ, R., 2004) koji je rađen zajednički s Geološkim zavodom Slovenije. Zone prihranjivanja priobalnih izvora i izvora u zapadnom dijelu grada Rijeke nalaze se dijelom u susjednoj Sloveniji.

Zaslanjenja priobalnih izvora su evidentna i u prirodnim uvjetima istjecanja.

### **CPV RIJEKA - BAKAR**

#### **NIJE U RIZIKU**

Na točkama opažanja u CPV Rijeka – Bakar koncentracije parametara koji se obrađuju prema zahtjevima ODV su vrlo niske i daleko ispod graničnih vrijednosti ili 75% istih. Jedino se na crpilištu Dobrica povremeno tijekom ljetnih sušnih razdoblja pojavljuju povećane koncentracije klorida kao posljedica intruzije morske vode u priobalni vodonosnik. Tada koncentracije klorida i nekoliko puta premašuju granične vrijednosti, no u razdoblju opažanja (2000.-2007.) takove su pojave zabilježene na samo dva uzorka. Krivulja trenda klorida i sulfata je ustaljena. Treba napomenuti da su i ostala izvorišta u Bakarskom zaljevu pod utjecajem mora, a kaptažni zahvat Perilo (220 l/s) praktički svakog ljeta zbog zaslanjenja je izvan upotrebe.

Dio područja prihranjivanja ove CPV je na području Slovenije i bio je predmet zajedničkih istraživanja u sklopu projekta "Prekogranični vodonosnici Hrvatske i Slovenije između Kvarnerskog i Tršćanskog zaljeva" (BIONDIĆ, R., 2004). Slovenski dio CPV pokriva planinsko područje Snežnika, gdje nema registriranih potencijalnih onečišćivača.

### **CPV LIKA - GACKA**

#### **NIJE U RIZIKU**

Na točkama opažanja u ovoj cjelini podzemnih voda analize svih parametara pokazuju koncentracije daleko ispod graničnih vrijednosti, a trendovi su ustaljeni, pa produljenjem linija trendova nema pokazatelja koji bi ukazao na rizik za CPV do kraja 2015. godine. Jedino koncentracije mineralnih ulja ponekad prelaze dopuštene koncentracije na crpilištima Novljanska Žrnovnica (2 puta od 61 analize) i Tonkovića vrele (1 puta od 53 analize), no krivulje trendova su padajuće.

CPV nema prekogranični karakter, ali ima dugačko priobalno područje s brojnim izvorima, koje ima problema s utjecajem mora. Jedino crpilište Novljanska Žrnovnica ima samo povremeno povišene kloride tijekom ekstremnih sušnih razdoblja, ali su to uglavnom koncentracije unutar graničnih vrijednosti dopuštenih za pitke vode.

### CPV ZRMANJA

#### NIJE U RIZIKU

Koncentracije svih opažanih parametara kakvoće podzemne vode na točkama Državne mreže opažanja u ovoj cjelini podzemne vode su u prosječnim vrijednostima vrlo niske, daleko ispod propisanih graničnih vrijednosti. Povremeno se pojavljuju nešto povišene koncentracije ortofosfata (na jednom uzorku) na vrelu Zrmanje, ali je krivulja trenda padajuća. Na jednom uzorku izvora Zrmanje zabilježena je povišena mutnoća, ali linija trenda pokazuje sniženje.

Problemi zaslanjenja vezani su uz kanjon rijeke Zrmanje od ušća u Novigradsko more do desetak kilometara udaljenog Obrovca.

### CPV RAVNI KOTARI

#### U RIZIKU

Na području Ravnih kotara u Državnu mrežu opažanja uključena su samo crpilišta Kakma i Biba u zaleđu Vranskog jezera kod Biograda. Prema analizama koncentracije otopljenog kisika na crpilištima Kakma i Biba su relativno niske, a zabrinjavajući je negativni trend. Nitrati pokazuju trend rasta, ali su koncentracije relativno niske i do kraja 2015. vjerojatno neće dosegnuti 75% graničnih vrijednosti. Na crpilištu Biba na jednom uzorku su izmjerene koncentracije klorida od 240 mg/l što je vrlo blizu graničnih vrijednosti (250 mg/l) i pokazatelj su opasnosti od povremenog zaslanjenja. Ostali su parametri ili vrlo niskih koncentracija ili nisu analizirani u razdoblju 2000.-2007. godine.

Za područje CPV Ravnih kotara određeno je loše stanje kakvoće zbog velikog utjecaja zaslanjenja na crpilištima Zadarskog vodovoda kod Bokanjačkog blata. Pri tome su korišteni podaci kemijskih analiza Zadarskog vodovoda. Nema rastućih trendova zaslanjenja, ali CPV procijenjene u kategoriju "LOŠE STANJE" kakvoće prema naputcima ODV se automatski postavljaju i u kategoriju "U RIZIKU".

### CPV KRKA

#### NIJE U RIZIKU

Vrijednost pH na Šimića vrelu i Jarugi pokazuje trend sniženja i projicirana vrijednost pH na kraju 2015. godine ako se nastavi ovakav trend kao danas iznositi će 6,1 (Šimića vrelo) i 5,7 (Jaruga). Potrebno je napomenuti da je analiza provedena na svega 12 mjerenja tijekom 2007. godine i rezultati analize trenda su samo indikativni, odnosno ne prikazuju realno očekivano stanje na kraju 2015. godine. Na izvorima Krčić i Čikola trend pH pokazuje povišenje. Ostali pokazatelji su u dopuštenim rasponima, odnosno projicirane vrijednosti na kraju 2015. manje su od 75% graničnih vrijednosti.

CPV Krka ima prekogranični karakter jer se dio područja prihranjivanja nalazi u susjednoj državi BiH. To zahtijeva otvaranje zajedničkih projekata i usklađenje regulative u zaštiti vodnih resursa.

Zaslanjenje je registrirano u priobalnom području CPV. Od vodoopskrbnih objekata u obalnom području povremeno je izraženo na crpilištima Jandrići I i II i Kovča u zaleđu Pirovca i Vodica.

## CPV CETINA

### POTENCIJALNO U RIZIKU

U CPV Cetina na izvorima Šilovka, Mala Ruda i Žrnovnica povremeno dolazi do povećanih koncentracija amonij iona, a na izvoru Šilovka je izmjerena koncentracija viša od graničnih vrijednosti. Povišene koncentracije povezuju se s negativnim utjecajem procjednih voda odlagališta otpada i nepročišćenim otpadnim vodama naselja u slivu. Područja prihranjivanja izvorišta Šilovka i Mala Ruda se nalaze u susjednoj državi BiH, što je dokazano brojnim trasiranjima podzemnih tokova. Osim pojedinih pojava visokih koncentracija amonij iona, prosječne vrijednosti su ujednačene na relativno niskim razinama, a linije trendova pokazuju čak i poboljšanje stanja (Mala Ruda).

Koncentracije kadmija bile su početkom 2001. godine povišene na jednom uzorku na izvorima Jadro i Žrnovnica. Slična je situacija i s olovom koje je bilo povišeno tijekom 2000. godine na izvorima Mala Ruda, Jadro i Žrnovnica, a kasnije su koncentracije pale ispod granice detekcije.

Mineralna ulja povremeno se pojavljuju u visokim koncentracijama na gotovo svim točkama opažanja Državne mreže opažanja Hrvatskih voda u CPV Cetina. Uglavnom su se te vrlo visoke koncentracije dogodile tijekom 2000. i 2001. godine, a jedino na izvorištu Mala Ruda tijekom 2002. godine. Na svim izvorima je danas registriran negativan trend koncentracija mineralnih ulja. Ugroženi su još izvori Mala Ruda i Šilovka, ne toliko zbog sadržaja mineralnih ulja, koliko zbog toga što im je područje prihranjivanja u susjednoj BiH i vrlo je teško provoditi zaštitu tih izvora.

Velika površina prihranjivanja CPV Cetina nalazi se u BiH, a obuhvaća vodom bogato područje Livanjskog polja, Duvanjskog polja, i Buško Blato. Od naselja u slivu na području BiH je potrebno izdvojiti Livno, Tomislavgrad i Kupres. Za ovu je cjelinu podzemne vode procijenjena kategorija "u potencijalnom riziku" jer je vrlo velika površina sliva izvan Hrvatske bez obzira što parametri kakvoće na izvorima ukazuju uglavnom na dobro stanje kakvoće.

Područje između Primoštena i Trogira označeno je kao područje u kojem je zabilježen utjecaj mora na kaptažne zahvate Marina i Rimski bunar, a u priobalnoj zoni kod Trogira istječe i bočati izvor Pantan.

## CPV NERETVA

### POTENCIJALNO U RIZIKU

pH vrijednost ima blagi trend rasta na svim izvorima, osim na izvoru Butina u Vrgoračkom polju, gdje je zabilježen blagi trend pada i projicirana vrijednost na kraju 2015. godine iznositi će 7,0, što je unutar 75% graničnih vrijednosti.

Električna vodljivost na svim izvorima pokazuje ustaljene vrijednosti osim na izvoru Butina, gdje ima trend rastući, ali su koncentracije daleko ispod 75% graničnih vrijednosti.

Koncentracija amonij iona povremeno je povišena tijekom "pikova" uzrokovanih jakim padalinama nakon dugih sušnih razdoblja. Na jednom uzorku na izvoru Ombla koncentracija je bila i viša od graničnih vrijednosti, ali krivulja trenda je u vrlo blagom porastu. Na ostalim izvorima također su registrirane visoke povremene koncentracije amonij iona, ali ispod graničnih vrijednosti.

Kadmij je bio povišen na izvorima tijekom 2000. godine i početkom 2001., iza čega su sve vrijednosti bile ispod granice detekcije. Ista je situacija i sa olovom i živom. Koncentracije mineralnih ulja pokazuju vrlo visoke vrijednosti tijekom 2000. i početkom 2001. godine, a poslije su ispod graničnih vrijednosti.

Veliki dio područja prihranjivanja CPV Neretva nalazi se u susjednoj BiH. Posebno se to odnosi na vodoopskrbne izvore Prud na desnoj obali rijeke Neretve i sve vodoopskrbne izvore desne obale rijeke i

Dubrovačko područje. Iz tih je razloga, a dijelom i zbog povremeno narušene kakvoće, za ovu cjelinu procijenjena kategorija "U POTENCIJALNOM RIZIKU".

Zaslanjenje je veliki problem u delti rijeke Neretve, ali nema utjecaja dublje u karbonatno zaleđe. Registrirani su povremeni utjecaji zaslanjenja na vodoopskrbnom izvoru Prud zbog direktnog utjecaja Neretve i kanala za navodnjavanje.

### CPV JADRANSKI OTOCI

#### POTENCIJALNO U RIZIKU

Samo su tri crpilišta pitke vode na otocima pokrivena Državnom mrežom opažanja kakvoće vode. To su jezera Ponikve i Njivice na otoku Krku i Vransko jezero na otoku Cresu. Kakvoća vode tih crpilišta je po prosječnim vrijednostima koncentracija relevantnih parametara dobra, ali s povremenim povišenjem koncentracija nekih od njih. To su željezo i mangan u vodi jezera Njivice, mutnoća na jezerima Njivice i Ponikve i temperatura na svim jezerima zbog zagrijavanja pripovršinske zone tijekom ljeta. Ostali parametri su vrlo niskih koncentracija.

Problem vodnih resursa na otocima je ograničeno prostiranje i volumen leće slatke vode koja "pliva" na slanoj vodi. Prekomjernim crpljenjem slatke vode dolazi do konusnog dizanja slane vode iz podzemlja i povećanja saliniteta crpljene vode. To je pojava evidentna na velikoj većini otoka, a pogotovo na manjim otocima, što je osnovni razlog da je cjelina podzemne vode procijenjena u kategoriju "U POTENCIJALNOM RIZIKU". Za otoke je potrebno vrlo pažljivo odrediti režime crpljenja i crpne kapacitete u uvjetima labilne ravnoteže slatke i slane vode u vodonosniku.

### CPV KUPA

#### NIJE U RIZIKU

Koncentracije svih opažanih parametara kakvoće podzemne vode na točkama Državne mreže opažanja u ovoj cjelini podzemne vode su u prosječnim vrijednostima vrlo niske i daleko su ispod propisanih graničnih vrijednosti.

Registrirane su povremene pojave nešto povišene koncentracije mineralnih ulja na izvorištu Čabranke, koje dosežu granične vrijednosti ili ih malo prelaze, ali je krivulja trenda padajuća. Jedino je na Maloj Belici zabilježen porast krivulje trenda za mineralna ulja i očekivana koncentracija krajem 2015. godine je 0,012 mg/l što je još uvijek ispod 75% granične vrijednosti.

Povremeni problem na crpilištima je i povišena mutnoća na izvorima Čabranke, Maloj Belici i Kupici, a razlog tome su pojave klastičnih naslage u području prihranjivanja. Iako su prosječne vrijednosti mutnoće ispod graničnih vrijednosti, povremeni maksimumi prelaze granične vrijednosti i nekoliko puta, no nakon jedan-dva dana nakon jakih padalina mutnoća se smanjuje ispod graničnih vrijednosti.

CPV ima prekogranični karakter, a to je posebno izraženo u izvorišnoj zoni rijeke Čabranke. Nizvodno, rijeka Kupa je velikim dijelom toka u krškom području granična rijeka između Hrvatske i Slovenije. Potrebno je provesti zajednička istraživanja sa kolegama iz Slovenije zbog prekograničnog prostiranja sliva u dvije države.

### CPV DOBRA

#### NIJE U RIZIKU

Koncentracije većine opažanih parametara kakvoće podzemne vode na točki Državne mreže opažanja u ovoj cjelini podzemne vode su u prosječnim vrijednostima vrlo niske, daleko ispod propisanih graničnih

vrijednosti. Povremeno dolazi do povećanja mutnoće na izvoru Ribnjak, ali ta pojava traje kao i na ostalim izvorima u kršu jedan do dva dana kada dolazi do bistrenja vode i mutnoća pada ispod graničnih vrijednosti.

Krivulja trenda za koncentracije željeza je u porastu, ali produljenjem krivulje trenda projicirane koncentracije u 2015. godini iznositi će oko 80 µg/l Fe što je manje od 75% graničnih vrijednosti (150 µg/l Fe).

Koncentracije mineralnih ulja dosižu granične vrijednosti, ali je krivulja trenda u padu i očekuje se poboljšanje stanja.

CPV se u cijelosti nalazi na teritoriju Republike Hrvatske.

### CPV MREŽNICA

NIJE U RIZIKU

Koncentracije većine opažanih parametara kakvoće podzemne vode na točki Državne mreže opažanja u ovoj cjelini podzemne vode su u prosječnim vrijednostima vrlo niske i daleko ispod propisanih graničnih vrijednosti.

Na jednom uzorku izmjerena je povišena koncentracije amonij iona na Zagorskoj Mrežnici i iznosi oko 25% granične vrijednosti. Projicirana koncentracija amonij iona krajem 2015. godine iznositi će 0,18 mg/l što je 36% granične vrijednosti. Potrebno je napomenuti da je Zagorska Mrežnica u Državnu mrežu opažanja uvedena tek u lipnju 2006. godine, te je niz podataka prekratak za analizu rizika.

Sulfati su generalno niskih koncentracija, ali je na jednom uzorku izmjerena koncentracija od 211 mg/l što je više od 75% granične vrijednosti. Niz podataka na izvorištu je vrlo kratak, a moguća je i pogreška jer su sve ostale koncentracije i 10 puta niže.

Željezo ima trend rasta na izvorištu Zagorske Mrežnice i projicirana koncentracija krajem 2015 iznositi će oko 160 mg/l što je vrlo blizu 75% granične vrijednosti (187,5 mg/l). Analiza je napravljena na temelju 8 mjerenja i tek će se u slijedećem razdoblju obrade za 6 godina moći odrediti status i procijeniti rizik.

Od svega 4 uzorka koncentracija mineralnih ulja na Zagorskoj Mrežnici čak su dva uzorka imala koncentracije više od granične, a temeljem 4 uzorka krivulja trenda je izrazito rastuća, što je upozoravajuće, ali ne dovoljno za stavljanje CPV Mrežnica u kategoriju "U RIZIKU".

Cjelina podzemne vode stavljena je u kategoriju "NIJE U RIZIKU" jer je generalno kakvoća podzemnih voda dobra i ne očekuje se značajna degradacija kakvoće. Potvrda tome su ustaljeni trendovi relevantnih parametara kakvoće na izvorištu Dretulje i Žižića vrelu. Izvorište Zagorske Mrežnice je uključeno u Državnu mrežu opažanja tek tijekom 2007. godine, što je prekratki niz za ocjenu rizika.

CPV Mrežnica je u cijelosti na teritoriju Republike Hrvatske i nema prekogranični karakter.

### CPV KORANA

NIJE U RIZIKU

U cjelini podzemne vode Korana opažana je samo jedna točka (Slunjičica) i to na crpilištu javne vodoopskrbe nekoliko stotina metara nizvodno od izvora.

Mjereni parametri ukazuju na dobro stanje kakvoće vode, ali većina parametara kakvoće prema ODV nisu analizirani (ukupni pesticidi, arsen, kadmij, olovo, živa, klorid, sulfat, trikloretlen, tetrakloretlen, slobodni CO<sub>2</sub>, mutnoća, željezo, mangan i mineralna ulja).

Na Slunjski povremeno dolazi do povišenja koncentracije amonij iona i oni u maksimumu dosežu skoro granične vrijednosti za pitke vode, no analiza trenda pokazuje trend pada. Radi se o prostranoj CPV, pa će se cjelovita slika kakvoće u sljedećem razdoblju dobiti proširenjem mreže opažanja na ostale velike izvore.

CPV ima prekogranični karakter, koji je posebno izražen nizvodno od Plitvičkih jezera, gdje su trasiranjima dokazane podzemne vodne veze sa izvorom Klokot u BiH. Potrebno je pokretanje istraživanja prekograničnog sustava voda.

<b>CPV UNA</b>
<b>NIJE U RIZIKU</b>

U cjelini podzemne vode u Državnu mrežu opažanja nije uključena niti jedna točka, a procjena stanja kakvoće rađena je na osnovi hidrogeoloških istraživanja na tome području. Nema dovoljno elemenata za procjenu rizika sa kvalitativnog stanovišta, ali je za očekivati dobru kakvoću i krajem sljedećeg razdoblja jer u slivu nema značajnijih onečišćivača.

Tablica 7-1. Cjeline podzemne vode u riziku sa kvalitativnog stanovišta

<i>KOD CPV</i>	<i>Naziv</i>	<i>Kvalitativni rizik</i>
<b>JADRANSKI SLIV</b>		
HR KCPV_01	Sjeverna Istra	nije u riziku
HR KCPV_02	Središnja Istra	u riziku
HR KCPV_03	Južna Istra	u riziku
HR KCPV_04	Riječki zaljev	nije u riziku
HR KCPV_05	Rijeka – Bakar	nije u riziku
HR KCPV_06	Gacka – Lika	nije u riziku
HR KCPV_07	Zrmanja	nije u riziku
HR KCPV_08	Ravni kotari	u riziku
HR KCPV_09	Krka	nije u riziku
HR KCPV_10	Cetina	u potencijalnom riziku
HR KCPV_11	Neretva	u potencijalnom riziku
HR KCPV_12	Jadranski otoci	u potencijalnom riziku
<b>CRNOMORSKI SLIV</b>		
HR KCPV_13	Kupa	nije u riziku
HR KCPV_14	Dobra	nije u riziku
HR KCPV_15	Mrežnica	nije u riziku
HR KCPV_16	Korana	nije u riziku
HR KCPV_17	Una	nije u riziku



## 7.2. Procjena kvantitativnog rizika neispunjavanja uvjeta članka 4 ODV

Koncepcijski pristup procjeni kvantitativnog rizika neispunjavanja uvjeta članka 4. ODV sličan je prikazanom kvalitativnom (Slika 7-1). Sama je procjena provedena na temelju ekspertnih procjena hidroloških značajki vodnih resursa u uvjetima prisutnih globalnih klimatskih promjena/varijacija koje su upravo na priobalnom mediteranskom području imaju najveće manifestacije (BOLLE, 2003) te s druge strane i odgovarajuće procjene utjecaja očekivanog razvoja potreba za vodom u predstojećem razdoblju promatranja do zaključno 2015.g. na vodne resurse kod kojih su i pri provedenoj ocjeni stanja (t.4.) uočeni neki prisutni problemi i u postojećim uvjetima. Prije svega se to odnosi na respektiranje planiranog razvoja navodnjavanja kod kojega se na pojedinim područjima očekuje višekratno povećanje postojećih zahvaćenih količina voda. U nastavku su, po pojedinim CPV, dane ocjene kvantitativnog rizika

### **CPV SJEVERNA ISTRA U POTENCIJALNOM RIZIKU**

Ukoliko se promatraju količinski aspekti, ocijenjeno je da je CPV Sjeverna Istra u potencijalnom riziku zbog prisutnog trenda smanjenja vodnih količina vodnih resursa u slivu Mirne i Dragonje, kao i očekivanog porasta potreba za navodnjavanje u predstojećem razdoblju. Naime, za područje Istarske županije planiran je porast potreba za navodnjavanje u odnosu na sva ostala analizirana područja u krškom dijelu Hrvatske. U prvoj je fazi, koja prema informacijama radne skupine za razvoj navodnjavanja Hrvatskih voda seže za plansko razdoblje do oko 2020.g., planirano povećanje korištenja vode za navodnjavanje na cjelokupnom području Istarske županije za oko 40-tak puta. Najveći zahvati za osiguranje tih voda predviđeni su upravo na području Sjeverne Istre, i to površinskim akumulacijama i korištenjem viškova voda s krških izvorišta (IGH PC Rijeka, 2007). To bi se za CPV Sjeverne Istre moglo manifestirati da se potrebe za vodom za navodnjavanje u značajnoj mjeri približe količinama vode koje se koriste za vodoopkrbu, a koje su ionako u odnosu na sve ostale CPV na području hrvatskog krša postotno najveće u odnosu na mogućnosti koje pružaju vodni resursi. U uvjetima kada nisu određeni i kontrolirani EPP, posebno oni vezani uz vodozahvate na krškim izvorima, takvo bi stanje, ukoliko se ne poduzmu odgovarajuće upravljačke mjere, moglo rezultirati povećanjem rizika neispunjavanja uvjeta ODV do 2015.g.

### **CPV SREDIŠNJA ISTRA NIJE U RIZIKU**

Iako se i na CPV Središnja Istra kod dijela izvorišta uključenih ili potencijalno važnih za uključanje u vodoopskrbni sustav (izvori u Raškom i Plominskom zaljevu, vodonosnik zapadne obale Istre) kao i u rubnim dijelovima priobalnog vodonosnika Zapadne obale Istre (u kome nema zahvata vode za javnu vodoopkrbu) povremeno pojavljuju problemi s intruzijom morske vode, ocijenjeno je da se radi o lokalno ograničenim pojavama čiji se karakter neće bitno promijeniti ni u predstojećem razdoblju.

### **CPV RIJEKA - BAKAR U POTENCIJALNOM RIZIKU**

S količinskog aspekta ocijenjeno je da, ukoliko se nastave pojave sve učestalijih i dugotrajnijih sušnih prilika i tijekom predstojećeg razdoblja do 2015.g., postoji potencijalni rizik pogoršanja stanja u kategoriji intruzije slane vode na neka od crpilišta vodoopskrbe – izvore u Bakarskom zaljevu i crpilištu Martinšćica. Za ostale kategorije količinskoga rizika ocijenjeno je da se neće bitnije izmijeniti dani uvjeti i provedena ocjena stanja.

