



M O L B E O G R A D

Akcionarsko društvo za hemiju, biotehnologiju i konsalting
Batajnički put br. 2, 11080 Beograd, tel/faks: (011) 193 244,
(011) 192 384 e-mail: mol@eunet.rs http://www.mol.rs



STUDIJA O KVALITETU BUNARSKE VODE NA TERITORIJI GO OBRENOVAC KOJA NIJE OBUHVAĆENA VODOVODNOM MREŽOM

Uvodna knjiga

Sastavni deo ove studije su Uvodna knjiga (sa opštim delom), Izveštaj o ispitivanju bunarskih voda na teritoriji GO Obrenovac – knjiga 1, Izveštaj o ispitivanju bunarskih voda na teritoriji GO Obrenovac – knjiga 2 i Izveštaj o ispitivanju bunarskih voda na teritoriji GO Obrenovac – knjiga 3

Beograd, decembar 2010. godine



M O L B E O G R A D

Akcionarsko društvo za hemiju, biotehnologiju i konsalting
Batajnički put br. 2, 11080 Beograd, tel/faks: (011) 193 244,
(011) 192 384 e-mail: mol@eunet.rs http://www.mol.rs



Sadržaj:

1. Geografski položaj opštine Obrenovac.....	1
2. Opšte klimatske karakteristike opštine Obrenovac.....	1
3. Opšte geomorfološke karakteristike opštine Obrenovac.....	2
4. Opšte hidrološke karakteristike opštine Obrenovac	2
5. Geološke i hidrogeološke karakteristike opštine Obrenovac.....	3
6. Parametri metode.....	7
7. Zaključak.....	14

Prilozi:

Topografska karta	(Prilog 1)
Geološka karta	(Prilog 2)
Hidrogeološka karta	(Prilog 3)
Primer hromatograma organohlornih pesticida , fungicida i herbicida	(Prilog 4)



M O L B E O G R A D

Akcionarsko društvo za hemiju, biotehnologiju i konsalting
Batajnički put br. 2, 11080 Beograd, tel/faks: (011) 193 244,
(011) 192 384 e-mail: mol@eunet.rs <http://www.mol.rs>



Studija o kvalitetu bunarske vode na teritoriji GO Obrenovac koja nije obuhvaćena vodovodnom mrežom rađena je u skladu sa Ugovorom br. 852/10 od 22.07.2010. godine (naš broj U-355/10 od 23.07.2010. godine). Studijom je obuhvaćeno 14 lokaliteta sa ukupno 353 objekta. Sastavni deo ove studije su Uvodna knjiga (sa opštim delom), Izveštaj o ispitivanju bunarskih voda na teritoriji GO Obrenovac – knjiga 1, Izveštaj o ispitivanju bunarskih voda na teritoriji GO Obrenovac – knjiga 2 i Izveštaj o ispitivanju bunarskih voda na teritoriji GO Obrenovac – knjiga 3



M O L B E O G R A D

Akcionarsko društvo za hemiju, biotehnologiju i konsalting
Batajnički put br. 2, 11080 Beograd, tel/faks: (011) 193 244,
(011) 192 384 e-mail: mol@eunet.rs <http://www.mol.rs>



Učesnici u izradi studije:

1. Nikola Glumac, dipl.ing.geol.
2. Danijela Belić, dipl.hem.
3. Miodrag Pergal, dipl.hem.
4. Gordana Vučković, dipl.hem.
5. Bojana Stanimirović, dipl.biohem.
6. Milovan Radenović, dipl.ing.teh.
7. Marija Panajotović, dipl.hem.
8. Ilić Darko, tehničar
9. Slobodan Ilić, tehničar
10. Vasko Nanušeski, tehničar
11. Snežana Kovačević, tehničar
12. Olga Milojević, tehničar

Za MOL a.d.
Direktor

Jelena Petrović, dipl.hem.



1. Geografski položaj Opštine Obrenovac

Obrenovačka opština je jedna od šesnaest beogradskih. Prostire se u donjem toku reka Tamnave, Kolubare i Save na kontaktu nekoliko geografskih regija, a zahvata površinu od 41.000ha (410 km²). Opština se prostire između 44° 30' i 44° 45' severne geografske širine i 20° i 20° 20' istočne geografske dužine (slika br. 1).

Na severu, granica opštine Obrenovac prema Sremu u potpunosti je prirodna i pruža se sredinom reke Save. Istočna granica prema opštinama Čukarica i Barajevo određena je temenima i kosama, u najvećem delu je prirodna i prolazi kroz najviši deo teritorije opštine. Prema opštini Lazarevac, granica je relativno kratka i izvučena je duž vododelnica i vodoslivnica. Na jugu, prema opštini Lajkovac granica je potpuno prirodna i određena je tokovima Kolubare i Tamnave. Granica prema opštini Ub je velikim delom administrativna, a to se dobro uočava između atara sela Ljubinic i Joševa, kao i prema zapadu sve do reke Vukodraža. Prema Vladimircima, granica je najvećim delom prirodna i proteže se rekom Vukodražom.

Vazдушnom linijom, državna granica je od Obrenovca udaljena oko 80 kilometara ka istoku. U Obrenovcu se ukrštaju važni putevi, koji od Beograda, udaljenog svega 29 kilometara ka istoku, vode na zapad ka Šapcu, Loznici i zatim Bosni i Hercegovini i Hrvatskoj, odnosno ka Valjevu i Ibarskoj magistrali.



Slika br. 1

2. Opšte klimatske karakteristike opštine Obrenovac

Prostor opštine Obrenovac odlikuje se uglavnom