### **CPV LIKA - GACKA NIJE U RIZIKU**

Iako se i na CPV Lika Gacka kod dijela izvorišta uključenih u vodoopskrbni sustav (crpilište Novljanska /Klenovačka/ Žrnovnica) pojedinih godina pojavljuju problemi s intruzijom morske vode, ocijenjeno je da ne

postoji rizik bitne promjene karaktera te intruzije ni u predstojećem razdoblju. Isto tako, zaslanjenja priobalnih izvorišta u rubnim dijelovima podvelebitskog primorja koja se i ne koriste se za vodoopskrbu (Bačvice – napušteno korištenje, Jurjevska Žrnovnica, Duboka) posljedica su velike otvorenosti sustava prema moru čiji se karakter neće bitno promijeniti ni u predstojećem razdoblju.

#### **CPV ZRMANJA** **NIJE U RIZIKU**

Na osnovu raspoloživih saznanja o hidrološkim značajkama vodnih resursa na analiziranoj CPV Zrmanja, kao i projekcijama razvoja potrošnje vode, ocijenjuje se da ta CPV nije u riziku.

#### **CPV RAVNI KOTARI** **U RIZIKU**

Ukoliko se promatraju količinski aspekti, obzirom na ocijenjeno „loše stanje“ za postojeće prilike u kategoriji intruzije slane vode, kao i prisutne hidrološke trendove te naglašeni proces zaslanjivanja Vranskog jezera za CPV Ravni kotari dana je i ocjena da je ta CPV u riziku i za predstojeće razdoblje upravo u toj istoj kategoriji. Također i prisutne projekcije razvoja navodnjavanja govore u prilog značajnijeg porasta potreba voda za navodnjavanje na tom području, a upravo na toj je CPV utvrđen i izražni trend povećanja količina zahvaćenih voda za vodoopskrbu kao posljedica dinamičkog razvoja ostvarenog na području Zadra i okolice nakon rata.

#### **CPV KRKA** **NIJE U RIZIKU**

Iako se i na dijelu izvorišta uključenih u javni vodoopskrbni sustav (crpilišta Kovča TE Jandrići I i Jandrići II pojedinih godina pojavljuju problemi s intruzijom morske vode, ocijenjeno je da ne postoji rizik bitne promjene karaktera te intruzije ni u predstojećem razdoblju. Za ostale kategorije količinskoga rizika ocijenjeno je da se neće bitnije izmijeniti dani uvjeti i provedena ocjena stanja.

#### **CPV CETINA** **NIJE U RIZIKU**

Iako se i na dijelu izvorišta uključenih u javni vodoopskrbni sustav (na sjeverozapadnom priobalnom dijelu to su vodozahvati Marina i Rimski bunar te izvori Pantan i Slanac koji zbog prirodno povećanih saliniteta niti nisu uključeni u vodoopskrbni sustav), kao i na jugoistočnom dijelu na području uvale Vrulja kod Donjih Brele i na području Baške Vode pojedinih godina pojavljuju problemi s povećanom intruzijom morske vode, ocijenjeno je da ne postoji rizik bitne promjene karaktera te intruzije ni u predstojećem razdoblju. Za ostale kategorije količinskoga rizika ocijenjeno je da se neće bitnije izmijeniti dani uvjeti i provedena ocjena stanja.

#### **CPV NERETVA** **POTENCIJALNO U RIZIKU**

Obzirom na okarakterizirano „Vjerojatno loše količinsko stanje“ zbog naznaka prisutnih problema intruzije slane vode u dijelove priobalnih vodonosnika te CPV (prije svega u aluvij ušća Neretve ali i više drugih priobalnih vodonosnika kao na izvor Prud kod kojega (vrlo rijetko) zaslanjenje potječe od intruzije morske vode u korito donjega toka rijeke Neretve, te crpilištu Nereze u Slanom, Palata u Zatonu i Robinzon (Duboka Ljuta) kod Plata, ocijenjeno je da ta cjelina ima osnova da bude karakterizirana da je u potencijalnom riziku i s količinskoga aspekta jer se također i za to područje ocijenjuje vrlo veliki porast potreba voda za navodnjavanje. Isto tako, mada za to ne postoji raspoloživa dokumentacija i kvantifikacije mogućih učinaka na promjenu vodnoga režima, mogući rizik predstavljaju i planovi o značajnijim promjenama hidroenergetskog korištenja voda slivova Neretve i Trebišnjice u susjednoj Bosni i Hercegovini.

#### **CPV JADRANSKI OTOCI** **POTENCIJALNO U RIZIKU**

Kao što je već ranije istaknuto, problem svih jadranskih otoka, a pogotovo manjih je ograničeno prostiranje i volumen leće slatke vode koja "pliva" na slanoj vodi pa prekomjernim crpljenjem slatke vode dolazi

do konusnog dizanja slane vode iz podzemlja i povećanja saliniteta crpljene vode. To je pojava na velikoj većini analiziranih otoka onotar CPV Jadranski otoci, i osnovni je razlog što je cjelina podzemne vode procijenjena "u potencijalnom riziku" s količinskog aspekta. Iz toga razloga potrebno je vrlo pažljivo odrediti režime crpljenja i crpne kapacitete u uvjetima labilne ravnoteže slatke i slane vode u vodonosniku. Naime, u ovom radu provedene analize trenda potrošnje vode po pojedinim otocima pokazale su znakoviti rast potreba, a povećanju korištenja otočkih vodnih resursa pridonijeti će i planirani razvoj navodnjavanja.

**CPV KUPA, CPV DOBRA, CPV MREŽNICA, CPV KORANA, CPV KORANA**  
**NISU U RIZIKU**

Obzirom na sličan karakter i nisku razinu korištenja u odnosu na vodne potencijale, za navedene CPV dana je zajednička karakterizacija da nisu u riziku. Naime, u predstojećem se razdoblju do 2015. g i ne očekuju bitne promjene razine potrošnje vode.

Kako bi se sintetizirala prethodno navedena saznanja i dane ocjene rizika neispunjavanja količinskih uvjeta ODV do 2015. g., u nastavku je dan i njihov tablični sumarni prikaz (Tablica 7.2.).

Tablica 7-2. Cjeline podzemne vode u riziku sa kvalitativnog stanovišta

KOD	IME	Rizik do 2015.				Ocjena Rizika
		1. test- Intruzija slane vode	2. test Površ. vode	3. test Ekosustavi ovisni o podz. vodama	4. test Vodna bilanca	
HR_KCPV_01	SJEVERNA ISTRA	NIJE U RIZIKU	U POTENCIJALNOM RIZIKU	VJEROJATNO NIJE U RIZIKU	U POTENCIJALNOM RIZIKU	U POTENCIJALNOM RIZIKU
HR_KCPV_02	SREDIŠNJA ISTRA	NIJE U RIZIKU	NIJE U RIZIKU	VJEROJATNO NIJE U RIZIKU	NIJE U RIZIKU	NIJE U RIZIKU
HR_KCPV_03	JUŽNA ISTRA	U RIZIKU	NIJE U RIZIKU	VJEROJATNO NIJE U RIZIKU	U POTENCIJALNOM RIZIKU	U RIZIKU
HR_KCPV_04	RIJEČKI ZALJEV	NIJE U RIZIKU	NIJE U RIZIKU	VJEROJATNO NIJE U RIZIKU	NIJE U RIZIKU	NIJE U RIZIKU
HR_KCPV_05	RIJEKA – BAKAR	U POTENCIJALNOM RIZIKU	NIJE U RIZIKU	VJEROJATNO NIJE U RIZIKU	NIJE U RIZIKU	U POTENCIJALNOM RIZIKU
HR_KCPV_06	LIKA - GACKA	NIJE U RIZIKU	NIJE U RIZIKU	VJEROJATNO NIJE U RIZIKU	NIJE U RIZIKU	NIJE U RIZIKU
HR_KCPV_07	ZRMANJA	NIJE U RIZIKU	NIJE U RIZIKU	VJEROJATNO NIJE U RIZIKU	NIJE U RIZIKU	NIJE U RIZIKU
HR_KCPV_08	RAVNI KOTARI	U RIZIKU	NIJE U RIZIKU	VJEROJATNO NIJE U RIZIKU	U POTENCIJALNOM RIZIKU	U RIZIKU
HR_KCPV_09	KRKA	NIJE U RIZIKU	NIJE U RIZIKU	VJEROJATNO NIJE U RIZIKU	NIJE U RIZIKU	NIJE U RIZIKU
HR_KCPV_10	CETINA	NIJE U RIZIKU	NIJE U RIZIKU	VJEROJATNO NIJE U RIZIKU	NIJE U RIZIKU	NIJE U RIZIKU
HR_KCPV_11	NERETVA	U POTENCIJALNOM RIZIKU	NIJE U RIZIKU	VJEROJATNO NIJE U RIZIKU	U POTENCIJALNOM RIZIKU	U POTENCIJALNOM RIZIKU
HR_KCPV_12	JADRANSKI OTOCI	U POTENCIJALNOM RIZIKU	NIJE U RIZIKU	VJEROJATNO NIJE U RIZIKU	U POTENCIJALNOM RIZIKU	U POTENCIJALNOM RIZIKU
HR_KCPV_13	KUPA	NIJE U RIZIKU	NIJE U RIZIKU	VJEROJATNO NIJE U RIZIKU	NIJE U RIZIKU	NIJE U RIZIKU
HR_KCPV_14	DOBRA	NIJE U RIZIKU	NIJE U RIZIKU	VJEROJATNO NIJE U RIZIKU	NIJE U RIZIKU	NIJE U RIZIKU
HR_KCPV_15	MREŽNICA	NIJE U RIZIKU	NIJE U RIZIKU	VJEROJATNO NIJE U RIZIKU	NIJE U RIZIKU	NIJE U RIZIKU
HR_KCPV_16	KORANA	NIJE U RIZIKU	NIJE U RIZIKU	VJEROJATNO NIJE U RIZIKU	NIJE U RIZIKU	NIJE U RIZIKU
HR_KCPV_17	UNA	NIJE U RIZIKU	NIJE U RIZIKU	VJEROJATNO NIJE U RIZIKU	NIJE U RIZIKU	NIJE U RIZIKU

NIJE U RIZIKU
U RIZIKU
U POTENCIJALNOM RIZIKU
VJEROJATNO NIJE U RIZIKU

## 8. DALJNJA KARAKTERIZACIJA CPV U RIZIKU

Daljnja karakterizacija cjelina podzemnih voda "U RIZIKU" provodi se za sve CPV za koje je procijenjeno da krajem 2015. godine neće ispunjavati uvjete ODV. Za njih se provodi posebna analiza, gdje se za parametre kakvoće koji prelaze ili će prelaziti 75% graničnih vrijednosti krajem slijedećeg razdoblja 2015. godine, trebaju definirati razlozi takovih pojava.

Procjena kvalitativnog statusa rađena je temeljem dostupnih rezultata kemijskih analiza podzemnih voda Državne mreže opažanja i dodatnih kemijskih analiza i temeljem tih analiza, ali i kvantitativnih analiza, su izdvojene dvije CPV u kategoriju "LOŠE STANJE". To su:

1. Južna Istra
2. Ravni kotari

Za ove dvije CPV treba postaviti dodatni sustav opažanja usmjeren na parametre, koji su uvjetovali ocjenu lošeg stanja. CPV ocijenjene kao "LOŠE STANJE" automatski ulaze u kategoriju "U RIZIKU" prema ODV.

Analizoma rizika izdvojena je i CPV Središnja Istra koja za sada zadovoljava kriterije kakvoće vode prema zahtjevima ODV i nije u kategoriji "LOŠE STANJE", ali se za slijedeće razdoblje očekuje da pojedini parametri prijeđu granične vrijednosti i stavljena je u kategoriju "U RIZIKU". Stoga je za CPV kod kojih je ocijenjeno loše stanje voda, odnosno postojanje rizika, provedena i daljnje karakterizacija.

Postoje naznake vjerojatno lošeg stanja, kao i potencijalnog rizika na još nekoliko CPV s različitim kvalitativnih i kvantitativnih aspekata, no zbog nedostatka podloga na osnovu kojih se donose takve prosudbe, za njih nije bilo moguće provesti niti relevantnu daljnju karakterizaciju.

### 8.1. CPV Južna Istra

CPV Južna Istra, koja obuhvaća priobalno izvorište Blaž i zdenca na području Pule, ocijenjena je u kategoriju "LOŠE STANJE" zbog loše kakvoće podzemne vode prouzročenom ljudskom djelatnošću i prodorima morske vode duboko u krške vodonosnike ove cjeline podzemne vode.

U širem području Pule nalazi se 15 vodnih objekata koji su ranije bili u sustavu javne vodoopskrbe grada Pule, a danas su samo dva zdenca u upotrebi. Osim vodnih objekata u samoj Puli u CPV Južna Istra nalazi se i izvor Blaž u Raškom zaljevu koji pokazuje visok stupanj zasljenjenja. U Državnoj mreži opažanja Hrvatskih voda od navedenih vodnih objekata uključeni su zdenac Tivoli (područje Pule) i priobalni izvor Blaž.

U analizi stanja kakvoće podzemnih voda (poglavlje 5) ova je CPV ocijenjena u kategoriju "LOŠE STANJE" jer relevantni parametri povremeno, a nitrati stalno, prelaze 75% graničnih vrijednosti. Osim vrlo visokih koncentracija nitrata (prosječno 46,35 mg/l  $\text{NO}_3$ ) zabilježen je trend pada vrijednosti pH, vrlo visok VND na izvoru Blaž, ali i povremena prekoračenja graničnih vrijednosti olova (Tivoli), mutnoće (Blaž), željeza (Blaž), mangana (Blaž) i mineralnih ulja (Blaž).

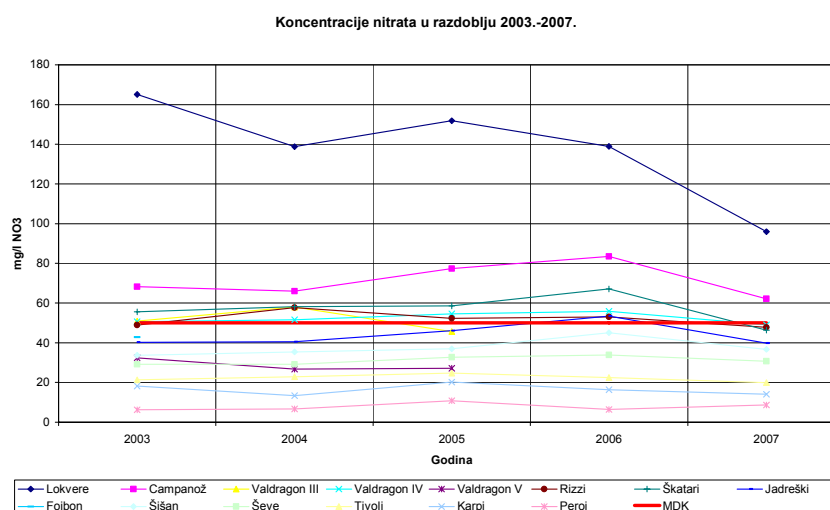
Koncentracije nitrata u podzemnim vodama u CPV Južna Istra ne prekoračuju granične vrijednosti za pitke vode, ako promatramo samo objekte uključene u Državnu mrežu opažanja Hrvatskih voda (Tivoli, Blaž). Prosječna vrijednost nitrata je 16,29 mg/l  $\text{NO}_3$ . Dodatnom obradom ostalih vodnih objekata u CPV Južna Istra situacija se značajno mijenja. Naime, pojedini vodni objekti imaju izuzetno visoke koncentracije nitrata, a vodni objekt s najvećom koncentracijom nitrata je zdenac Lokvere, gdje je tijekom 2003. godine srednja godišnja koncentracija nitrata bila čak 165,06 mg/l.

Detaljni prikaz koncentracija nitrata na pulskim zdencima prikazana je u procjeni stanja u poglavlju 5.

Iznad MDK vrijednosti su zdeni Lokvere (trend sniženja, ali vrlo visoke koncentracije), Campanož, Škatari, Valdragon III, Rizzi, Valdragon IV i povremeno Jadreški. Dakle, gotovo polovica vodnih objekata na pulskom području povremeno ili stalno imaju koncentracije nitrata iznad MDK vrijednosti (Slika 8-2).



Slika 8-1. Položaj pulskih zdenaca



Slika 8-2. Koncentracije nitrata na pulskim zdenacima u razdoblju 2003.-2007.

Prema studiji "Hidrološka analiza dinamike kolebanja razine vode bunara vodovoda Pula u cilju zaštite njihovih voda" (BONACCI & ROJE\_BONACCI, 1997) problemi pulskih zdenaca su i povremeno povišeni saliniteti (Tablica 8-1). Pojavljuju se na zdenacima Tivoli, Karpi, izvoru Karolina i zdenču Peroj.

Analizom razina podzemne vode autori (BONACCI & ROJE\_BONACCI, 1997) navode podatak da je na svim zdenacima minimalna zabilježena razina podzemne vode niža od razine mora. Najniže razine izmjerene su na bušotinama Lokvere (-4,2 m n.m.), Ševe (-5,45 m n.m.) i Rizzi (-4,58 m n.m.). Maksimalne razine kreću se do dvadesetak metara iznad razine mora.

Tablica 8-1. Problemi pulskih zdenaca, godina puštanja u pogon, kota terena i dubina objekta (BONACCI & ROJE BONACCI, 1997)

Naziv	Godina izrade	Vrsta	Kota terena	Promjer (m)	Dubina (m)	Napomena
Šišan	1911	zdenac	49,41	3,0	50	ne zaslanjuje, stalna posada, izdašan
Jadreški	1909	zdenac	50,80	3,0	52	izdašan, u pogonu
Valdragon 3	1907	zdenac	23,37	3,0	25	
Valdragon 4	1907	zdenac	24,80	3,0	26	
Valdragon 5	1907	zdenac	28,97	3,0	30	
Škatari	1907	zdenac	23,40	3,0	25	od 1994. isključen, zagađenje
Fojbon	1907	zdenac	25,90	3,0	27	
Tivoli	1897	zdenac	18,84	3,0	20	zaslanjuje, isključen, kakvoća vode problem
Karpi	1908	zdenac	50,11	3,0	52	zaslanjuje
Karolina	1860	izvor	1,97	-	-	zaslanjuje, zagađenje, isključen
Peroj	1954	zdenac	31,19	3,0	33	zaslanjuje, isključen
Campanož	1985	bušotina	35,64	0,2 i 0,3	37	nitriti, isključen
Lokvere	1988	bušotina	23,7	0,2 i 0,4	25	zagađenje, isključen
Ševe	1989	bušotina	21,58	0,35	33	isključen, radio s prekidima
Rizzi	1989	bušotina	9,47	0,3	11	zagađenje, isključen

U Državnoj mreži opažanja Hrvatskih voda od navedenih se nalazi samo zdenac Tivoli, a kakvoća vode je na njemu zadovoljavajuća. Razlozi tome su što je zdenac isključen iz vodoopskrbnog sustava grada Pule i na njemu nema crpljenja. Crpljenja zdenaca uzrokuju znatna sniženja razine podzemne vode, pojačani transport onečišćenja prema zdencima i dizanje zone miješanja slatke i slane vode iz dubokog krškog podzemlja prema crpnim objektima.

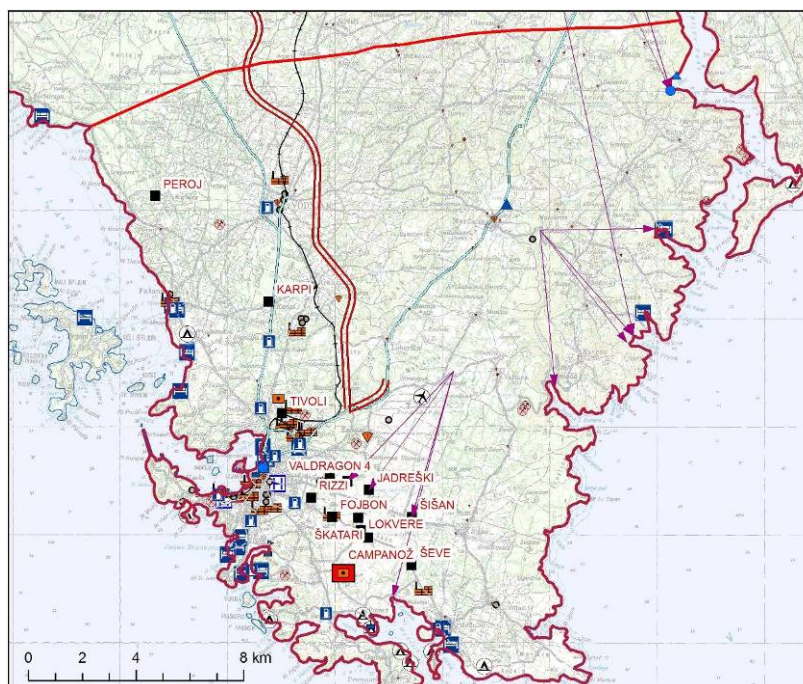
Uzroke značajne degradacije kakvoće podzemnih voda u CPV Južna Istra moguće je povezati s brojnim onečišćivačima u neposrednom zaleđu samih objekata, ali i u širem zaleđu, pa čak i u susjednoj CPV Središnja Istra.

Od značajnijih onečišćivača koji mogu utjecati na narušenu kakvoću podzemne vode u CPV Južna Istra potrebno je izdvojiti farmu goveda kaznionice u Valturi (CPV Južna Istra) s 462,1 uvjetna grla, koja se nalazi u neposrednom zaleđu, na manje od 2 km od najsjevernijih pulskih zdenaca. Također, potrebno je izdvojiti farmu purica u Svetvinčentu (380 uvjetnih grla; CPV Središnja Istra), i farmu purica u Galižani (120 uvjetnih grla; CPV Južna Istra). U neposrednom zaleđu zdenaca, na samo 4 km nalazi se i Pulski aerodrom.

Nizvodno od samih zdenaca nalazi se odlagalište otpada grada Pule "Kaštijun" koji u prirodnim uvjetima nema utjecaja na zdence, ali uslijed crpljenja dolazi do formiranja konusa sniženja razina podzemne vode prema zdencima i utjecaj odlagališta postaje moguć. Na istoj lokaciji u planu je izgradnja Regionalnog centra za gospodarenje otpadom.

Tablica 8-2. Minimalne i maksimalne izmjerene RPV na pulskim vodnim objektima u razdoblju 1981.-1996.

Vodni objekt	minimalna RPV (1981.-1996.)	maksimalna RPV (1981.-1996.)
Šišan	-2,91	13,86
Jadreški	-0,70	16,76
Valdragon III	-1,53	8,19
Valdragon IV	-2,00	8,49
Valdragon V	-2,18	13,97
Škatari	-1,32	19,53
Fojbon	-2,20	15,40
Tivoli	0,60	4,70
Karpi	-0,70	16,76
Karolina (izvor)	0,30	1,67
Peroj	-0,81	8,19
Campanož	-1,80	13,00
Lokvere	-4,20	23,50
Ševe	-5,45	13,00
Rizzi	-4,58	6,30



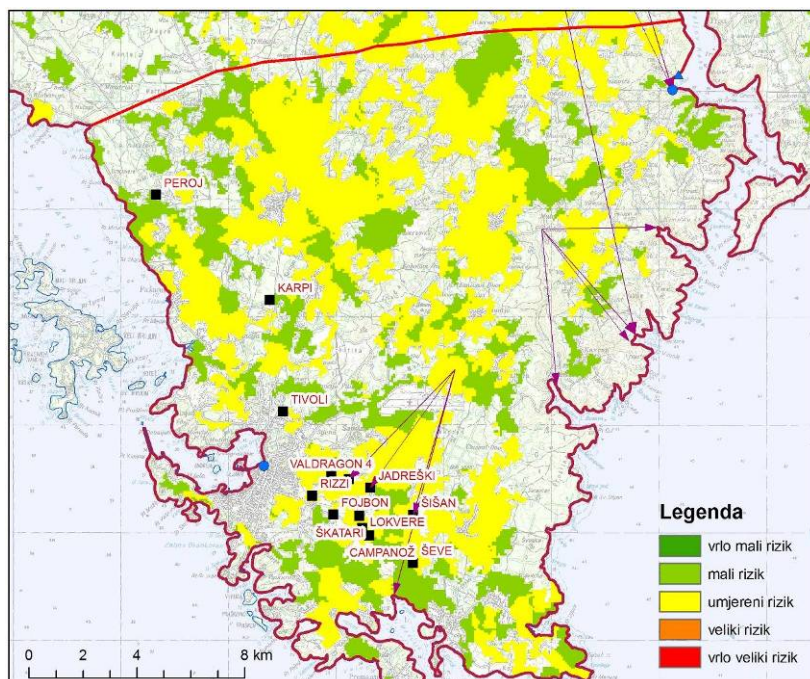
Slika 8-3. Neklasificirana karta onečišćivača za CPV Južna Istra

Osim točkastih onečišćivača na području CPV Južna Istra značajan faktor je i ratarska proizvodnja. Na području CPV Južna Istra analizom CORINE LC 2000 podloge dobiveno je da preko 40% od ukupne površine CPV čine poljoprivredna zemljišta. Analizom rizika od ratarske proizvodnje (poglavlje 3) u sklopu analize prirodne ranjivosti, hazarda i rizika najveći dio je u kategoriji umjerenog rizika (skoro 30 %) i ostalo je u kategoriji malog rizika (Slika 8-4). Prema CORINE CL 2000 podlozi u CPV Južna Istra nema stalno navodnjavanih površina, ali to se vjerojatno odnosilo na poljoprivredne površine sa sustavom navodnjavanja melioracijskim kanalima. Naime, na području CPV izvedeno je više od 2.000 privatnih zdenaca za potrebe

navodnjavanja poljoprivrednog zemljišta i zalijevanje vrtova. Zasigurno su to velike količine iscrpljene podzemne vode, koje utječu na procese zaslanjenja crpnih objekata javne vodoopskrbe. Na njima se ne kontrolira količina crpljenja i zapravo su te količine nepoznate.

CPV Južna Istra pripada i priobalni izvor Blaž u zoni potopljenog ušća rijeke Raše u more. Izvor zaslanjuje tijekom ljetnih sušnih razdoblja. Bilo je više pokušaja zahvata tog izvora za potrebe javne vodoopskrbe, ali bez uspjeha.

Iz navedenog je razvidno da u CPV Južna Istra egzistiraju brojni problemi, koji tu cjelinu svrstavaju u kategoriju "LOŠE STANJE"



Slika 8-4. Karta rizika od ratarske djelatnosti za CPV Južna Istra

## 8.2. CPV Ravni kotari

Područje CPV Ravni kotari (Slika 8-5) može se generalno podijeliti na dva vodonosna sustava. Prvi je sustav podzemnih tokova usmjeren prema sjeverozapadu, Bokanjačkom Blatu i Ninskom zaljevu (Bokanjačko Blato, Jezerce, Boljkovac, Golubinka), a drugi prema Vranskom jezeru na jugoistoku (Kakma, Biba, Turanjsko jezero, Kutijin stan, Begovača).

U Državnoj mreži opažanja kakvoće Hrvatskih voda od svih navedenih crpilišta uključena su samo dva crpilišta iz jugoistočnog dijela CPV (Kakma i Biba) i prema rezultatima kemijskih analiza može se zaključiti da je stanje kakvoće vode dobro. Potrebno je napomenuti da su ova dva crpilišta u mrežu opažanja uključena polovicom 2006. godine tako da je i niz analiziranih podataka vrlo kratak.

Glavni problem, u zapadnom dijelu CPV je povremen utjecaj mora. Rezultat je labilne ravnoteže slatke i slane vode u krškom podzemlju, pa već s malim količinama crpljenja tijekom ljetnih sušnih razdoblja dolazi do povećanja saliniteta vode. Stoga je osnovni razlog dane ocjene da se CPV Ravni kotari nalazi u riziku neispunjavanja uvjeta ODV do 2015.g. okolnost da se na dijelu priobalnih vodnih resursa te cjeline i u postojećim uvjetima manifestiraju povremene pojave intruzije zaslanjenih voda, te da postoji mogućnost da te negativne pojave u predstojećem razdoblju poprime učestaliji i izražniji karakter. Naime, periodička zaslanjenja javljaju se u situacijama dugotrajnije pojave sušnih hidroloških prilika koje se na analiziranom regionalnom



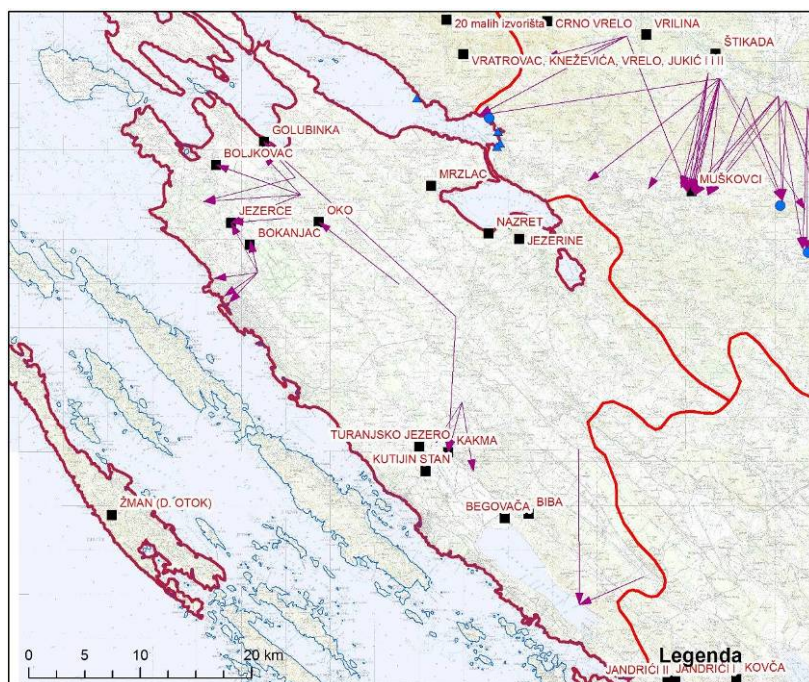
prostoru sve češće događaju, a kakve se situacije, uz prisutne planove na tom prostoru za zahvaćanjem dodatnih količina voda za potrebe navodnjavanja dijelom i iz podzemlja, može očekivati da će se i učestalije javljati

Unutar CPV Ravni kotari postoje dvije zone intenzivnijih pojava intruzije slanih voda. Prva je u njenom zapanijem dijelu na širem području vodocrpilišta zadarskog vodovoda gdje su izvor Golubinka, bunar Boljkovac te zahvati vode na Bokanjačkom blatu (Bunari 4 i 5) i estaveli Jezerce na kojoj se, udaljenoj od morske obale čak oko 4.5 km, povremeno javljaju jača zaslanjenja. Druga, manje izražena i zasad manje istražena zona vezana je za jugoistočni dio CPV, u slivu Vranskoga jezera. Tu je utjecaj mora evidentan, ali bez značajnih povišenja saliniteta vode na crpilištima javne vodoopskrbe. Tijekom razdoblja opažanja 2006.-2007. godine samo je jedna analiza na crpilištu Kakma pokazala nešto povišene vrijednosti CND-a. Na piezometarskim bušotinama uz kaptazne zahvate (izvor Begovača) zona miješanja slane i slatke vode se nalazi na dubinama od 20-30 m od površine terena.

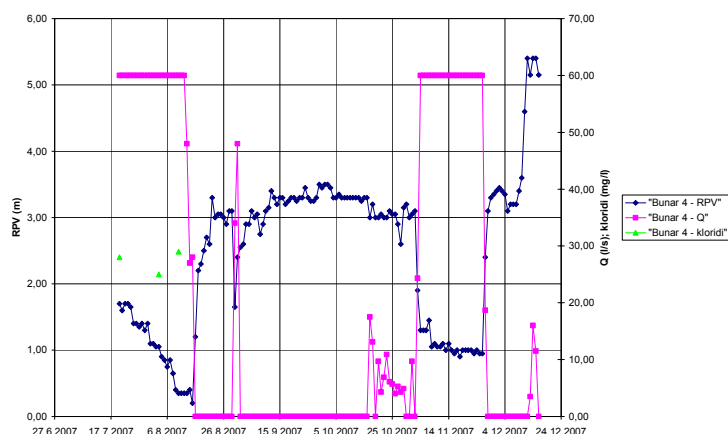
Karakter posljednje registrirane pojave zaslanjenja na zapadnom dijelu CPV Ravni kotari (2007.g.) vidljiv je na u nastavku danim primerima. Naime, utjecaj mora na podzemne vode daleko je veći u sjeverozapadnom dijelu CPV Ravni kotari nego u jugoistočnom dijelu, koji gravitira prema Vranskom jezeru. Međutim, ti utjecaji nisu ujednačeni u cijelom prostoru sjeverozapadnog dijela CPV. U Bokanjačkom blatu, gdje postoji više crpnih objekata npr. zdenac broj 4 nema značajnijih pojava zaslanjenja tijekom ljetnih sušnih razdoblja (oko 40 mg/l Cl), dok istovremeno zdenac Jezerce ima daleko više klorida (360 mg/l Cl). Još su viši kloridi na izvoru Bokanjac (891 mg/l Cl). Smanjenjem količine crpljenja kloridi se smanjuju.

Zdenac broj 4 crpilišta Bokanjac u Bokanjačkom blatu nema veliki utjecaj mora uslijed crpljenja, ali je znatan utjecaj promjene razine vode u zdencu s promjenom kapaciteta crpljenja (Slika 8-6). Promatran je niz podataka od 20. srpnja do 16. prosinca 2007. godine, odnosno jedno sušno i kišno razdoblje. Najniža razina vode u zdencu zabilježena je u tom razdoblju 0,2 m iznad razine mora, a rezultat je kontinuiranog crpljenja od 20. srpnja do 12. kolovoza sa stalnim kapacitetom od 60 l/s. Isključenjem crpki razine je povišena za oko 3 m. Kloridi su se u promatranom razdoblju kretali u rasponu 25-29 mg/l Cl.

Zdenac broj 5 crpilišta Bokanjac nije crpljen tijekom analiziranog razdoblja 2007. godine, ali se nalazi u zoni utjecaja zdenca broj 4 (Slika 8-7). Snižanjem razine na zdencu broj 4 uslijed crpljenja snižava se razina i u zdencu broj 5. Tijekom promatranog razdoblja rađena je samo jedna analiza sadržaja klorida i koncentracija je iznosila 40 mg/l Cl.

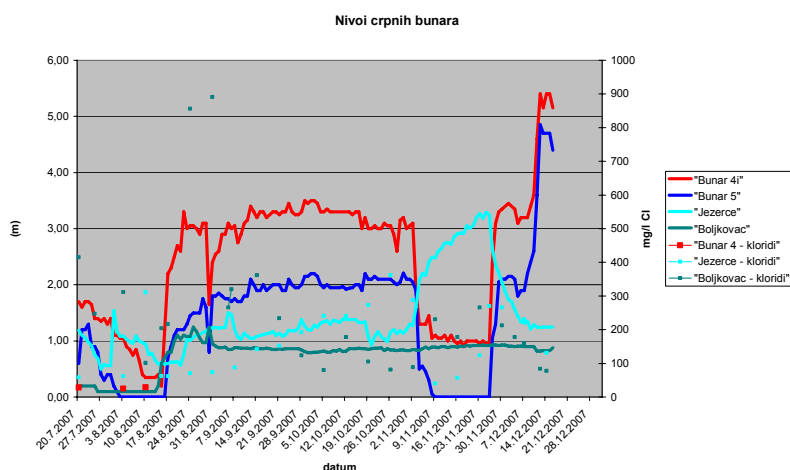


Slika 8-5. Crpilišta u CPV Ravni kotari

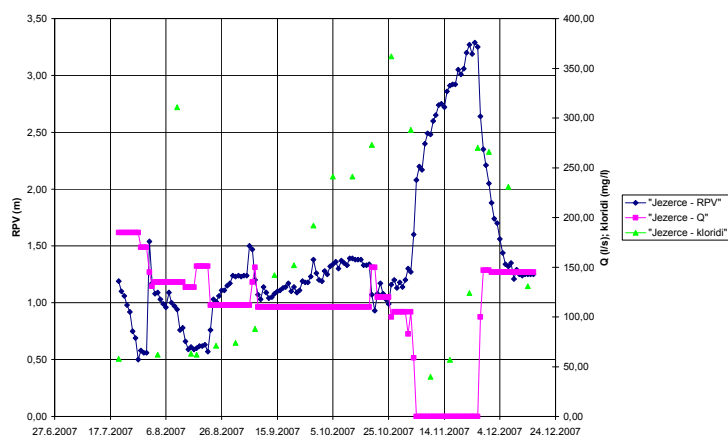


Slika 8-6. Usporedni graf količine crpljenja, razine vode i saliniteta na zdenču br. 4 u Bokanjačkom blatu

Utjecaj mora na crpilište Jezerce je jače izraženo nego kod zdenca broj 4 Bokanjačkog blata. Kloridi su u maksimumu tijekom razdoblja opažanja 2007. godine dosegli 360 mg/l Cl kao posljedica kontinuiranog crpljenja od 110 l/s (Slika 8-8). Prestankom crpljenja kloridi su pali na 40 mg/l Cl, a razina podzemne vode je porasla za skoro 2,5 m.

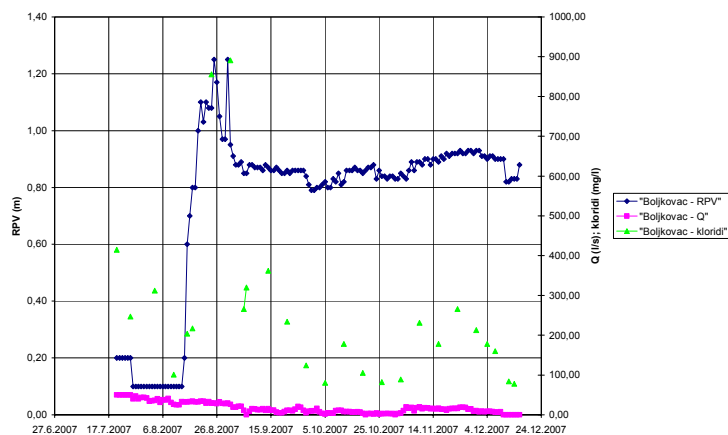


Slika 8-7. Razine u crpnim zdenčima Ravnih kotara



Slika 8-8. Usporedni graf količine crpljenja, razine vode i saliniteta na crpilištu Jezerce u Bokanjačkom blatu

Kloridi na crpilištu Boljkovac još su jače izraženi i u maksimumu su tijekom opažanog razdoblja 2007. godine dosegli 891 mg/l Cl, ali tijekom kišnog razdoblja kada je došlo zbog turbulencije podzemnih tokova do širenja zone miješanja slane i slatke vode (Slika 8-9). Maksimalna količina crpljenja je bila 50 l/s, a u trenutku povišenja saliniteta do maksimalnih vrijednosti crpljeno je s 30 l/s.



Slika 8-9. Usporedni graf količine crpljenja, razine vode i saliniteta na crpilištu Bokanjac

Kod spomenute zapadne zone zaslanjenja u dijelu Ravnih kotara za koju je u t.4.3. opisana posljednja pojava zaslanjenja iz 2008.g., i ranijih su se godina javljale takve pojave intruzije zaslanjenih voda. Osim redovitih zaslanjenja izvora Golubinka, izdašnosti između 30-tak i 1200 l/s, a koji je na samoj obalnoj crti, i kod kojega salinitet varira ood oko 50 mg Cl/l kod srednjih i visokih voda pa do 400-500 i više Cl kod niskih voda (BATIĆ, 1993 – prema Pavlinu, 1974) takva se zaslanjenja zapažaju i u središnjem dijelu te zone. Prva registrirana značajnija pojava zaslanjenja u kaptazi Jezerce zabilježena je još u listopadu 1972.g. pri vodostaju od oko 4.5 , n.m., a isto tako i nakon izvedbe injekcijske zavjese (izvedena 1974.g.), a naročiti tijekom vrlo sušnih 1989. i 90.g. kada su se pri razinama vode u kaptazi između 3.51 i 3.73 m n.m. saliniteti kretali u rasponu između 351 i 259 mg Cl/l. Tom je prilikom zapaženo i da se i nakon povećanja vodostaja u uvjetima nakon dugotrajnijih sušnih razdoblja i dalje povećava sadržaj klorida što se može objasniti efektom potiskivanja slane vode iz dubokih kanala i kaverni kod nailaska vodnih valova (BATIĆ, 1994). Nažalost, u državni monitoring niu uključena i izvorišta sa toga prostora, tako da ne postoje kontinuirane informacije o promjenama sadržaja klorida u podzemnim vodama na tom prostoru. Iste su dobivene posredstvom Vodovod Zadar koji provodi internu kontrolu svojih izvorišta. Postoje informacije do kojih se je došlo anketiranjem mjesnoga stanovništva, da je posljednjih godina došlo do širenja mreže izbušenih privatnih bunara za potrebe navodnjavanja, te da neki od njih i u središnjem dijelu toga poluotoka (npr. na lokalitetu Kneževići) dijelom godine imaju zaslanjenu vodu. Kao jedan od indikatora mogućih promjena – povećanja zaslanjenja na izvorištima vodoopskrbe u uvjetima većih korištenja podzemnih voda za potrebe vodoopskrbe i navodnjavanja može poslužiti podatak o smanjenju neispravnih uzoraka vode (uzoraka vode s većim sadržajem klorida od MDK) nakon što je Vodovod Zadar smanjio zahvate voda iz izvorišta Golubinka i Boljkovac. Do 2003.g. broj neispravnih uzoraka prelazio je 22%, a nakon toga kreće se oko 4.5% (Kaleb i drugi, 2005)

Na jugoistočnom dijelu Ravnih kotara, na širem prostoru sliva Vranskoga jezera (Slika 8-10), zaslanjenja su također posljedica dubokih intruzija morske vode u priobalni vodonosnik. Tome pogoduje dugačak i uzak hrbat (dijelom i uži od 1 km) koji dijeli Vransko jezero i more, i na kome se ne može uspostaviti stabilna slatkovodna leća koja bi sprečavala takvu intruziju u uvjetima dugotrajnijih sušnih razdoblja. Na južnom dijelu jezera, neposredno u blizini prokopanog kanala Prosika kojime se evakuiraju preljevne vode iz Vrankog jezera u more, nalazi se i grupa bočatih izvora (najznačajniji jugovir) kroz koje se ostvaruje direktna komunikacija između mora i jezera. Smanjenjem razine vode u jezeru, čak i do situacija da su one u jezeru i ispod razine mora, ostvaruju se uvjeti sve dublje intruzije zaslanjene vode – kako na spomenuti južni dio jezera, tako i sjevernije.

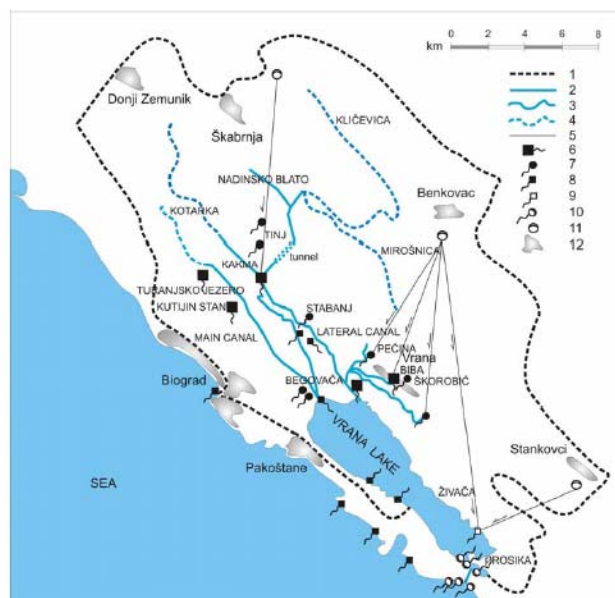


Figure 2 – Schematic overview of Vrana Lake in Dalmatia catchment area.

Legend: (1) hydrogeological catchment boundary, (2) regulation canal, (3) permanent natural watercourse, (4) intermittent natural watercourse, (5) underground hydrogeological connection (6) water intake for water supply, (7) affluent natural spring, (8) brackish spring, (9) vrulja, (10) estavelle, (11) ponor, (12) settlement

Slika 8-10. Situacija slivnog područja Vranskog jezera (KATALINIĆ et al., 2007)

Na izvorima vodoopskrbnog sustava komunalnog društva iz Biograda, uključenim u mrežu državnog monitoringa (Biba i Kakma) takve se negativne posljedice intruzije zaslanjenih voda uglavnom ne zapažaju. No, indikativan je slučaj registriranog naglog povećanja sadržaja klorida na crpilištu Biba dne 10.12.2007., kada je nakon uobičajenih 10-20 mg Cl/l izmjerena vrlo visoka koncentracija klorida (240 mg Cl/l), ali još uvijek ispod MDK vrijednost.

### 8.3. CPV Središnja Istra

Na području Središnje Istre nalazi se deset crpilišta javne vodoopskrbe (Vela Učka, Mala Učka, Sredič, Kožljak, Plomin, Sveti Antun, Mutvica, Rakonek, Fonte Gajo i Kokoti), dva crpilišta kaptirana za industrijsku vodu (Rovinjski zdenci, Bubić jama) i jedan veliki nekaptirani izvor Balobani. U CPV Središnja Istra se mogu izdvojiti tri skupine vodnih objekata prema područjima njihovog prihranjivanja:

1. Planinsko područje Učke
  - Vela Učka, Mala Učka, Sredič, Kožljak, Plomin
2. Područje od zapadne obale Istre do desne obale Raše
  - Rakonek, Sveti Anton, Balobani, Rovinjski zdenci
3. Šire područje Labinštine
  - Mutvica, Fonte Gaia, Kokoti, Bubić jama

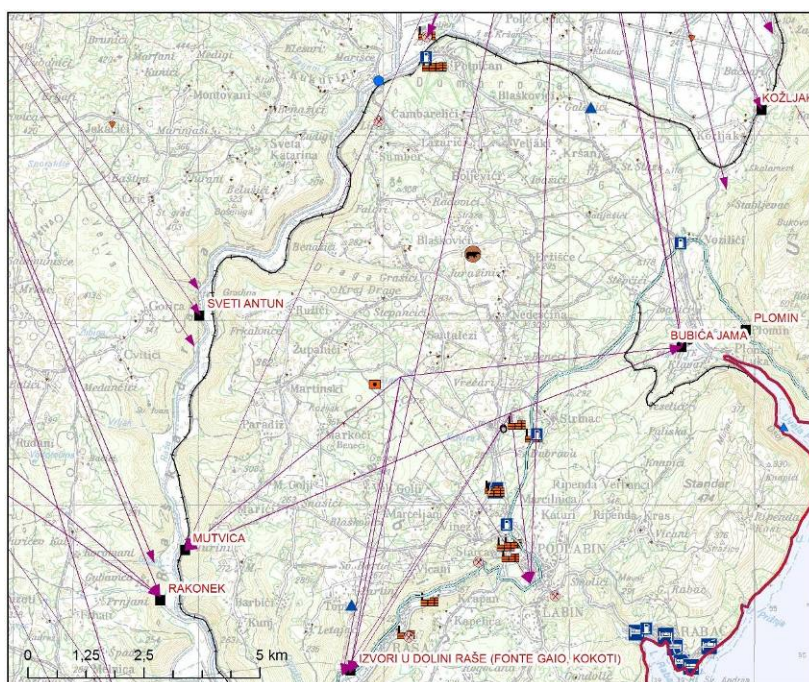
CPV Središnja Istra je dobila status "U RIZIKU" zbog dijela izvorišta vezanih za podzemne dotoke iz smjera karbonatnog područja Labinštine. Izvorišta s prihranjivanjem iz planinskog područja Učke imaju vrlo kvalitetnu vodu jer nema onečišćivača u slivu.

Područje od zapadne obale Istre do desne obale rijeke Raše zauzima najveći dio CPV Središnja Istra. Prema analizi stanja i rizika na vodnim objektima s ovog područja uključenim u Državnu mrežu opažanja, Balobani, Sveti Anton i Rakonek, kakvoća vode je uglavnom dobra i zadovoljava kriterije kakvoće prema zahtjevima ODV, a dobro stanje se očekuje i krajem slijedećeg razdoblja obrade podataka krajem 2015. godine. Na ovom području veliki problem je bio Pazinski ponor u koji je upuššana otpadna voda Pazina bez

pročišćavanja, ali izgradnjom pročišćача otpadnih voda i njegovim puštanjem u funkciju stanje je bitno poboljšano.

Grupa izvora, koja se prihranjuje sa šireg područja Labinštine sa crpilištima Mutvica, Kokoti i Fonte Gaio stvara najveće probleme u ovoj CPV. Generalno je na ovim izvorima stanje procijenjeno u kategoriju "DOBRO STANJE", ali analiza rizika pokazuje da će do kraja 2015. godine na ovim izvorima kakvoća vode biti narušena i za pojedine parametre prelaziti 75% graničnih vrijednosti. To se odnosi na vrijednost pH (Mutvica, Kokoti), koncentraciju ortofosfata (Kokoti), a povremeni je problem i zaslanjenje na kaptaži Kokoti.

Smanjenje pH vrijednosti podzemne vode se povezuje s mikrobiološkim i kemijskim procesima u prirodnim sustavima kao rezultat onečišćenja, ali se može povezati i s utjecajem "kiselih" kiša. Krivulja trenda vrijednosti elektrolitičke vodljivosti je rastuća na oba izvora zbog povećanja opterećenja podzemne vode, a koncentracija otopljenog kisika se na oba izvora smanjuje. Zabrinjavajući je rastući trend koncentracije ortofosfata na izvoru Kokoti, što se može tumačiti povećanjem ratarske proizvodnje i procjeđivanjem iz kanalizacijskih sustava ili septičkih jama.



Slika 8-11. Neklasificirana karta onečišćivača za područje prihranjivanja izvora Mutvica i Kokoti

Za procjenu utjecaja na izvorišta Mutvica, Kokoti i Fonte Gaia važna su dva trasiranja podzemnih tokova rađena s područja odlagališta komunalnog otpada Cere i industrijske zone Strmac, koja pokazuju povezanost s navedenim izvorima. Također, potrebno je izdvojiti i klaonicu u Šumberu iz koje je moguć negativan utjecaj na sva tri izvora.

U području prihranjivanja postoji veliki broj otvorenih septičkih jama i jedan ispus otpadnih voda (naselje Topid) koji prema bazi podataka o ispusima Hrvatskih voda nema pročišćavanja i nepoznat je recipijent otpadne vode. Pretpostavlja se, ovisno o lokaciji, da ima negativan utjecaj na izvor Kokoti.

## 9. PREPORUKE ZA MONITORING

Članak 8. Okvirnih direktiva o vodama usmjeren je na organizaciju monitoringa kakvoće površinskih i podzemnih voda i monitoring voda u zaštićenim područjima. Monitoring programi moraju osiguravati sveobuhvatan i međusobno povezan pregled statusa vode svakog slivnog područja (CIS br. 7, Monitoring).

Prema ODV (Aneks V) rezultati monitoringa podzemnih voda potrebni su iz slijedećih razloga:

- davanja vjerodostojne ocjene kvantitativnog statusa svih cjelina podzemnih voda ili grupa CPV
- procjene smjera i brzine tokova koji prelaze granice zemalja članica
- dopunjavanja i validacije procjene utjecaja
- korištenja pri procjeni dugoročnih trendova bilo da su oni rezultat promjene prirodnih uvjeta bilo antropogene djelatnosti
- kod definiranja kemijskog statusa svih CPV ili grupe CPV koje su procijenjene u kategoriju "U RIZIKU"
- kod definiranja prisustva značajnih i postojanih rastućih trendova koncentracije onečišćivača
- procjene promjene trenda koncentracije onečišćenja podzemnih voda

U Hrvatskoj se monitoring površinskih i podzemnih voda provodi zasebno za količine, a zasebno za kakvoću voda, a podaci o površinskim i podzemnim vodama su povezani u istim bazama podataka. Taj je monitoring sadržan u Državnoj mreži opažanja Hrvatskih voda, a Hrvatske vode ga provode kroz svoje laboratorije i suradnju s drugim institucijama (Zavodi za javno zdravstvo županija, DHMZ). Početna godina razdoblja opažanja kakvoće podzemnih voda u sklopu Državne mreže opažanja je 2000. godina. Za određivanje količinskog statusa i procjene rizika količine podzemne vode koriste se duži nizovi podataka hidrološke mreže DHMZ-a.

Prema ODV se mogu izdvojiti dvije vrste monitoringa, koji se primjenjuju i za opažanje kakvoće i količina voda. To su:

- nadzorni
- operativni

**Nadzorni monitoring** je uspostavljen 2000. godine kroz Državnu mrežu opažanja i rezultati analiza iz baze podataka korišteni su u ovoj studiji za potrebe analize stanja i rizika podzemnih voda. Obrada podataka Državne mreže opažanja pokazala je da u određenim CPV postoji nedostatak podataka, odnosno da nadzorni monitoring Državne mreže opažanja ne pruža dovoljno podataka za određivanje statusa i rizika. Za te CPV se predlaže dopuna osnovne mreže opažanja kroz nadzorni monitoring. To se odnosi prvenstveno na kakvoću, ali određene su dopune potrebne i kod točaka monitoringa za potrebe definiranja količinskog stanja i rizika.

**Operativni monitoring** se provodi samo za CPV uvrštene u kategoriju "U RIZIKU" radi neispunjavanja uvjeta ODV. Prema ODV-u provodi se kao dodatni monitoring na program nadzornog monitoringa, a učestalost mu mora biti dostatna za detektiranje utjecaja relevantnih pritisaka.

Postojeći sustav opažanja koji je korišten za procjenu stanja i rizika cjelina podzemnih voda u krškom dijelu Hrvatske sadrži slijedeće elemente:

- mjerenje razina i protoka na vodotocima (limnigrafi, kontinuirani podaci)
- mjerenje količina padalina (kišomjeri + totalizatori)
- analize uzoraka vode na vodocrpilištima i većim izvorima (uglavnom jednom mjesečno)

Sustav opažanja podzemnih voda treba promatrati kroz tri razine:

- sustav opažanja (monitoring) kvantitativnog statusa
- sustav opažanje kvalitativnog statusa
- sustav opažanje u zaštićenim područjima (ekosustavi)

U nastavku ovog izvješća dati su prijedlozi sva tri sustava opažanja. Lokacije, relevantni parametri i vremenski raspored opažanja najvećim dijelom treba odrediti detaljnim istraživanjima.

## 9.1. Prijedlog mreže opažanja kakvoće podzemnih voda

U **monitoring kakvoće i razina podzemne vode**, prema ODV, potrebno je uključiti i piezometarske bušotine opremljene automatskim mjernim instrumentima za pojedine parametre, bušotine s povremenim mjerenjima relevantnih podataka i mjerenja na izvorima gdje podzemna voda istječe na površinu. U krškom području vrlo je teško odrediti lokacije za izvedbu piezometarskih bušotina referentnih za pojedinu CPV. U dosadašnjem razdoblju opažanja niti jedan takav objekt nije bio uključen u Državnu mrežu opažanja. Za slijedeće razdoblje potrebno je takove objekte uključiti kao dodatne ukoliko se detaljnim istraživanjima pokažu neophodnim referentnim točkama za mjerenje parametara kakvoće podzemne vode.

Sustav Državnog monitoringa kakvoće podzemne vode uglavnom je obuhvaćao krške izvore i zahvate podzemne vode za javnu vodoopskrbu. Kakvoća podzemnih voda u krškom području Dinarida je obrađena temeljem analiza na ukupno 55 mjesta, od kojih je u Državnu mrežu opažanja uključeno 49. Za razdoblje 2000.-2007. godine rađeno je ukupno 3.887 kemijskih i bakterioloških analiza. Osim rezultata analiza Državne mreže opažanja obrađene su i neke dodatne analize na lokacijama vodoopskrbnih objekata ili objekata, za koje su rađena detaljna hidrogeološka istraživanja.

Nakon delineacije i grupiranja cjelina podzemnih voda u krškom području Dinarida kao i kvalitativne analize statusa podzemnih voda zamijećeni su određeni nedostaci Državne mreže opažanja za podzemne vode. Pojedine cjeline podzemnih voda imaju vrlo slabu prostornu pokrivenost postojećom mrežom opažanja, a u pojedinim CPV –ima opažanja podzemnih voda uopće nema pa su za analizu uzeti podaci o kakvoći površinskih voda ponekad i nekoliko kilometara nizvodno od samih izvora, jer su to bili jedini raspoloživi podaci. Samo su rijetke cjeline podzemnih voda pokrivene odgovarajućom mrežom opažanja. U poglavlju 2.3. dat je tablični pregled broja analiza i točaka opažanja kakvoće po cjelinama podzemnih voda.

Ovom studijom su grupiranjem izmijenjene granice ranije postavljenih cjelina podzemnih voda, što je prouzročilo predlaganja novog sustava opažanja, kojim se omogućuje da se u svakoj CPV nalazi dovoljan broj referentnih točaka opažanja za kvalitetnu obradu statusa i procjenu rizika u slijedećem razdoblju obrade. Sve postojeće točke opažanja uključene u Državnu mrežu će se u slijedećem razdoblju nastaviti opažati, samo što će biti i nekih dodatnih točaka opažanja.

U sklopu tako organiziranog **nadzornog monitoringa** potrebno je nastaviti s analizama parametara, koje zahtijevaju Okvirne direktive o vodama i posebice Direktive o podzemnim vodama. Prema Okvirnoj direktivi o vodama (ODV) analiziraju se slijedeći osnovni parametri: otopljeni kisik, pH, električna vodljivost, nitrati i amonijak. Osim osnovnih pokazatelja, koji su određeni Okvirnom direktivom o vodama, dodatni parametri su diktirani Direktivom o podzemnim vodama. To su: ukupni pesticidi, tvari koje se pojavljuju kao posljedica prirodnih uvjeta i ljudske djelatnosti (arsen, kadmij, olovo, živa, klorid, sulfat) kao i umjetne sintetičke tvari: trikloretilen i tetrakloretilen. Osim navedenih u nadzorni monitoring su uvedeni parametri, koji nisu izrijekom određeni Okvirnom direktivom o vodama i Direktivom o podzemnim vodama, ali su obrađeni ovom studijom u analizi statusa. To su: slobodni CO<sub>2</sub>, temperatura, ortofosfati, mutnoća, željezo, mangan i mineralna ulja.

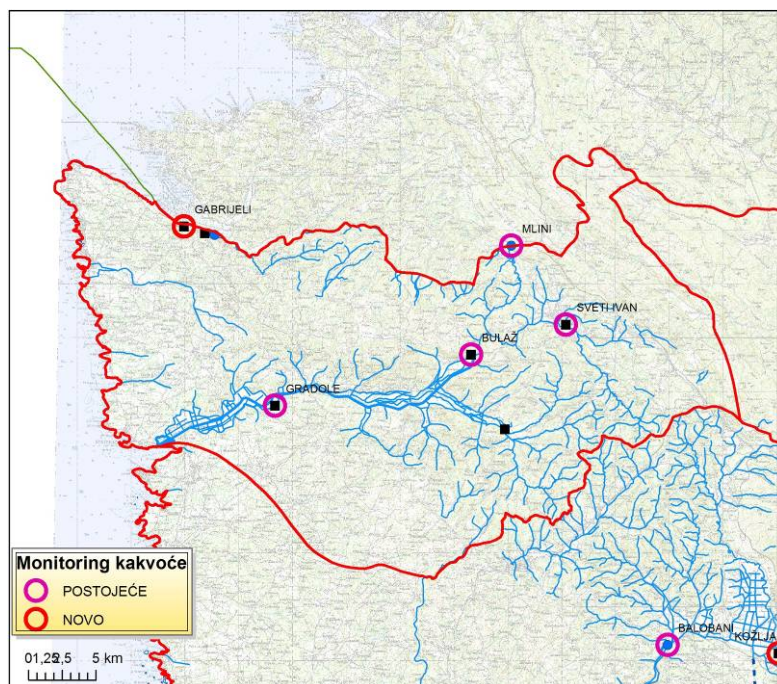
**Operativni monitoring** je potrebno organizirati u svim onim cjelinama podzemnih voda, koje su uvrštene u kategoriju "U RIZIKU" od neispunjavanja zahtjeva članka 4. Okvirnih direktiva o vodama. U CPV, koje su procijenjene u kategoriju "U RIZIKU" zbog problema s kakvoćom podzemne vode, potrebno je kroz operativni monitoring uključiti i neke dodatne točke opažanja s relevantnim parametrima zbog kojih je ta CPV uvrštena u kategoriju "U RIZIKU".

### HR\_KCPV\_01 (Sjeverna Istra)

CPV Sjeverna Istra je analizom statusa kakvoće podzemne vode uvrštena u kategoriju "DOBRO STANJE", a analizom rizika u kategoriju "NIJE U RIZIKU". Takav status zahtijeva samo organizaciju nadzornog monitoringa kakvoće podzemne vode radi procjene statusa i rizika u slijedećem razdoblju obrade do 2015. godine.

U CPV Sjeverna Istra mreža opažanja kakvoće podzemne vode je vrlo kvalitetno postavljena i uglavnom je dostatna za analizu stanja i rizika u sadašnjem i budućem razdoblju. U CPV Sjeverna Istra predlaže se samo jedna dodatna točka opažanja za uključenje u Državnu mrežu. To je jedno od crpilišta pitke vode na lijevoj obali rijeke Dragonje – Gabrijeli, koje će omogućiti bolju ocjenu kakvoće podzemne vode vodonosnika s područja Bujske antiklinale.

Od navedenih parametara kakvoće vode prema ODV-u i Direktivi o podzemnim vodama potrebno je analizirati i dodatne parametre istaknute ovom studijom, a uzorke za kemijske analize treba uzimati u mjesečnim intervalima u pravilnim vremenskim razmacima kao za cijelu Državnu mrežu.



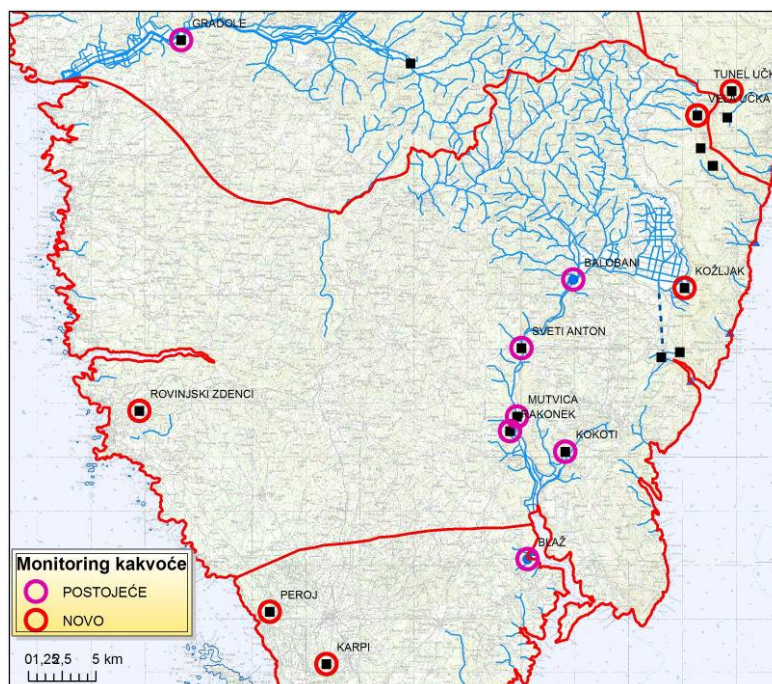
Slika 9-1. Prijedlog Državne mreže opažanja u CPV Sjeverna Istra

Tablica 9-1. Prijedlog monitoringa kakvoće podzemne vode za CPV Sjeverna Istra

TOČKA OPAŽANJA	STATUS	NADZORNI MONITORING		OPERATIVNI MONITORING	
		PARAMETRI	VREMENSKI INTERVAL	PARAMETRI	VREMENSKI INTERVAL
Gradole	postojeći	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
Bulaž	postojeći	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
Sveti Ivan	postojeći	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
Mlini	postojeći	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
Gabrijeli	novo	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		



## HR\_KCPV\_02 (Središnja Istra)



Slika 9-2. Prijedlog Državne mreže opažanja u CPV Središnja Istra

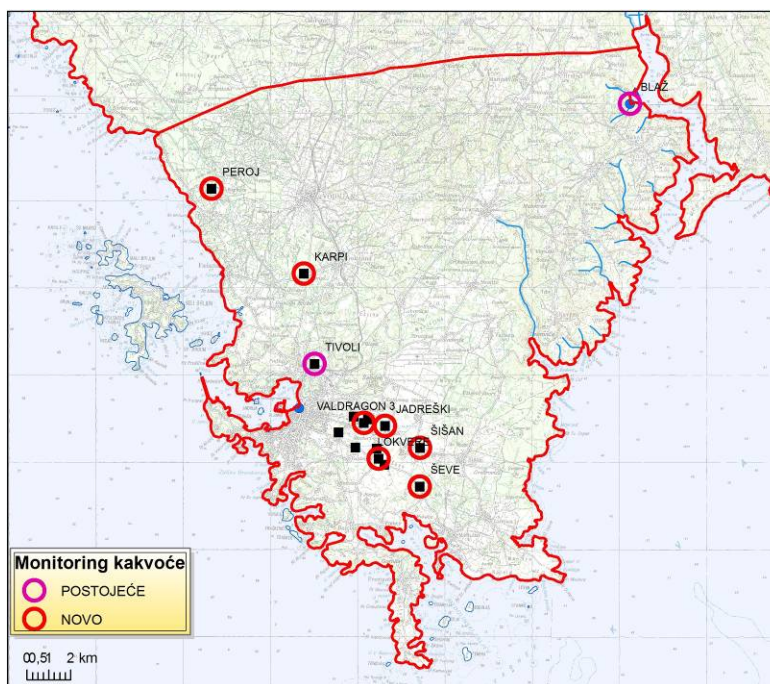
CPV Središnja Istra je analizom stanja kakvoće podzemne vode uvrštena u kategoriju "DOBRO STANJE", ali je prema analizi rizika dobila "U RIZIKU" zbog zaslantjivanja vodnih objekata na području Rovinja na zapadnoj obali poluotoka Istra.. To zahtijeva organizaciju dodatnog monitoringa ukoliko se to potvrdi detaljnim hidrogeološkim analizama.

Tablica 9-2. Prijedlog monitoringa kakvoće podzemne vode za CPV Središnja Istra

TOČKA OPAŽANJA	STATUS	NADZORNI MONITORING		OPERATIVNI MONITORING	
		PARAMETRI	VREMENSKI INTERVAL	PARAMETRI	VREMENSKI INTERVAL
Balobani	postojeći	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
Sveti Anton	postojeći	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
Rakonek	postojeći	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
Mutvica	postojeći	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
Kokoti	postojeći	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
Vela Učka	novo	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
Kožljak	novo	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
Rovinjski zdenci	novo	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno	CND, kloridi, RPV, $Q_{crp}$	jednom mjesečno, tijekom 7., 8. i 9. mjeseca svakih 10 dana

U Državnu mrežu opažanja uključeni su gotovo svi vodoopskrbni izvori iz CPV Središnja Istra, na kojima se rade kompletne kemijske analize u mjesečnim intervalima. Zbog uvrštenja CPV u kategoriju "U RIZIKU" potreban je dodatni monitoring na točkama zbog kojih je ova cjelina tako ocijenjena. U slučaju CPV Središnja Istra nije potrebno postavljati operativni monitoring jer su u mrežu opažanja već uključeni gotovo svi važniji vodni objekti, već je potrebno proširiti operativni monitoring na kaptažne zahvate Kožljak i Vela Učka u planinskom području Učke i jedan od zdenaca na području Rovinja, koji se crpi za potrebe tvornice sardina Mirna Rovinj. Na rovinjskom zdencu je zbog utjecaja mora tijekom ljetnih sušnih razdoblja, uz mjerenje svih relevantnih parametara kakvoće, potrebno mjeriti sadržaj klorida, razinu vode i količinu crpljenja. Interval opažanja je jednom mjesečno, osim tijekom 7. i 8. mjeseca, kada opažanja treba progustiti na svakih deset dana.

### HR\_KCPV\_03 (Južna Istra)



Slika 9-3. Prijedlog Državne mreže opažanja u CPV Južna Istra

CPV Južna Istra je temeljem analize statusa kakvoće podzemne vode uvrštena u kategoriju "LOŠE STANJE", što automatski ima za posljedicu uvrštavanje ove CPV u kategoriju "U RIZIKU" radi neispunjavanja uvjeta ODV do kraja 2015. godine. Osnovni problem su povišeni nitrati i povremeno zaslanjenje vodnih objekata u rubnim dijelovima vodonosnika.

U CPV Južna Istra potrebno je nastaviti s opažanjima zdenca Tivoli i izvoru Blaž u mjesečnim intervalima po parametrima predloženim ovom studijom, ali je dodatno potrebno uključiti i neke od drugih vodnih objekata kako bi se do 2015. godine moglo kvalitetno odrediti kemijski status podzemnih voda i procijeniti rizik u ovoj CPV. Sve je to moguće izvesti kroz prijedlog **nadzornog monitoringa**.

Na području CPV Južna Istra potrebno je organizirati i provesti **operativni monitoring** kao dodatak postojećem sustavu nadzornog monitoringa podzemnih voda. U CPV Južna Istra operativni monitoring treba usmjeriti na određivanje koncentracija nitrata i na kloride zbog analize utjecaja zaslanjenja. Za dobivanje podataka dostatnih za analizu zaslanjenja vodonosnika potrebno je uspostaviti sustav mjerenja razina podzemnih voda automatskim mjeracima na odabranim pulske zdencima uz stalno praćenje crpnih količina.

Tablica 9-3. Prijedlog monitoringa kakvoće podzemne vode za CPV Južna Istra

TOČKA OPAŽANJA	STATUS	NADZORNI MONITORING		OPERATIVNI MONITORING	
		PARAMETRI	VREMENSKI INTERVAL	PARAMETRI	VREMENSKI INTERVAL
Tivoli	postojeći	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno	kloridi, nitrati	tijekom 7., 8. i 9. mjeseca svakih 10 dana
Blaž	postojeći	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno	kloridi	tijekom 7., 8. i 9. mjeseca svakih 10 dana
Jadreški	novo	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno	kloridi, nitrati	tijekom 7., 8. i 9. mjeseca svakih 10 dana
Šišan	novo	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno	kloridi, nitrati	tijekom 7., 8. i 9. mjeseca svakih 10 dana
Peroj	novo	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno	kloridi, nitrati	tijekom 7., 8. i 9. mjeseca svakih 10 dana
Karpi	novo	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno	kloridi, nitrati	tijekom 7., 8. i 9. mjeseca svakih 10 dana
Valdragon 3	novo	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno	kloridi, nitrati	tijekom 7., 8. i 9. mjeseca svakih 10 dana
Lokvere	novo	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno	kloridi, nitrati	tijekom 7., 8. i 9. mjeseca svakih 10 dana
Ševe	novo	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno	kloridi, nitrati	tijekom 7., 8. i 9. mjeseca svakih 10 dana

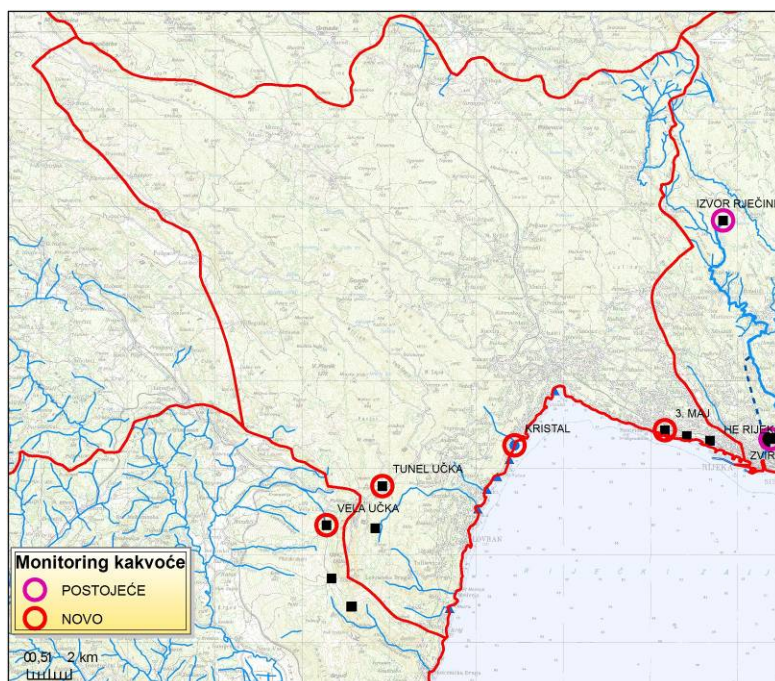
U operativnom monitoringu potrebno je na mjestima opažanja koja su uključena u nadzorni monitoring dodatno raditi analize koncentracije nitrata i klorida tijekom srpnja, kolovoza i rujna svakih 10 dana jer su analize u mjesečnim intervalima prerijetke za opažanje vodonosnike pod utjecajem mora.

### HR\_KCPV\_04 (Riječki zaljev)

CPV Riječki zaljev je temeljem analize stanja kakvoće podzemne vode uvrštena u kategoriju "DOBRO STANJE", a analizom rizika su dobiveni rezultati, pa čak i trendovi pokazuju dobro stanje do kraja 2015. godine, pa je ova CPV uvrštena kategoriju "NIJE U RIZIKU".

Status kakvoće i procjena rizika rađeni su temeljem podataka kemijskih analiza izrađenih za potrebe ranijih hidrogeoloških istraživanja, jer niti jedan objekt ove CPV nije bio uključen u Državnu mrežu opažanja. Stoga se u nadzorni monitoring predlaže uvođenje vodoopskrbnog kaptažnog zahvata grada Opatije Tunel Učka, priobalni nekaptirani izvor Kristal u Opatiji i izvor u brodogradilištu 3. Maj u Rijeci zahvaćen za potrebe brodogradilišta.

U operativni monitoring predlažu se za priobalne izvore Kristal u Opatiji i 3. Maj u Rijeci dodatne analize klorida tijekom srpnja, kolovoza i rujna u intervalima od 10 dana radi određivanja razine zaslaničivanja obalnih dijelova CPV Riječki zaljev.



Slika 9-4. Prijedlog Državne mreže opažanja u CPV Riječki zaljev

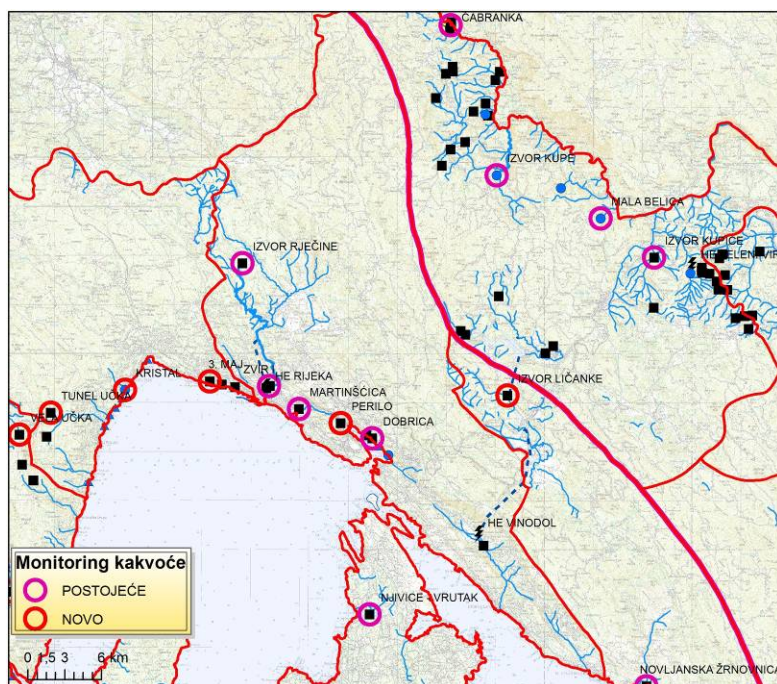
Tablica 9-4. Prijedlog monitoringa kakvoće podzemne vode za CPV Riječki zaljev

TOČKA OPAŽANJA	STATUS	NADZORNI MONITORING		OPERATIVNI MONITORING	
		PARAMETRI	VREMENSKI INTERVAL	PARAMETRI	VREMENSKI INTERVAL
Kristal	novo	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno	kloridi, nitrati	tijekom 7., 8. i 9. mjeseca svakih 10 dana
kaptaža Tunnel Učka	novo	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
3. Maj	novo	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno	kloridi, nitrati	tijekom 7., 8. i 9. mjeseca svakih 10 dana

### HR\_KCPV\_05 (Rijeka-Bakar)

CPV Rijeka-Bakar je temeljem analize stanja kakvoće podzemne vode uvrštena u kategoriju "DOBRO STANJE", a analizom rizika u kategoriju "NIJE U RIZIKU".

U Državnu mrežu opažanja kroz nadzorni monitoring uz postojeće vodne objekte predlaže se uvođenje kaptažnog objekta Perilo u Bakarskom zaljevu. Povremeni problem ove CPV je utjecaj zaslanjenja na pojedinim izvorima. Posebno je taj utjecaj izražen u Bakarskom zaljevu i na crpilištu Martinšćica, te je stoga kroz operativni monitoring predloženo opažanje koncentracije klorida u intervalima od 10 dana tijekom srpnja, kolovoza i rujna kada je utjecaj zaslanjenja najveći.



Slika 9-5. Prijedlog Državne mreže opažanja u CPV Rijeka-Bakar

Tablica 9-5. Prijedlog monitoringa kakvoće podzemne vode za CPV Rijeka-Bakar

TOČKA OPAŽANJA	STATUS	NADZORNI MONITORING		OPERATIVNI MONITORING	
		PARAMETRI	VREMENSKI INTERVAL	PARAMETRI	VREMENSKI INTERVAL
Izvor Rječine	postojeći	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
Zvir	postojeći	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
Martinšćica	postojeći	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno	kloridi	tijekom 7., 8. i 9. mjeseca svakih 10 dana
Dobrica	postojeći	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno	kloridi	tijekom 7., 8. i 9. mjeseca svakih 10 dana
Perilo	novo	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno	kloridi	tijekom 7., 8. i 9. mjeseca svakih 10 dana

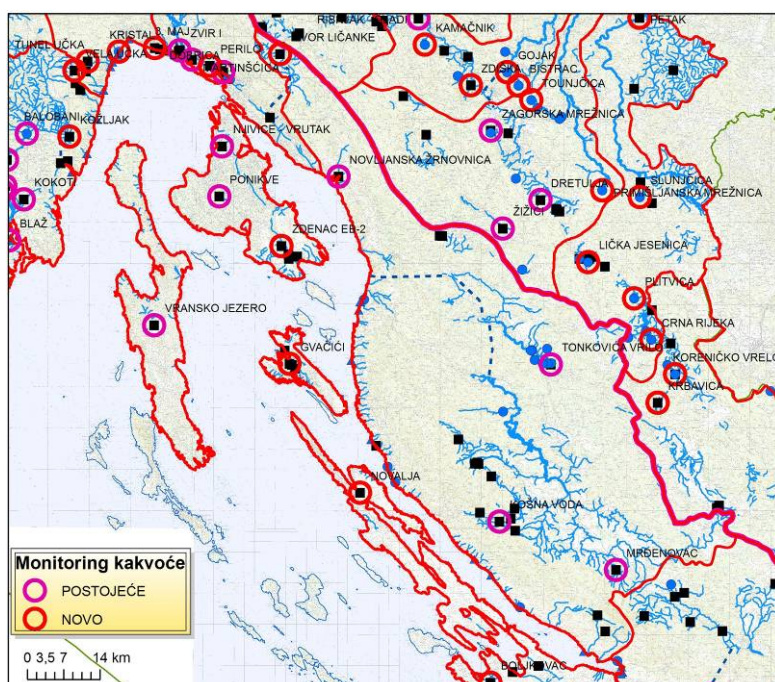
## HR\_KCPV\_06 (Lika-Gacka)

CPV Lika-Gacka je temeljem analize stanja kakvoće podzemne vode uvrštena u kategoriju "DOBRO STANJE", a analizom rizika u kategoriju "NIJE U RIZIKU".

U nadzorni monitoring, uz postojeće točke opažanja (Novljanska Žrnovnica, Tonkovića vrelo, Mrdenovac, Košna) potrebno je uključiti i izvor Ličanke kod Fužina. Na njima je potrebno opažati sve relevantne parametre kakvoće u mjesečnim intervalima.

Na crpilištu Novljanska Žrnovnica, posebno dijelu crpilišta Stara kaptaza, tijekom ekstremno sušnih ljetnih razdoblja dolazi do povišenja koncentracija klorida uzrokovanih utjecajem mora. Iz tog razloga kroz

operativni monitoring potrebno je dodatno opažati koncentracije klorida svakih 10 dana tijekom mjeseca srpnja, kolovoza i rujna.



Slika 9-6. Prijedlog Državne mreže opažanja u CPV Lika-Gacka

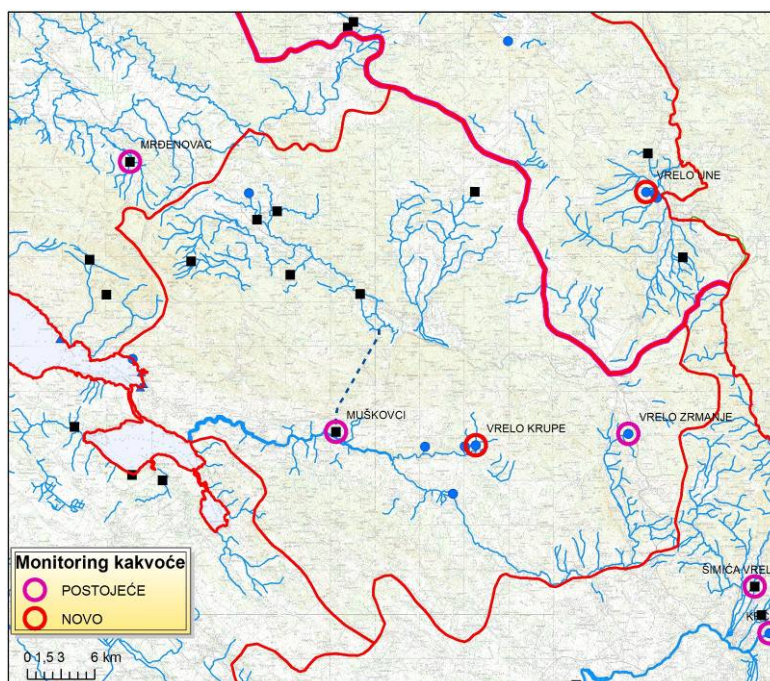
Tablica 9-6. Prijedlog monitoringa kakvoće podzemne vode za CPV Lika-Gacka

TOČKA OPAŽANJA	STATUS	NADZORNI MONITORING		OPERATIVNI MONITORING	
		PARAMETRI	VREMENSKI INTERVAL	PARAMETRI	VREMENSKI INTERVAL
Novljanska Žrnovnica	postojeći	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno	kloridi	tijekom 7., 8. i 9. mjeseca svakih 10 dana
Tonkovića vrelo	postojeći	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
Mrđenovac	postojeći	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
Košna	postojeći	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
Ličanka	novo	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		

### HR\_KCPV\_07 (Zrmanja)

CPV Zrmanja je temeljem analize stanja kakvoće podzemne vode uvrštena u kategoriju "DOBRO STANJE", a analizom rizika u kategoriju "NIJE U RIZIKU".

U ovoj CPV predlaže se uvođenje dodatnih točaka opažanja u nadzorni monitoring uz nastavak opažanja na postojećim točkama opažanja. Uz postojeći izvor Muškovci i Vrelo Zrmanje predlaže se uvođenje Vrela Krupe i izvora Štikada. Interval opažanja je jednom mjesečno, a opažati treba sve relevantne parametre kakvoće.



Slika 9-7. Prijedlog Državne mreže opažanja u CPV Zrmanja

Tablica 9-7. Prijedlog monitoringa kakvoće podzemne vode za CPV Zrmanja

TOČKA OPAŽANJA	STATUS	NADZORNI MONITORING		OPERATIVNI MONITORING	
		PARAMETRI	VREMENSKI INTERVAL	PARAMETRI	VREMENSKI INTERVAL
Muškovci	postojeći	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
Vrelo Zrmanje	postojeći	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
Vrelo Krupe	novo	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		

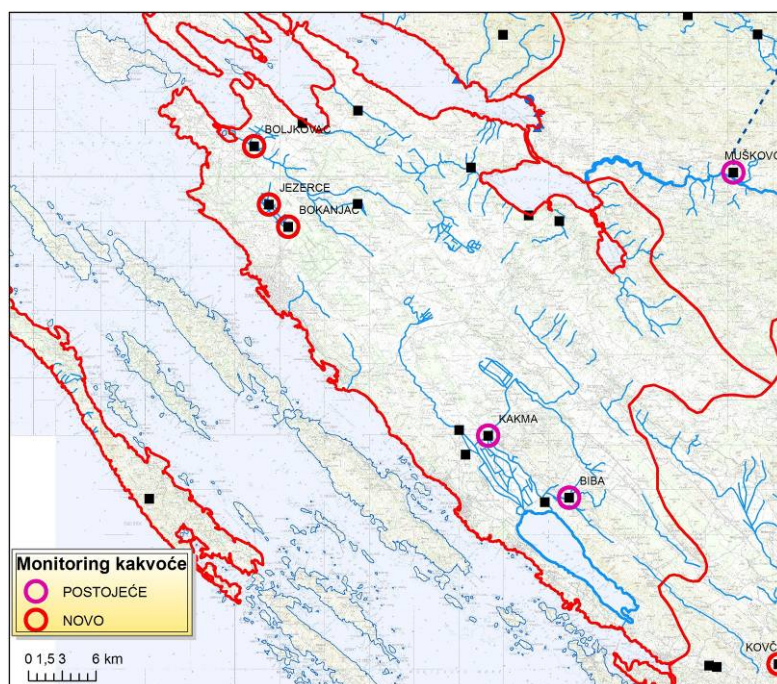
## HR\_KCPV\_08 (Ravni kotari)

CPV Ravni kotari je temeljem analize stanja kakvoće podzemne vode uvrštena u kategoriju "LOŠE STANJE" radi zasljanjenja dijela vodonosnika, pa je automatski uvrštena i u kategoriju "U RIZIKU" neispunjavanja uvjeta ODV na kraju 2015. godine.

Predlaže se uvođenje dodatnih točaka opažanja u nadzorni monitoring uz nastavak opažanja na postojećim točkama opažanja. Uz postojeći kaptažne zahvate Kakma i Biba predlaže se uvođenje u Državnu mrežu zdenca broj 4 i zdenca Jezerce u Bokanjačkom blatu i izvora Boljkovac. Interval opažanja je jednom mjesečno, a opažati treba sve relevantne parametre kakvoće.

U CPV Ravni kotari veliki je problem sa zasljanjenjem dijela vodonosnika nastalog prodorom morske vode duboko u vodonosnik, što je i glavni razlog uvrštavanja ove CPV u kategoriju "LOŠE STANJE". Stoga se predlaže uvođenje operativnog monitoringa, kojim se proglašuje opažanja klorida tijekom srpnja, kolovoza i rujna uz dodatno mjerenje elektrolitičke vodljivosti po dubini vodonosnika u postojećim piezometarskim bušotinama uz kaptažne zahvate u mjesečnim intervalima, a tijekom ljetnih mjeseci svakih 10 dana. Detaljnim istraživanjima treba odrediti koje su to bušotine i potrebu izvođenja dodatnih opažajkih objekata ukoliko uz postojeće kaptažne zahvate već ne postoje dovoljno duboke bušotine. Procijenjena dubina tih piezometarskih

bušotina je 50-100 m ovisno o položaju u CPV, čime se omogućuje praćenje ponašanja i dinamike zone miješanja slane i slatke vode u krškom podzemlju.



Slika 9-8. Prijedlog Državne mreže opažanja u CPV Ravni kotari

Tablica 9-8. Prijedlog monitoringa kakvoće podzemne vode za CPV Ravni kotari

TOČKA OPAŽANJA	STATUS	NADZORNI MONITORING		OPERATIVNI MONITORING	
		PARAMETRI	VREMENSKI INTERVAL	PARAMETRI	VREMENSKI INTERVAL
Kakma	postojeći	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno	CND po dubini vodonosnika na bušotini, kloridi na crpilištu	1 mjesečno, a tijekom 7., 8. i 9. mjeseca svakih 10 dana
Biba	postojeći	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno	CND po dubini vodonosnika na bušotini, kloridi na crpilištu	1 mjesečno, a tijekom 7., 8. i 9. mjeseca svakih 10 dana
Bokanjac	novo	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno	CND po dubini vodonosnika na bušotini, kloridi na crpilištu	1 mjesečno, a tijekom 7., 8. i 9. mjeseca svakih 10 dana
Jezerce	novo	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno	CND po dubini vodonosnika na bušotini, kloridi na crpilištu	1 mjesečno, a tijekom 7., 8. i 9. mjeseca svakih 10 dana
Boljkovac	novo	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno	CND po dubini vodonosnika na bušotini, kloridi na crpilištu	1 mjesečno, a tijekom 7., 8. i 9. mjeseca svakih 10 dana

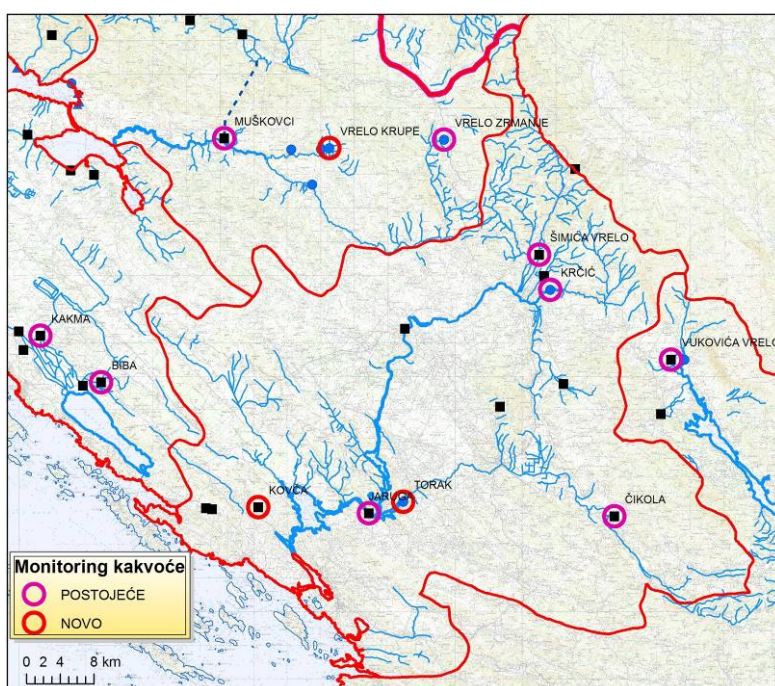


## HR\_KCPV\_09 (Krka)

CPV Krka je temeljem analize stanja kakvoće podzemne vode uvrštena u kategoriju "DOBRO STANJE", a analizom rizika u kategoriju "NIJE U RIZIKU".

U ovoj CPV predlaže se uvođenje dodatnih točaka opažanja u nadzorni monitoring uz nastavak opažanja na postojećim točkama opažanja. Uz postojeće točke opažanja, izvor Krke, Šimića vrelo, izvor Čikole i izvor Jaruga, predlaže se uvođenje izvora Torak i kaptaže Kovča. Interval opažanja je jednom mjesečno, a opažati treba sve relevantne parametre kakvoće.

U priobalnom području CPV Krka problem je zaslanjenje dijela vodonosnika i stoga je za kaptažni zahvat Kovča u tom području propisan i dodatni operativni monitoring usmjeren na detekciju zaslanjenja s opažanjem u intervalima od 10 dana tijekom ljetnih mjeseci.

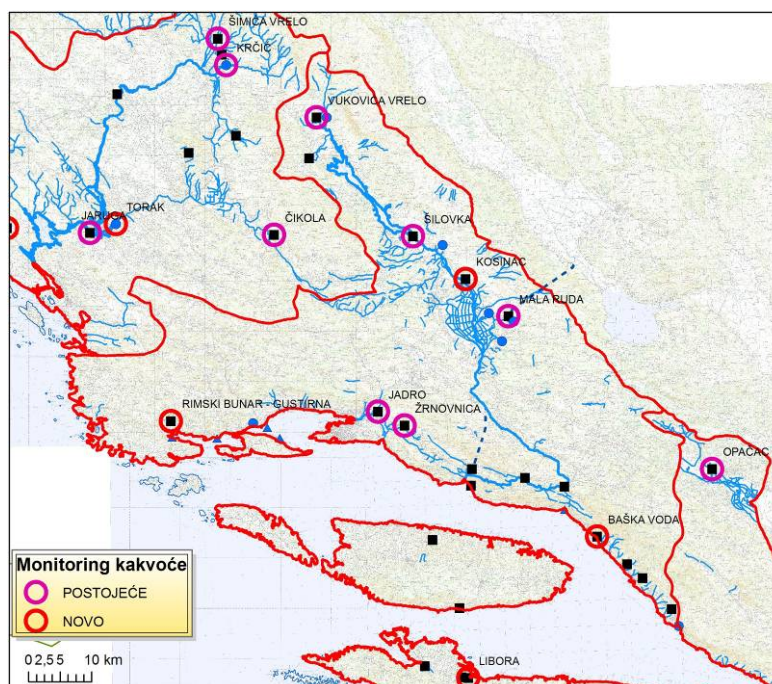


Slika 9-9. Prijedlog Državne mreže opažanja u CPV Krka

Tablica 9-9. Prijedlog monitoringa kakvoće podzemne vode za CPV Krka

TOČKA OPAŽANJA	STATUS	NADZORNI MONITORING		OPERATIVNI MONITORING	
		PARAMETRI	VREMENSKI INTERVAL	PARAMETRI	VREMENSKI INTERVAL
Šimića vrelo	postojeći	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
izvor Krčić	postojeći	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
izvor Čikole	postojeći	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
Jaruga	postojeći	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
Torak	novo	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
Kovča	novo	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno	kloridi	tijekom 7., 8. i 9. mjeseca svakih 10 dana

## HR\_KCPV\_10 (Cetina)



Slika 9-10. Prijedlog Državne mreže opažanja u CPV Cetina

CPV Cetina je temeljem analize stanja kakvoće podzemne vode uvrštena u kategoriju "DOBRO STANJE", a analizom rizika u kategoriju "POTENCIJALNO U RIZIKU", uglavnom radi prekograničnog karaktera velikog dijela ove cjeline i pojava zaslanjenja priobalnih vodonosnika na zapadnom dijelu cjeline.

Tablica 9-10. Prijedlog monitoringa kakvoće podzemne vode za CPV Krka

TOČKA OPAŽANJA	STATUS	NADZORNI MONITORING		OPERATIVNI MONITORING	
		PARAMETRI	VREMENSKI INTERVAL	PARAMETRI	VREMENSKI INTERVAL
Vukovića vrelo	postojeći	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
Šilovka	postojeći	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
Mala Ruda	postojeći	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
Jadro	postojeći	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
Žrnovnica	postojeći	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
Kosinac	novo	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
Rimski bunar	novo	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno	kloridi	tijekom 7., 8. i 9. mjeseca svakih 10 dana
Baška voda	novo	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno	kloridi	tijekom 7., 8. i 9. mjeseca svakih 10 dana

U zapadnom dijelu CPV Cetina krški vodonosnik je otvoren utjecaju mora i najveći priobalni izvor tog područja Pantan je tijekom ljetnih sušnih razdoblja zaslanjen. U sustavu javne vodoopskrbe na zapadnom dijelu

CPV Cetina je samo kaptažni zahvat Rimski bunar kod Marine, gdje se također tijekom sušnih razdoblja osjeća utjecaj mora. Utjecaj mora na slatkovodni sustav evidentan je i na području Baške Vode u Podbiokovlju. Stoga se predlaže operativno opažanje Rimskog bunara u Marini i kaptažnog zahvata u Baškoj Vodi tijekom ljetnih mjeseci u intervalima od 10 dana.

U mrežu nadzornog monitoringa s mjesečnim ritmom kontrole predlažu se izvor Kosinac (vodoopskrba grada Sinja), Rimski bunar u Marini i kaptažni zahvat u Baškoj Vodi.

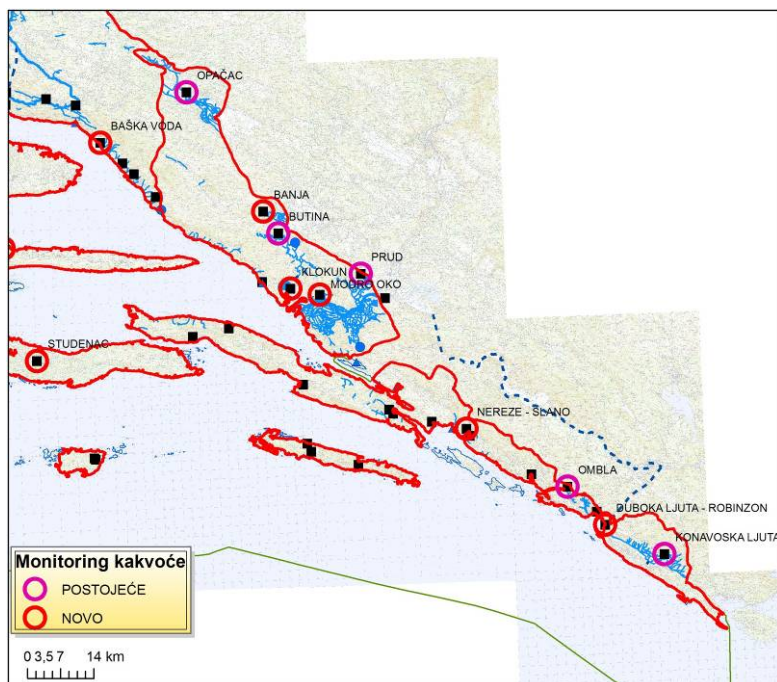
## HR\_KCPV\_11 (Neretva)

CPV Neretva je temeljem analize stanja kakvoće podzemne vode uvrštena u kategoriju "DOBRO STANJE", a analizom rizika u kategoriju "POTENCIJALNO U RIZIKU". Ocjena "POTENCIJALNO U RIZIKU" posljedica je rasprostiranja najvećeg dijela ove CPV u susjednoj državi B i H, prodora mora duboko u deltu rijeke Neretve i utjecaja mora na neke od priobalnih izvora.

Predlaže se proširenje mreže nadzornog monitoringa na izvore Banja kod Vrgorca, Klokun i Modro Oko u Pločama, Nereze u Slanom i Duboka Ljuta kod Cavtata, a operativnim monitoringom treba obuhvatiti sedimente delte rijeke Neretve do granice s B i H i crpilišta pitke vode Prud, Nereze i Duboka Ljuta. Operativni monitoring ima funkciju identifikacije uvjeta prodora morske vode u slatkovodne sustave.

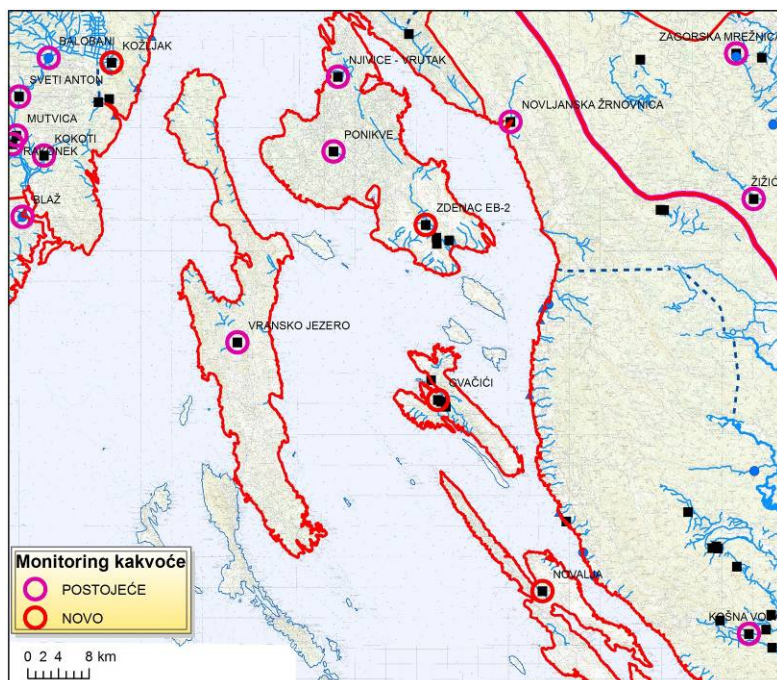
Tablica 9-11. Prijedlog monitoringa kakvoće podzemne vode za CPV Neretva

TOČKA OPAŽANJA	STATUS	NADZORNI MONITORING		OPERATIVNI MONITORING	
		PARAMETRI	VREMENSKI INTERVAL	PARAMETRI	VREMENSKI INTERVAL
Opačac	postojeći	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
Butina	postojeći	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
Prud	postojeći	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno	kloridi	tijekom 7., 8. i 9. mjeseca svakih 10 dana
Ombla	postojeći	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
Konavoska Ljuta	postojeći	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
Banja	novo	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
Klokun	novo	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
Modro oko	novo	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
Nereze – Slano	novo	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno	kloridi	tijekom 7., 8. i 9. mjeseca svakih 10 dana
Duboka ljuta - Robinzon	novo	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno	kloridi	tijekom 7., 8. i 9. mjeseca svakih 10 dana



Slika 9-11. Prijedlog Državne mreže opažanja u CPV Neretva

### HR\_KCPV\_12 (Jadranski otoci)



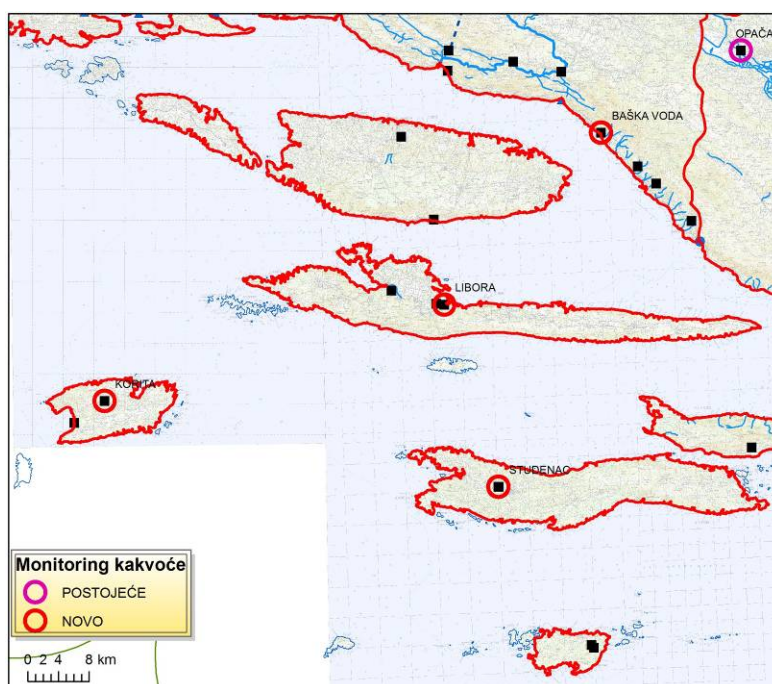
Slika 9-12. Prijedlog Državne mreže opažanja za sjeverno jadranske otoke

CPV Jadranski otoci je temeljem analize stanja kakvoće podzemne vode uvrštena u kategoriju "DOBRO STANJE". Treba naglasiti da je analiza stanja velikog broja otoka rađena temeljem samo tri mjesta opažanja na najvećim otocima Cres i Krk. Problem otočnih vodnih resursa su relativno male površine napajanja i utjecaji

mora na većinu slatkovodnih sustava, Analizom rizika CPV Jadranski otoci je uvrštena u kategoriju "POTENCIJALNO U RIZIKU".

Tablica 9-12. Prijedlog monitoringa kakvoće podzemne vode za CPV Neretva

TOČKA OPAŽANJA	STATUS	NADZORNI MONITORING		OPERATIVNI MONITORING	
		PARAMETRI	VREMENSKI INTERVAL	PARAMETRI	VREMENSKI INTERVAL
Njivice (Krk)	postojeći	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
Ponikve (Krk)	postojeći	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno	kloridi	tijekom 7., 8. i 9. mjeseca svakih 10 dana
EB-2 (Krk)	novo	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno	kloridi	tijekom 7., 8. i 9. mjeseca svakih 10 dana
Vransko jezero (Cres)	postojeći	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
Gvačići (Rab)	novo	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno	kloridi	tijekom 7., 8. i 9. mjeseca svakih 10 dana
Novalja (Pag)	novo	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno	kloridi	tijekom 7., 8. i 9. mjeseca svakih 10 dana
Libora (Hvar)	novo	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno	kloridi	tijekom 7., 8. i 9. mjeseca svakih 10 dana
Korita (Vis)	novo	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno	kloridi	tijekom 7., 8. i 9. mjeseca svakih 10 dana
Studenac (Korčula)	novo	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno	kloridi	tijekom 7., 8. i 9. mjeseca svakih 10 dana

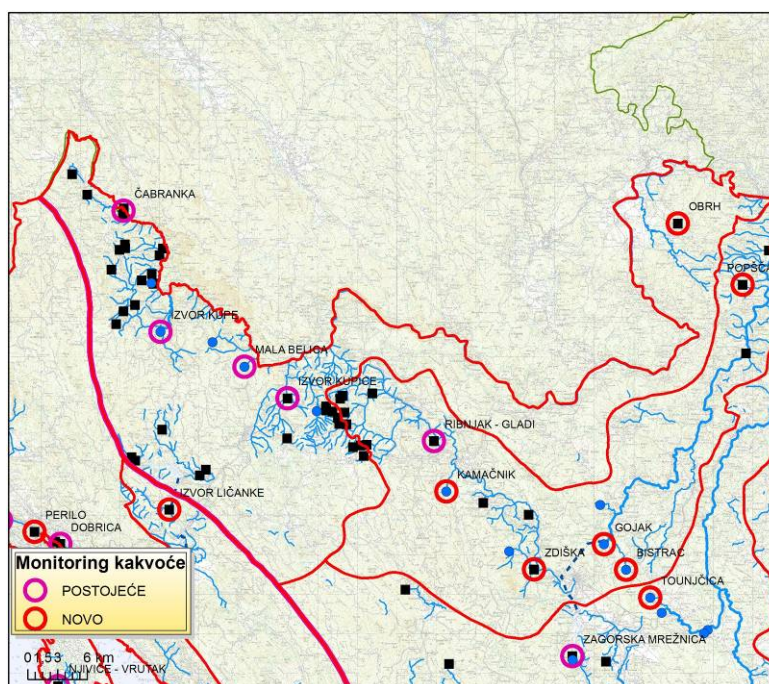


Slika 9-13. Prijedlog Državne mreže opažanja za dalmatinske otoke

Predlaže se proširenje nadzornog monitoringa (Državna mreža) i na druge velike otoke, koji imaju značajne vodne resurse. To su otoci Rab, Pag, Hvar, Vis i Korčula. Za većinu izvorišta opažanih u sklopu nadzornog monitoringa predlaže se proširenje na operativni program tijekom ljetnih mjeseci zbog identifikacije zaslanjujućeg upliva mora na slatkovodne sustave.

Nadzorni monitoring obuhvaća opažanja svih relevantnih parametara kakvoće u mjesečnim intervalima opažanja, a operativni monitoring je usmjeren na problem zaslanjenja na Jadranskim otocima.

### HR\_KCPV\_13 (Kupa)



Slika 9-14. Prijedlog Državne mreže opažanja u CPV Kupa

Tablica 9-13. Prijedlog monitoringa kakvoće podzemne vode za CPV Kupa

TOČKA OPAŽANJA	STATUS	NADZORNI MONITORING		OPERATIVNI MONITORING	
		PARAMETRI	VREMENSKI INTERVAL	PARAMETRI	VREMENSKI INTERVAL
izvor Čabranke	postojeći	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
izvor Kupe	postojeći	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
Mala Belica	postojeći	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
izvor Kupice	postojeći	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
Obrh	novo	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		

CPV Kupa je temeljem analize stanja kakvoće podzemne vode uvrštena u kategoriju "DOBRO STANJE", a analizom rizika u kategoriju "NIJE U RIZIKU".

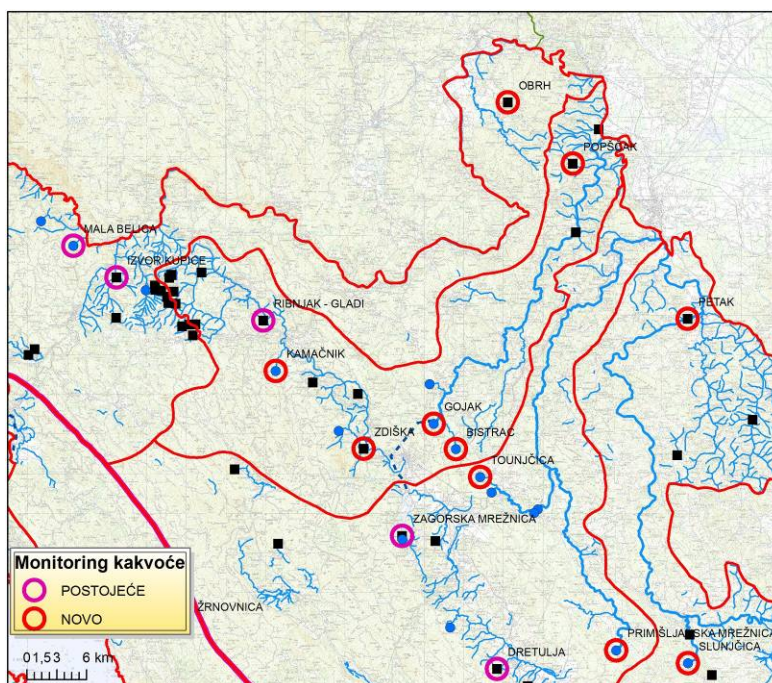
Uz postojeće točke opažanja, koje treba nastaviti opažati kroz nadzorni monitoring, potrebno je u mrežu opažanja uključiti kaptažni zahvat Obrh. Na taj način će se mrežom nadzornog monitoringa pokriti i donji dio

sliva rijeke Kupe. U nadzornom monitoringu kakvoće podzemnih voda treba opažati sve relevantne parametre kakvoće u mjesečnim intervalima. Nije potrebno uvođenje operativnog monitoringa.

### HR\_KCPV\_14 (Dobra)

CPV Dobra je temeljem analize stanja kakvoće podzemne vode uvrštena u kategoriju "DOBRO STANJE", a analizom rizika u kategoriju "NIJE U RIZIKU".

U CPV Dobra u Državnoj mreži opažanja Hrvatskih voda je samo izvor Ribnjak u Gladima kod Vrbovskog. Analiza stanja i rizika je, uz ekspertnu procjenu, izvedena samo temeljem podataka s tog izvorišta. U narednom razdoblju u ovoj CPV potrebno je u mrežu opažanja uvesti još 5 dodatnih objekata. U slivu Gornje Dobre to su izvor Kamačnik, najveći krški izvor ove CPV i crpilište Zdiška kod Ogulina. U području Donje Dobre su to izvor Gojačke Dobre, izvor Bistrac i kaptažni zahvat Popošćak kod Ntretića. Na svim izvorima nadzornog monitoringa potrebno je opažati karakteristične parametre prema ODV-u u mjesečnim intervalima.

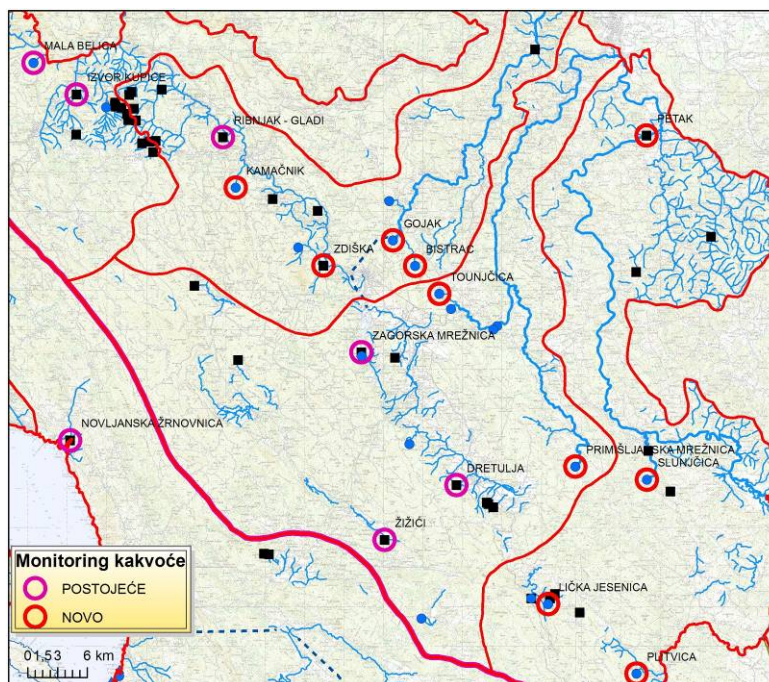


Slika 9-15. Prijedlog Državne mreže opažanja u CPV Dobra

Tablica 9-14. Prijedlog monitoringa kakvoće podzemne vode za CPV Dobra

TOČKA OPAŽANJA	STATUS	NADZORNI MONITORING		OPERATIVNI MONITORING	
		PARAMETRI	VREMENSKI INTERVAL	PARAMETRI	VREMENSKI INTERVAL
Ribnjak (Gladi)	postojeći	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
Kamačnik	novo	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
Zdiška	novo	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
Gojačka Dobra	novo	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
Bistrac	novo	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
Popošćak	novo	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		

## HR\_KCPV\_15 (Mrežnica)



Slika 9-16. Prijedlog Državne mreže opažanja u CPV Mrežnica

Tablica 9-15. Prijedlog monitoringa kakvoće podzemne vode za CPV Mrežnica

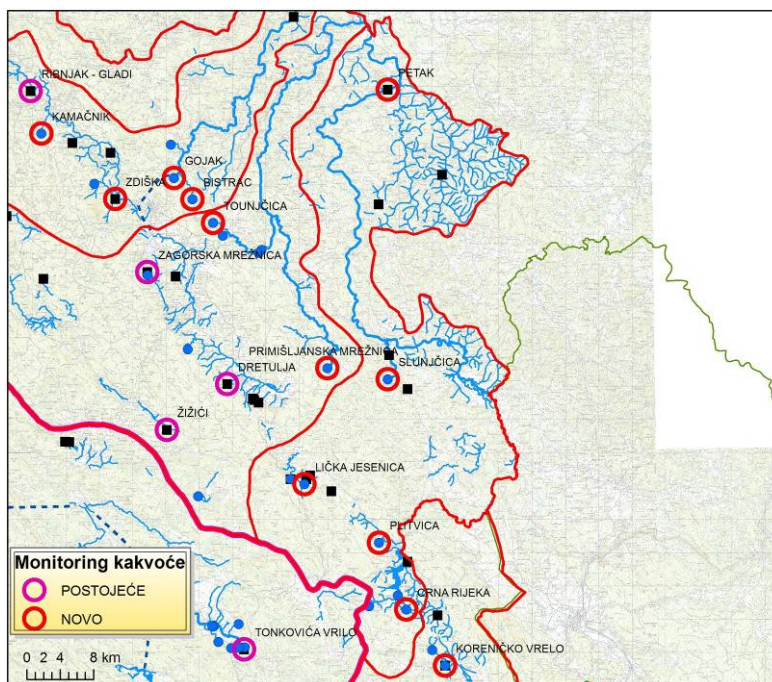
TOČKA OPAŽANJA	STATUS	NADZORNI MONITORING		OPERATIVNI MONITORING	
		PARAMETRI	VREMENSKI INTERVAL	PARAMETRI	VREMENSKI INTERVAL
Zagorska Mrežnica	postojeći	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
Dretulja	postojeći	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
Žižići	postojeći	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
Tounjčica	novo	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
Primišljanska Mrežnica	novo	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		

CPV Mrežnica je temeljem analize stanja kakvoće podzemne vode uvrštena u kategoriju "DOBRO STANJE", a analizom rizika u kategoriju "NIJE U RIZIKU".

U CPV Mrežnica u Državnoj mreži opažanja Hrvatskih voda je izvor Zagorske Mrežnice, Žižića vrelo i izvor Dretulje temeljem kojih je izrađena analiza statusa kakvoće i procjena rizika. U narednom razdoblju u ovoj CPV potrebno je u mrežu opažanja uvesti još 2 dodatna izvora: izvor Tounjčice i izvor Primišljanske Mrežnice na kojima treba opažati sve relevantne parametre kakvoće u mjesečnim intervalima. Na taj način Državnom mrežom bi bio pokriven i donji dio toka rijeke Mrežnice.



### HR\_KCPV\_16 (Korana)



Slika 9-17. Prijedlog Državne mreže opažanja u CPV Korana

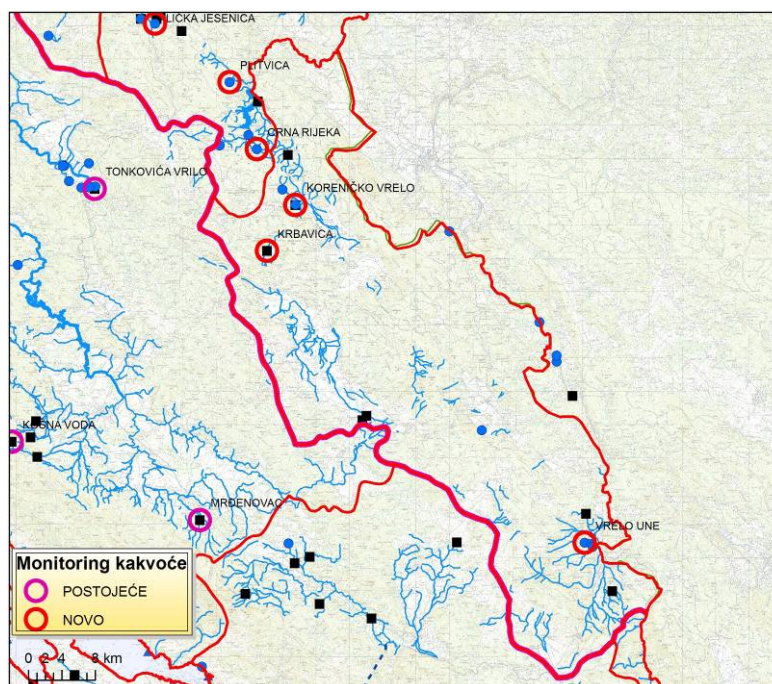
CPV Korana je temeljem analize stanja kakvoće podzemne vode uvrštena u kategoriju "DOBRO STANJE", a analizom rizika u kategoriju "NIJE U RIZIKU".

Predlaže se proširenje mreže nadzornog monitoringa na izvor Slunjčice, jer je sadašnja analiza rađena temeljem podataka sa zahvata vode za grad Slunj oko 3,5 km nizvodno od izvora, a to je u stvari zahvat površinske vode. Nadzorni monitoring se nadalje proširuje na još tri prirodna izvorišta i jedno crpilište u nizvodnom dijelu rijeke Korane. To su Veliko vrelo u Ličkoj Jasenici, izvor Crne rijeke i Plitvice na Plitvičkim jezerima i kaptažni zahvat Petak kod Tušilovića.

Tablica 9-16. Prijedlog monitoringa kakvoće podzemne vode za CPV Korana

TOČKA OPAŽANJA	STATUS	NADZORNI MONITORING		OPERATIVNI MONITORING	
		PARAMETRI	VREMENSKI INTERVAL	PARAMETRI	VREMENSKI INTERVAL
Slunjčica – izvor	novo	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
Lička Jesenica – Veliko vrelo	novo	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
Izvor Crna rijeka	novo	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
Izvor Plitvica	novo	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
Crpilište Petak	novo	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		

## HR\_KCPV\_17 (Una)



Slika 9-18. Prijedlog Državne mreže opažanja u CPV Una

CPV Una je temeljem analize stanja kakvoće podzemne vode uvrštena u kategoriju "DOBRO STANJE", a analizom rizika u kategoriju "NIJE U RIZIKU".

Analiza stanja kakvoće podzemne vode rađena je temeljem podataka hidrogeoloških istraživanja izvorišnog dijela rijeke Une, odnosno temeljem ekspertne procjene jer u CPV Una niti jedan vodni objekt nije uključen u Državnu mrežu opažanja Hrvatskih voda.

U nadzorni monitoring se predlaže opažanje svih relevantnih parametara kakvoće podzemnih voda na izvoru Une, najvećem vodnom objektu u ovoj CPV, Koreničkom vrelo, velikom krškom izvoru na gornjoj stepenici sliva i izvoru Krbavica kod istoimenog sela u blizini Korenice zahvaćenog za potrebe lokalne vodoopskrbe.

Tablica 9-17. Prijedlog monitoringa kakvoće podzemne vode za CPV Una

TOČKA OPAŽANJA	STATUS	NADZORNI MONITORING		OPERATIVNI MONITORING	
		PARAMETRI	VREMENSKI INTERVAL	PARAMETRI	VREMENSKI INTERVAL
izvor Une	novo	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
Koreničko vrelo	novo	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		
Krbavica	novo	svi parametri kakvoće vode	jednom mjesečno		

## 9.2. Prijedlog razvoja opažanja količina podzemnih voda

Monitoring kojemu bi bila svrha učinkovitija kontrola kvantitativnog stanja podzemnih voda morao bi na analiziranom području hrvatskog krša obuhvatiti standardna hidrološka praćenja na svim izvorima koji su uključeni u vodoopskrbni sustav ili se koriste za neku drugu namjenu, posebice navodnjavanje. Takva praćenja nužno moraju biti popraćena i evidencijom zahvaćenih količina voda, pri čemu je dobar model uspostavljen na izvorištima vodoopskrbe s područja Istre, čiji su rezultati prikazani u okviru t.4.6. ovog rada. Prilikom rada na predmetnom dokumentu, utvrđeno je da su podaci o crpljenjima podzemnih voda u bazi podataka su prilično heterogeni, i na većem dijelu analiziranog područja tek počev od 2008.g. koncipirani na način da se prate mjesečne količine crpljenja sa svakoga od vodozahvata. Potrebno je realizirati taj koncept na svim zahvaćenim izvorištima, kao i formirati jedinstvenu bazu unutar Hrvatskih voda sa podacima s još većom razinom detaljnosti - dnevnim količinama crpljenja po pojedinim izvorištima za svaki pojedini vodovod, kao i podacima o hidrološkom stanju na tim izvorištima tijekom cjelokupnog razdoblja njihova korištenja (razine vode, preljevne protoke, ukupne izdašnosti). U taj sustav nužno je uključiti i organizirane korisnike vode za navodnjavanje, kako sadašnje tako i buduće, posebno iz razloga što se procjenjuje da bi razvojem navodnjavanja mogli porasti i ukupni kvantitativni pritisci na vodne resurse.

Nužno je uspostaviti i punu kontrolu sustava hidroenergetskog korištenja voda na način da se upravljačima režimom voda ad strane korisnika dostavljaju cjeloviti dnevni podaci o cjelokupnim zahvaćenim količinama voda i njihovoj prostornoj i vremenskoj distribuciji unutar hidroenergetskih sustava .

Kontinuirana limnigrafska hidrološka praćenja nužno je uspostaviti i na svim drugim važnijim izvorima koji ne presušuju, a čija je uobičajena minimalna izdašnost veća od 50 l/s. Primjeri izraženih potreba za uspostavom kontinuiranih hidroloških praćenja na krškim izvorima su izvori Čabranke i Kamačnika u Gorskom kotaru.

Razine podzemnih voda i promjene razina kroz hidrološku godinu na području krša Hrvatske vjerojatno su jedan od parametara za koji ima najmanje egzaktnih podataka, pa se podaci o razinama podzemnih voda temelje na ekspertnim procjenama i iskustvima istraživača tamo gdje nema piezometarskih bušotina. Razlozi tomu su velike nadmorske visine već u neposrednom zaleđu obalnog područja (visoka planinska područja), kao i dosadašnja orijentacija na praćenje i zahvate podzemnih voda na mjestima njihova prirodna istjecanja. Stoga je nužno uspostaviti i praćenja dinamike kolebanja razina podzemnih voda u vidu piezometarskih bušotina u dijelovima krških vodonosnika kod kojih postoje indicije o perspektivnim dinamičkim i statičkim rezervama podzemnih voda, kao i u zaleđima značajnijih krških izvorišta. Gustoća takve piezometarske mreže trebala bi biti barem s po jednim piezometrom na 100-200 km<sup>2</sup>, a na područjima gdje postoji rizik od povećane intruzije zaslanjenih voda još i gušće (područje zapadne i južne obale Istre - odnosno CPV Sjeverna, središnja i Južna Istra; CPV Rijeka – Bakar, CPV Ravni kotari te CPV Neretva). U tom smislu predlaže se ponovna uspostava i kompletiranje osmatranja dinamike kolebanja razine voda na području Istre, u zaleđima izvorišta Rječine i Zvira, izvora u Bakarskom zaljevu i Novljanske Žrnovnice, Ravnim kotarima gdje su i rizici od pojava intruzije zaslanjenih voda najveće, Jadra, Žrnovnice, Omble, kao i na pojedinim otocima – prioritarno na Cresu (obnoviti motrenja piezometara u zaleđu Vranskog jezera) i Krku (uključiti u sustav opažanja i piezometarske bušotine u središnjem dijelu otoka kao i na području Vrbničkog polja i Drage).

Posebnu pažnju treba posvetiti praćenjima krških izvora i vodonosnika u priobalju koje treba biti dvojako usmjereno – kako na praćenje kvantitativnog, tako i kvalitativnog stanja. Hidrološka praćenja na mjestima njihovog koncentriranog istjecanja nužno je kompletirati i praćenjima dinamike kolebanja mora, kao i razina voda u njihovom zaleđu. Radi detekcije širih zona istjecanja priobalnih izvora i vrulja, pa i približne kvantifikacije količina istjecanja podzemnih voda, nužno je i različitim hidrološkim stanjima provesti i analize satelitskih termalnih infracrvenih snimaka.

Na analiziranom području evidentan je i problem ocjene utjecaj korištenja podzemnih voda na vodni režim površinskih vodotoka nizvodnijeg dijela toka ukoliko zahvaćena izvorišta vode prihranjuju vodotok, a čemu je razlog nepostojanje propisanih vrijednosti ekološki prihvatljivog protoka. Stoga bi bilo nužno da se provedu potrebna hidrološka mjerenja i definiranja i toga parametra na kritičnim vodotocima gdje zahvaćene

vode formiraju površinska otjecanja, kao i definiraju upravljačka ili strukturalna rješenja za njegovo osiguranje ili nadoknadu.

Obzirom na složenost i sveobuhvatnost informacija koje bi se trebale osiguravati iz budućeg sustava monitoringa, a u koji trebaju biti involviran niz državnih institucija nadležnih za pojedine segmente brige oko vodnih resursa, kao i obzirom na specifičnosti pojedinih područja kao i potrebna financijska sredstva za uspostavu primjerenog količinskog amonitoringa, nužno je da se specifikacija pojedinačnim mjestima opažanja i prijedlog sadržaja i dinamike opažanja provede nakon nužno potrebnih preispitivanja i usklade interesa, obrazloženih u nekom ciljanom dokumentu s tematikom monitoringa.

## 9.2. Prijedlog razvoja opažanja u ekosustavima

Podzemne vode imaju značajan utjecaj na razvoj dijela ekosustava u krškom području Hrvatske. U skladu sa odredbama ODV potrebno je organizirati sustav opažanja kakvoće i količina za izdvojene ekosustave pod direktnim utjecajem podzemnih voda. Na žalost, postojeća Državna mreža opažanja ne obuhvaća ekosustave, niti ne postoji zasebna mreža opažanja, najvjerojatnije zbog donošenja Zakona o zaštiti prirode tek 2005. godine, kada je Državna mreža opažanja već bila u funkciji. Državna mreža je obuhvatila samo pojedine nacionalne parkove i parkove prirode, gdje je voda važan element prirodnog sustava. To je imalo za posljedicu da za pojedine svojte nisu definirane granične vrijednosti kakvoće vode po parametrima koji bi bili korišteni u analizi stanja i rizika, ali isto tako nisu definirane niti minimalne ekološke protoke za održanje ekosustava. U ekosustavima nema piezometarskih bušotina na kojima se mogu pratiti kolebanja razina i kakvoće podzemnih voda i radi toga je analiza stanja i rizika data samo ekspertnom procjenom.

Za naredno razdoblje potrebno je predložiti sustav opažanja količina i kakvoće podzemnih voda u ekosustavima povezanim s podzemnim vodama. Ovom Studijom je izdvojeno 72 ekosustava, koji su povremeno ili stalno povezani s podzemnim vodama. Za sve njih je potrebno izraditi sustav opažanja kakvoće i količina, a monitoring treba usmjeriti prvenstveno na one ekosustave, gdje su indicirani određeni problemi. Zato predlažemo da se prioritetno obrade ekosustavi koji su procjenom stanja uvršteni u kategoriju "U POTENCIJALNOM RIZIKU". To su: HR2000619 (Mirna i šire područje Butonige), HR2000637 (Motovunska šuma) i HR5000031 (Delta Neretve) i u njima detaljnim istraživanjima, zajedno s biologima, postavi kvalitetan monitoring kakvoće i količina podzemnih voda.

Ekosustav HR2000592 (Ogulinsko-plašćansko područje) uvršten je u kategoriju "U POTENCIJALNOM RIZIKU" zbog mogućeg utjecaja otpadnih voda grada Ogulina, no izgradnjom uređaja za pročišćavanje otpadnih voda u Ogulinu bitno će se popraviti stanje u podzemlju. U mrežu opažanja kakvoće na razini CPV predložena su izvorišta u donjem dijelu toka rijeke Dobre: Gojak i Bistrac u CPV Dobra i vrelo Tounjčice u CPV Mrežnica, koje se nalazi blizu razvodnice ove dvije CPV, što je dovoljni broj točaka opažanja za kakvoću podzemnih voda u ovom ekosustavu. Opažanje količina treba se pratiti na istim izvorima mjerenjem količina istjecanja.

Ekosustav HR2001010 (Paleoombra-Ombra) je uvršten u kategoriju "U POTENCIJALNOM RIZIKU" zbog planova izgradnje podzemne akumulacije, koja može izmijeniti životne uvjete za svojte, koje tamo obitavaju. Za sada nema potrebe organiziranja posebne mreže opažanja za ovaj ekosustav, jer je jedno od mjesta, gdje se prate i količine i kakvoća podzemnih voda za analize na razini CPV, izvorište Ombra.

## 10. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Okvirne direktive o vodama (ODV) Europske Unije strateški su dokument kojim se uspostavlja okvir za djelovanje svih zemalja članica Europske Unije na području upravljanja i zaštite voda. Cilj im je sprječavanje daljnje degradacije voda, zaštita i poboljšanje stanja ekosustava i uspostava sustava održivog korištenja voda temeljeno na dugoročnoj zaštiti vodnih resursa. Hrvatska kao zemlja kandidat za punopravno članstvo u Europskoj Uniji mora, kao i sve zemlje članice EU, uskladiti svoju zakonsku regulativu i pripremiti dokumente vezane uz vodno gospodarstvo prema zahtjevima ODV. Ocjena stanja i rizika cjelina podzemnih voda jedna je od podloga koje su države članice, kao i zemlje kandidati, obvezne izraditi do 2009. godine. Ovom Studijom ocjena stanja i rizika je obrađena za područje Dinarskog krša u Hrvatskoj.

Tijekom implementacije ODV Europske Unije u Hrvatskoj napravljena je inicijalna karakterizacija cjelina podzemnih voda (CPV) kojom je izdvojeno ukupno 461 cjelina, od čega 363 u Crnomorskom i 98 u Jadranskom slivu. Tako veliki broj izdvojenih cjelina podzemne vode predstavljao je problem za kvalitetnu uspostavu mreže opažanja kakvoće i količina vode i kvalitetno upravljanje vodnim resursima. Stoga je bilo neophodno provesti grupiranje cjelina podzemne vode ovisno o geološkim, hidrogeološkim, hidrokemijskim i hidrološkim elementima na način da grupirane cjeline podzemne vode omogućuju dovoljno pouzdanu procjenu kvantitativnog (količinskog) i kvalitativnog (kemijskog) stanja podzemnih voda. Na području hrvatskog dijela Dinarskog krša od inicijalno izdvojenih 147 cjelina podzemnih voda ovom Studijom je, grupiranjem, reduciran taj broj na ukupno 17, od čega 12 u Jadranskom, a 5 u Crnomorskom slivu.

Po grupiranim CPV provedene su brojne analize zahtijevane Okvirnim direktivama o vodama. To su analiza pritiska i utjecaja, analiza statusa kakvoće i količina podzemnih voda, analiza stanja ekosustava povezanih s podzemnim vodama, procjena kvalitativnog i kvantitativnog rizika neispunjavanja uvjeta ODV krajem 2015. godine, daljnja karakterizacija cjelina, koje su uvrštene u kategoriju "U RIZIKU" i izrađen je prijedlog monitoringa kakvoće i količina podzemnih voda.

Analizom utjecaja i pritiska prikupljeni su svi dostupni podaci o potencijalnim onečišćivačima unešeni u bazu podataka i izrađena je analiza prirodne ranjivosti, analiza hazarda i rizika od onečišćenja vodonosnika za cijelo krško područje multiparametarskom GIS analizom. Posebno je obrađen utjecaj odlagališta otpada na podzemne vode s procjenom veličine utjecaja ovisno o njihovu položaju u CPV, utjecaj ispusta sustava javne odvodnje na podzemne vode i utjecaj stočarskih farmi. To su najveći potencijalni točkasti onečišćivači po cjelinama podzemnih voda. U sklopu obrade tzv. raspršenih onečišćivača posebno su izdvojena područja ratarske proizvodnje kao najvećeg potencijalnog raspršenog onečišćivača. Za ratarsku proizvodnju izrađena je analiza rizika od onečišćenja podzemnih voda ovisno o stupnju navodnjavanja i načinu korištenja zemljišta. Analiza je provedena korištenjem CORINE 2000 LC sloja i odgovarajuće baze podataka.

Procjena stanja (statusa) izrađena je, zasebno za kakvoću podzemne vode, a zasebno za količinski status po CPV, obradom nizova podataka iz Državne mreže opažanja kakvoće vode Hrvatskih voda i podataka o količinama DHMZ-a.

Za ocjenu kvalitativnog statusa određene su granične vrijednosti za odgovarajuće parametre kakvoće. Za svaku CPV izračunata je srednja vrijednost relevantnih parametara kakvoće i usporedbom s graničnim vrijednostima, svaka je CPV uvrštena u jednu od kategorija: DOBRO STANJE, LOŠE STANJE i VJEROJATNO DOBRO STANJE za CPV u kojima nije bilo dovoljno podataka za jasno definiranje stanja kakvoće. Od izdvojenih 17 CPV samo su dvije uvrštene u kategoriju: LOŠE STANJE. To su: Južna Istra, zbog problema sa povišenim nitratima i povremenim zaslanjenjem, i Ravni kotari, zbog zaslanjenja značajnog dijela vodonosnika. U kategoriji "VJEROJATNO DOBRO STANJE" uvrštene su CPV Riječki zaljev i CPV Una, jer u tim cjelinama podzemne vode niti jedan izvor nije uključen u Državnu mrežu opažanja. Ostale su cjeline uvrštene u kategoriju "DOBRO STANJE".

Analiza količinskog statusa sadržava nekoliko zasebnih analiza. To su: analiza utjecaja zaslanjenja, analiza utjecaja korištenja podzemnih voda na površinske vode, analiza utjecaja na ekosustave i analiza vodne bilance i njene promjene kroz opažano razdoblje. Prema analizi statusa za količine sve CPV svrstane su u slijedeće kategorije: DOBRO STANJE, VJEROJATNO DOBRO STANJE, LOŠE STANJE i VJEROJATNO LOŠE STANJE. U kategoriju LOŠE STANJE uvrštene su CPV Južna Istra i CPV Ravni kotari zbog značajnih zaslanjenja dijelova vodonosnika precrpljivanjem.

Analiza ekosustava je rađena temeljem ekspertne procjene jer u ekosustavima nema definiranih kriterija graničnih vrijednosti kakvoće za pojedine svojte niti organiziranog sustava opažanja kakvoće voda. Stoga procjene ove analize nisu korištene u određivanju stanja i procjeni rizika.

Analiza rizika neispunjavanja uvjeta članka 4. ODV na kraju 2015. godine izrađena je zasebno za kakvoću podzemnih voda, a zasebno za količine podzemnih voda. Sve CPV ovisno o rezultatima analiza uvrštavaju se u tri kategorije: "NIJE U RIZIKU", "POTENCIJALNO U RIZIKU" i "U RIZIKU".

Prema analizi rizika neispunjavanja uvjeta ODV sa kvalitativnog stanovišta, CPV lošeg stanja automatski su ušle u kategoriju "U RIZIKU". To su CPV Južna Istra i CPV Ravni kotari. Zbog degradacije kakvoće podzemnih voda na području Labinštine, odnosno procjene da će određeni parametri kakvoće krajem 2015. godine prijeći razinu 75% graničnih vrijednosti, CPV Središnja Istra je uvrštena u kategoriju "U RIZIKU". U kategoriju "U POTENCIJALNOM RIZIKU" uvrštene su CPV Cetina i CPV Neretva jer se vrlo veliki dio područja prihranjivanja nalazi na teritoriju susjedne BiH, a CPV Jadranski otoci zbog prijetjećeg zaslanjenja ograničenih otočkih vodonosnika. Ostale CPV su u kategoriji "NIJE U RIZIKU".

Sa kvantitativnog stanovišta procjena rizika rezultirala je uvrštavanjem dvije CPV u kategoriju "U RIZIKU" (Južna Istra i Ravni kotari) zbog zaslanjenja uzrokovanog precrpljivanjima vodonosnika, te nekoliko CPV u kategoriju "U POTENCIJALNOM RIZIKU". To su CPV Sjeverna Istra zbog utjecaja crpljenja na količine površinskih voda, te CPV Neretva i CPV Jadranski otoci zbog problema s vodnim bilancama uslijed provođenja planova za hidroenergetiku i navodnjavanje i zaslanjenja.

Obradom podataka dosadašnjeg monitoringa količina i kvalitete podzemnih voda Državne mreže opažanja vidljiv je nedostatak podataka, pa su stoga predložena dodatna opažачka mjesta po pojedinim CPV. Za određivanje kakvoće podzemnih voda na području krša u mreži opažanja se analizira voda na 48 postaja. Nedostaci su uočeni posebice na Jadranskim otocima i na CPV u Crnomorskom slivu (Dobra, Korana, Una), pa je ovom Studijom predloženo uvođenje nove 52 točke opažanja kakvoće uz nastavak opažanja na postojećim opažачkim mjestima.

Monitoring količinskog stanja podzemnih voda mora na analiziranom krškom području obuhvatiti standardna hidrološka praćenja na svim izvorima uključenih u javni vodoopskrbni sustav ili se koriste za neku drugu namjenu (navodnjavanje, hidroenergetika) uz stalnu evidenciju eksploatiranih količina voda, kao i institucionalno osiguranje dostupnosti tih informacija obzirom da u danom dokumentu nije mogla biti provedena meritorna ocjena utjecaja rada HE iako ti podaci postoje kod njihovih korisnika. Hidrološka praćenja nužno je uspostaviti i na svim drugim važnijim izvorima koji ne presušuju, a čija je uobičajena minimalna izdašnost veća od 50 l/s. Isto tako, nužno je uspostaviti i praćenja dinamike kolebanja razina podzemnih voda piezometarskim bušotinama u dijelovima krških vodonosnika perspektivnih dinamičkih i statičkih rezervi podzemne vode, kao i u zaleđima značajnijih vodoopskrbnih izvorišta.

Sa stanovišta monitoringa najveći je nedostatak opažачkih točaka vezan uz ekosustave ovisne o podzemnim vodama. Ovom Studijom izdvojeni su ekosustavi koji su povremeno ili stalno ovisni o podzemnim vodama, no za procjenu utjecaja podzemnih voda na te ekosustave, uz količine površinskih voda, potrebno je praćenje razina i kakvoće podzemnih voda kojima je moguće definirati stanje i rizik. Na područjima ekosustava nema opažачkih objekata i potrebno ih je definirati temeljem detaljnih istraživanja.

Nakon obrade cjelokupnih podataka o količinama i kakvoći podzemnih voda može se zaključiti da je stanje kakvoće i količinsko stanje podzemnih voda na cjelokupnom području Dinarskog krša u Hrvatskoj vrlo dobro, uz poneke izuzetke. U kvalitativnom pogledu to je područje Istre gdje se zapaža određeni stupanj degradacije kakvoće podzemne vode uslijed sve većih opterećenja u prostoru, a u kvantitativnom smislu područje CPV južna Istra i CPV Ravni kotari zbog povišenja saliniteta.

Problem zaslanjenja podzemnih voda evidentan je u cijelom obalnom području i na otocima, međutim kao efekt precrpljivanja slatkovodnih sustava izražen je kao problem na području CPV Južna Istra i Ravni kotari. Zasebno treba promatrati problem zaslanjenja vode u delti rijeke Neretve, jer tamo je to kombinacija prodora mora kroz vodopropusne dijelove sedimenata delte i površinskog toka rijeke.

Izvješće pripremili:

Doc.dr.sc. Ranko Biondić, dipl.ing.geol.

Prof.dr.sc. Božidar Biondić, dipl.ing.geol.

Mr.sc. Josip Rubinić, dipl.ing.grad.

## 10. LITERATURA

- APPELO, C.A.J. & POSTMA, D. (1996): *Geochemistry, groundwater and pollution.*- A.A.Balkema, Rotterdam.
- BATIĆ, V. (1994): *Vodovod Zadra i okolice I faza. Arhiv Elektroprojekta, Zagreb, nepublicirano.*
- BIONDIĆ, B., BRKIĆ, Ž., BIONDIĆ, R. & SINGER, D. (1996): *Vodnogospodarska osnova Republike Hrvatske. Hidrogeologija. I. faza.- Arhiv Hrvatski geološki institut, Zagreb.*
- BIONDIĆ, B. & BRKIĆ, Ž. (2001): *Vodnogospodarska osnova Republike Hrvatske. Podzemne vode.- Arhiv Hrvatski geološki institut, Zagreb.*
- BIONDIĆ, R., KAPELJ, S. & RUBINIĆ, J. (2004): *Granični vodonosnici Hrvatske i Slovenije između Kvarnerskog i Tršćanskog zaljeva.- Arhiv Hrvatski geološki institut, Zagreb.*
- BOLLE, H.J /ed./ (2003): *Mediterranean Climate – Variability and Trends. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.*
- BONACCI, O. (1995): *Brackish karst spring Pantan. Acta Carsologica. XXIV, 97-107.*
- BONACCI, O. (2002): *Studija Bilanca voda Hrvatske - prva faza na razini prosječnih tridesetogodišnjih vrijednosti u razdoblju 1961.-90. Arhiv Građevinskog fakulteta Sveučilišta u Splitu, Split, 2002.*
- BONACCI, O., FRITZ, F. & DENIĆ, V. (1995): *Hydrogeology of Slanac spring, Croatia. Hydrogeology J. 3(3), 31-40.*
- BONACCI, O. & ROJE-BONACCI, T. (1997): *Hidrološka analiza dinamike kolebanja razine vode bunara vodovoda Pula u cilju zaštite njihovih voda.- Arhiv BONACCI-hidro-geo d.o.o., Split.*
- BONACCI & HORVAT (2003): *Bilanca voda Hrvatske - dostignuća i potrebe. u: Zbornik radova 3. Hrvatske Konferencije o Vodama, Osijek, 28-31. svibnja, 33-43*
- BRKIĆ, Ž., BIONDIĆ, R., PAVIČIĆ, A., SLIŠKOVIĆ, I., MARKOVIĆ, T., TERZIĆ, J., DUKARIĆ, F. & DOLIĆ, M. (2006): *Određivanje cjelina podzemnih voda na Jadranskom slivu prema kriterijima Okvirne direktive o vodama.- Arhiv Hrvatski geološki institut, Zagreb.*
- BRKIĆ, Ž., BIONDIĆ, R., KAPELJ, J., KAPELJ, S. & MARKOVIĆ, T. (2005): *Karakterizacija vodnih cjelina na Crnomorskom slivu u okviru implementacije Okvirne direktive o vodama.- Arhiv Hrvatski geološki institut, Zagreb.*
- BULJAN, R., MARKOVIĆ, T. & ZELENKA, M. (2006): *Vodonosnik zapadnog dijela Progovog polja na otoku Lastovu.- Rudarsko-geološko-naftni zbornik. Vol. 18, str. 15-27, Zagreb.*
- BULJAN, R. & RENIĆ, A. (2000): *Zdenci u zaleđu Slanog – lokalitet Nereza.- U (ur.: VLAHOVIĆ, I. & BIONDIĆ, R.): Vodič ekurzija. 2. Hrvatski geološki kongres, Cavtat-Dubrovnik.*
- CANTER, L.W. (1997): *Nitrates in groundwater.- CRC Lewis publisher.*
- CIS GUIDENCE 2 (2003): *Identifikacija vodnih tijela.*
- CIS GUIDENCE 3 (2003): *IMPRESS. Analiza pritisaka i utjecaja.*
- CIS GUIDENCE 7 (2003): *Monitoring.*
- CIS GUIDENCE 9 (2003): *Implementacija elemenata GIS-a Okvirne direktive o vodama.*
- CIS GUIDENCE 15 (2007): *Vodič o praćenju podzemnih voda.*
- CIS GUIDENCE 16 (2007): *Guidance on Groundwater in Drinking Water Protected Areas.*



- CIS GUIDENCE 17 (2007): *Guidance on preventing or limiting direct and indirect inputs in the context of the Groundwater directive 2006/118/EC.*
- COETSIERS, M., BLASER, P., MARTENS, K. & WALRAEVENS, K. (2008): *Natural background levels and threshold values for groundwater in fluvial Pleistocene and Tertiary marine aquifers in Flanders, Belgium.- Environ. Geol.*
- COST 620 (2004): *Vulnerability and risk mapping for the protection of carbonate (karst) aquifers. EUR 20912 EN, Final report. Directorate-General Science, Research and Development, Brussels, Belgium.*
- DIKOVIĆ, S. (2003): *Kakvoća prirodnih resursa voda uključenih u vodoopskrbu u Istarskoj županiji u 2003. godini.- Arhiv Zavod za javno zdravstvo Istarske županije, Pula.*
- DIKOVIĆ, S. (2004): *Kakvoća prirodnih resursa voda uključenih u vodoopskrbu u Istarskoj županiji u 2004. godini.- Arhiv Zavod za javno zdravstvo Istarske županije, Pula.*
- DIKOVIĆ, S. & STIPIĆ, Ž. (2005): *Kakvoća prirodnih resursa voda uključenih u vodoopskrbu u Istarskoj županiji u 2005. godini.- Arhiv Zavod za javno zdravstvo Istarske županije, Pula.*
- DIKOVIĆ, S. & STIPIĆ, Ž. (2006): *Kakvoća prirodnih resursa voda uključenih u vodoopskrbu u Istarskoj županiji u 2006. godini.- Arhiv Zavod za javno zdravstvo Istarske županije, Pula.*
- DIKOVIĆ, S. (2007): *Kakvoća prirodnih resursa voda uključenih u vodoopskrbu u Istarskoj županiji u 2007. godini.- Arhiv Zavod za javno zdravstvo Istarske županije, Pula.*
- DIREKTIVE O PODZEMNIM VODAMA 2006/118/EC (2006): *Direktiva Europskog parlamenta i Vijeća o zaštiti podzemnih voda od onečišćenja i pogoršanja kakvoće.*
- DHMZ (2009): *Karta prostornog rasporeda srednjih godišnjih temperatura zraka za razdoblje 1961.-1990.*
- DHMZ (2009): *Karta prostornog rasporeda srednjih godišnjih oborina za razdoblje 1961.-1990.*
- DHMZ (2009): *Karta prostornog rasporeda specifičnih godišnjih protoka produciranih na prostoru Hrvatske proračunatih po metodi Langbeina za razdoblje 1961.-1990.*
- DRAFTING GROUP WGC-2 (2007): *Towards a guidance on Groundwater Chemical Status and Threshold Values.*
- DRAFTING GROUP WGC-2 (2008): *Guidance on Groundwater Status and Trend Assesment.*
- DRŽAVNI ZAVOD ZA ZAŠTITU PRIRODE: NATURA 2000.- <http://www.natura2000.hr>
- ECOINA (2005): *Studija o utjecaju na okoliš, za izgradnju stanice i sanaciju odlagališta otpada «Treskavac» na otoku Krku, Zagreb, npublicirano.*
- GEO-5 (1995-2003): *Godišnji izvještaji o osmatranjima razina podzemnih voda na području Zapadne i Južne Istre (nositelj zadatka Mihovilović, M.), Rovinj, npublicirano.*
- GEO-EKO (2009): *Hidrogeološki objekti zapadne i južne Istre – Elaborat praćenja razina podzemnih voda na području Zapadne i južne Istre u period 1996.-2002.g. (nositelji Vlahović, I, Kralj, N.), Zagreb, npublicirano.*
- GLC2000 (2003): *Global Land Cover 2000 database. European Commission. Joint Research Centre. <http://www-gem.irc.it/glc2000/>.*
- GLUŠČEVIĆ, T. (2002): *Vodnogospodarska osnova Hrvatske. Procjena i prikaz stanja te učinkovitosti provedenih mjera zaštite voda na području Hrvatske.- Arhiv IGH, Zagreb.*
- HEP/ELEKTROPROJEKT (2000): *Hidroelektre u Hrvatskoj. Zagreb.*

- HERAK, M. (1980): *Sustav navlaka između Vrbovskog i Delnica u Gorskom kotaru (Hrvatska). (The Nappe-system between Vrbovsko and Delnice in Gorski kotar (Croatia)). Acta geologica 10/2, Prirod. istr., JAZU, 35-51, Zagreb.*
- HERAK, M. (1986): *A new concept of geotectonics of the Dinarides (Nova koncepcija geotektonike Dinarida). Acta geologica 16/1, (Prirod. istr. 53), JAZU, 1-42, Zagreb.*
- HERAK, M. (1994): *Dinaridi - mobilistički osvrt na genezu i strukturu. Acta geologica 21/2, (Prirod. istr. 63), JAZU, 35-117, Zagreb.*
- HINIĆ V. (2001): *Studija optimalnog vodozahvata na području Ponikava – Kakvoća voda, Rijeka, nepublicirano.*
- HORVAT, B. & RUBINIĆ, J. (2006): *Annual runoff estimate- an example of karstic aquifers in the transboundary region of Croatia and Slovenia. Hydrological Sciences Journal. 51/2; 314-324.*
- HRVATSKE VODE VGO ZAGREB (2001): *Studija Vodnogospodarska osnova Hrvatske – Hidrologija – Sliv Save (nositelj Kratofil, L.), Zagreb, nepublicirano.*
- HRVATSKE VODE, VGO ZAGREB (2005): *Studija malih voda sliva Save (nositelj zadatka Barbalić, M.), Zagreb, nepublicirano.*
- HRVATSKE VODE (2009): *Strategija upravljanja vodama.- (ur.) Biondić, D., Arhiv Hrvatske vode, Zagreb.*
- HRVATSKE VODE VGO RIJEKA, INSTITUT ZA ELEKTROPRIVREDU I ENERGETIKU (2002): *Studija Vodnogospodarska osnova Hrvatske – Hidrološka studija za vodno područje primorsko-istarskih slivova (nositelj Rubinić, J), Rijeka, nepublicirano.*
- HRVATSKE VODE VGO SPLIT (2006): *Plan upravljanja slivom rijeke Krke.- Arhiv Hrv. vode, Split.*
- HRVATSKI GEOLOŠKI INSTITUT: *Osnovna geološka karta HR (M 1:100.000). Listovi: Bihać, Biograd, Cres, Crikvenica, Črnomelj, Delnice, Drniš, Drvar, Dubrovnik, Gospić, Imotski, Jelsa, Knin, Korčula, Labin, Lastovo, Lošinj, Metković, Molat, Obrovac, Ogulin, Omiš, Otočac, Palagruža, Ploče, Primošten, Pula, Rab, Rijeka, Rovinj, Šibenik, Silba, Sinj, Slunj, Split, Ston, Trebinje, Trst, Udbina, Vis, Zadar.- Arhiv Hrvatski geološki institut, Zagreb.*
- HRVATSKI GEOLOŠKI INSTITUT: *Hidrogeološka karta RH (M 1:200.000). Listovi: Rovinj, Pula i Ljubljana, Senj.- Arhiv Hrvatski geološki institut, Zagreb.*
- IGH PC Rijeka (2006): *Plan navodnjavanja Istarske županije (nositelj Ravlić, N.), Rijeka, nepublicirano.*
- INSTITUT ZA ELEKTROPRIVREDU I ENERGETIKU (2002): *Vodnogospodarska osnova Hrvatske – Hidrološka studija za vodno područje primorsko-istarskih slivova, Knjiga 2 – Podloge i obrade (nositelj izrade Pavić I.), Zagreb, nepublicirano.*
- INSTITUT ZA ELEKTROPRIVREDU I ENERGETIKU (2005): *Hidrološka obrada malih voda obrađena na slivu Zrmanje i Ličkom platou (nositelj Pavić, I.), Zagreb, nepublicirano.*
- INSTITUT ZA ELEKTROPRIVREDU I ENERGETIKU (2007): *Hidrološka obrada malih voda Ravnih kotara i Vranskog jezera s priobalnim područjem (nositelj Šutić, R., Lubura Matković, T.), Zagreb, nepublicirano.*
- INSTITUT ZA ELEKTROPRIVREDU I ENERGETIKU (2007): *Hidrološka obrada malih voda Cetine, Jadra i Žrnovnice (nositelji Petrićec, M., Ričković, V.), Zagreb, nepublicirano.*
- INSTITUT ZA ELEKTROPRIVREDU I ENERGETIKU (2007): *Hidrološka obrada malih voda Sliva Neretve sa slivnim područjem Baćinskih jezera i Imotskog polja (nositelji Petrićec, M., Ričković, V.), Zagreb, nepublicirano.*
- INSTITUT ZA ELEKTROPRIVREDU I ENERGETIKU (2007): *Hidrološka obrada malih voda sliva Dubrovačkog primorja (nositelji Petrićec, M, Lubura Matković, T.), Zagreb, nepublicirano.*

- INSTITUT ZA ELEKTROPRIIVREDU I ENERGETIKU/ HRVATSKE VODE VGO SPLIT (2002): *Vodnogospodarska osnova Hrvatske – Hidrološka studija za vodno područje dalmatinskih slivova (nositelji izrade Švonje M., Pavić, M.), Split, nepublicirano.*
- IVIČIĆ, D. (1997): *Hidrogeološka studija dalmatinskih otoka.- Arhiv Hrvatski geološki institut, Zagreb.*
- KALEB, S., BEROVIĆ, N. KALE, A. (2005): *Vodovod Zadra. Vodovod Zadar, Zadar.*
- KAPELJ, S (2008): *Studija upravljanja vodama sliva Jadra i Žrnovnice. Dodatak I. Tehnički izvještaj o provedenom trasiranju ponora u Postinju kod Muća.- Arhiv Geotehnički fakultet, SuZ, Varaždin.*
- KAPROJEKT (2007): *Studija razvitka vodoopskrbe na području Karlovačke županije (projektant Petričić, M.), Karlovac, nepublicirano.*
- KATALINIĆ, A.; RUBINIĆ, J.; BUŠELIĆ, G. (2007): *Hydrology of two coastal karst cryptodepressions in Croatia : Vrana lake vs Vrana lake // Proceedings of the 12th World Lake Conference (Taal 2007). Jaipur : Ministry of Environment & Forests, Government of India., 732-743.*
- KORBAR, T. & KUHTA, M. (2006): *Geološka i hidrogeološka istraživanja na području predložene lokacije centra za gospodarenje otpadom Splitsko-dalmatinske županije kod Lećevice. Konačni zaključak.- Arhiv HGI, Zagreb.*
- KORBAR, T. & KUHTA, M. (2006): *Geološka i hidrogeološka istraživanja na području predložene lokacije centra za gospodarenje otpadom Splitsko-dalmatinske županije kod Lećevice.- Arhiv HGI, Zagreb.*
- KORBAR, T. & KUHTA, M. (2006): *Geološka i hidrogeološka istraživanja na području predložene lokacije centra za gospodarenje otpadom Splitsko-dalmatinske županije kod Lećevice. Dopunsko izvješće. Rezultati trasiranja jame na lokaciji centra.- Arhiv HGI, Zagreb.*
- KVASTEK, K. (1989): *Praćenje dinamike toka podzemne vode od ponora Čiže do izvora V.Gradole prilikom kontinuiranog ulijevanja vode iz akumulacije Butoniga u ponor Čiže. Arhiv Instituta Ruđer Bošković, Zagreb, Nepublicirano.*
- LEVAČIĆ, E. (1997): *Osnove geokemije vode.- Geotehnički fakultet, SuZ, Varaždin.*
- MATSCHULLAT, J., OTTENSTEIN, R. & REINMANN, C. (2000): *Geochemical background – can we calculate it?.- Environmental Geology, 39 (9), 990-1000.*
- MILANOVIĆ, P.T. (2006): *Karst istočne Hercegovine i Dubrovačkog primorja. ASOT, Beograd.*
- MUNDA, B. (2007): *Trasiranje podzemnog toka vode, kao dio projekta namjenskih hidrogeoloških istraživanja mikrozone potencijalnog centra za gospodarenje otpadom Zadarske županije na lokaciji zapadno od Biljana Donjih.- Arhiv Geoaqua, Zagreb.*
- MUNDA, B., TRUTIN, M. & MATIĆ, N. (2008): *Izrada zaštitnih zona izvorišta na širem području Udbine.- Arhiv Geoaqua, Zagreb.*
- NARODNE NOVINE 70/05 (2005): *Zakon o zaštiti prirode.*
- NARODNE NOVINE 130/05 (2005): *Strategija gospodarenja otpadom Republike Hrvatske*
- NARODNE NOVINE 85/07 (2007): *Plan gospodarenja otpadom u Republici Hrvatskoj za razdoblje 2007.-2015. godine*
- NARODNE NOVINE 47/08 (2008): *Pravilnik o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće.*
- NARODNE NOVINE 77/98 (1998): *Uredba o klasifikaciji voda.*
- OKVIRNA DIREKTIVA O VODAMA (ODV) 2000/60/EC (2000): *Water Framework Directive of the European Parliament and of the Council establishing a framework for Community action in the field of water policy.*
- PAVLIN, Ž. (2000): *Sektorska obrada i podloge za vodnogospodarsku osnovu Hrvatske. Postojeće hidroelektrane. Katastar.- Arhiv Elektroprojekt, Zagreb.*

- PERČEĆ TADIĆ, M. (2008): *Geostatističko kartiranje klimatoloških varijabli. U: Klimatski atlas Hrvatske 1961-1990 (ur: Zaninović K i drugi), Državni hidrometeorološki zavod (DHMZ), Zagreb.*
- PRŠIĆ, M. (2002): *Vodnogospodarska osnova Hrvatske. Grana plovidbe. Nacionalna strategija upravljanja vodama.- Građevinski fakultet, SuZ, Zagreb.*
- ROMIĆ, D. (2002): *Vodnogospodarska osnova Hrvatske. Korištenje voda. Navodnjavanje.- Arhiv Agronomski fakultet, SuZ, Zagreb.*
- RUBINIĆ, J. (2005): *Hidrološke značajke izvorišta vodoopskrbe na području otoka Krka - Hidrološka analiza u svrhu novelacije zaštitnih zona izvorišta vodoopskrbe, Arhiva Vodovoda Ponikve, Krk.*
- RUBINIĆ, J. (2005): *Vodni resursi i značajke kopnenih voda Istre u sušnim razdobljima – hidrološka studija. Arhiv Građevinskog fakulteta Rijeka, Rijeka, nepublicirano.*
- RUBINIĆ, J. (2005): *hidrološke značajke izvorišta vodoopskrbe Na području otoka Krka. Arhiv Vodovoda Ponikve“, Krk, nepublicirano.*
- RUBINIĆ, J. (2007 a): *Problemi zaslanjena, korištenja i precrpljivanja priobalnih krških izvora i vodonosnika - primjeri iz sjeverno-jadranskog područja // Knj. 3 : Vodnogospodarski aspekti razvoja navodnjavanja u priobalju i krškom zaleđu Hrvatske / Ožanić, Nevenka ; Benac, Čedomir ; Delula Tibljaš Aleksandra, Vrkljan Ivan (ur.). Rijeka : Građevinski fakultet Rijeka,. Str. 321-387.*
- RUBINIĆ, J. (2007b): *Studija o tehnološkim i vanjskim vodama za zamjenski blok TE Plomin - Temeljna hidrologija, vodni resursi i sedimentacijski procesi na utjecajnom području TE Plomin. Arhiv Građevinskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci, Rijeka.*
- RUBINIĆ, J. (2008): *Hidrološka analiza voda rijeke Mirne i bujice Krvar na području planiranog golf igrališta Brkač. Arhiv Građevinskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci. Rijeka, nepublicirano.*
- RUBINIĆ, J.; BATELIĆ, A.; KUKULJAN, I. (2000): *Hidrološka analiza pojave zaslanjenja Labinskog izvorišta vodoopskrbe Fonte Gaia u rujnu 1998. godine. // Hrvatske vode 8; 17-24.*
- RUBINIĆ, J.; KOGOVIŠEK, J.; DIKOVIĆ, S.; PETRIĆ, M.; HRVOJIĆ, E.; KNEZ, M.; SLABE, T.. (2006): *Vode gornjeg i srednjeg toka rijeke Mirne. Hrvatske vode. 14 (2006) , 54; 1-14.*
- RUBINIĆ, J.; TRAVICA, T.; RUŽIĆ, I.; OŠTRIĆ, M. (2007): *Hidrologija krških priobalnih izvora s područja Novog Vinodolskog i Podvelebitskog primorja // HRVATSKE VODE I EUROPSKA UNIJA - IZAZOVI I MOGUĆNOSTI / Gereš, Dragutin (ur.). Zagreb : Hrvatske vode, 2007. 447-454*
- RUBINIĆ, J.; HORVAT, B., KUHTA, M. & STROJ, A. (2007): *Analiza izdašnosti priobalnih izvora na području opatije korištenjem termalnih infracrvenih satelitskih snimaka. U: Zborniku radova Hrvatske vode i Europska unija - Izazovi i mogućnosti (Ur: Gereš, D.). Hrvatske vode, Zagreb.*
- RUBINIĆ, J.; OŠTRIĆ, M.; HORVAT, B. (2007): *Primjena geostatističkih analiza na primjeru krške akumulacije Ponikve // Hrvatske vode i Europska unija - izazovi i mogućnosti / Gereš, Dragutin (ur.). Zagreb : Hrvatske vode, 456-463.*
- RUBINIĆ, J., ŠUPE, M. (2009): *Problem zaslanjenja sustava Vranskog jezera u Dalmaciji – stanje 2008. g. i ocjena mogućnosti osiguranja inicijalnog rješenja zaštite. Arhiv PP Vransko jezero, Biograd, nepublicirano.*
- SMOLJAN, Z. (2002): *Voda za piće.- Vjesnik Zavoda za javno zdravstvo Dubrovačko-neretvanske županije. Godina 1, broj 3, Dubrovnik*
- ŠTAMBUK-GILJANOVIĆ, N. (1998): *Vode Neretve i njezina porječja.- Zavod za javno zdravstvo Županije splitsko-dalmatinske, Split.*
- ŠTAMBUK-GILJANOVIĆ, N. (2009): *Vodoopskrbni sustavi na području Splitsko-dalmatinske županije.- Hrvatska vodoprivreda, broj 192, god. XVIII, 39-45.*

- ŠTEFANEK, Ž. (1996): *Vodoopskrbni sustav Krka, akumulacija Ponikve. Arhiv Hidroinženjering, Zagreb, nepublicirano.*
- TECHNICAL REPORT 1 (2001): *The EU Water Framework Directive: Statistical aspects of the identification of groundwater pollution trends, and aggregation of monitoring results. Final reportž.*
- TECHNICAL REPORT 2 (2004): *Groundwater body characterization.*
- TECHNICAL REPORT 3 (2004): *Groundwater risk assesment.*
- TECHNICAL REPORT 4 (2004): *Groundwater monitoring.*
- TECHNICAL REPORT 5 (2007): *Mediterranean groundwater report. Technical report on groundwater management in the Mediterranean and the Water Framework Directive.*
- TECHNICAL REPORT (2007): *Towards a guidance on groundwater chemical status and threshold values.*
- TECHNICAL REPORT (2007): *Guidence on groundwater status and trend assesment.*
- UDILJAK, S., DENIH, M., SVETINA, B. & PEKAŠ, Ž.(1989): *Zaštita izvora rijeke Une. Hidrogeološki i sanitarno-tehnički radovi. I. faza.- Arhiv INA Projekt, Zagreb.*
- URUMOVIĆ, K. (2000): *Uvjeti prodora morske vode u krški vodonosnik pulskih zdenaca. U: Zborniku radova 2.Hrvatskog geološkog kongresa, Cavtat-Dubrovnik 17.-20.05.2000. (Ur. Vlahović, I i Biondić, R.), Institut za geološka istraživanja, Zagreb, 815-820.*
- URUMOVIĆ,K.; RUBINIĆ, J. (2000): *Vodoopskrbni sustav Istre, knjiga 1, Idejno rješenje sustava izvorišta vode u regionalnom prostoru, Arhiv Hidroprojekt-ing, Zagreb, nepublicirano.*
- VELIĆ, J. (2004): *Definiranje tipova površinskih voda. Geološko-litološke podloge. Tumač.- Arhiv RGN fakulteta, SuZ, Zagreb.*
- VODOTOK (2008): *Studija Prostorna sistematizacija hidrografskih podataka za vodno područje dalmatinskih slivova (nositelj Aleksić, Lj., Pavić, I.), Zagreb, nepublicirano.*
- ZAVOD ZA JAVNO ZDRAVSTVO ISTARKE ŽUPANIJE (2007): *Kakvoća prirodnih resursa voda uključenih u vodoopskrbu u Istarskoj županiji u 2007. godini.- Arhiv ZJŽIŽ, Pula.*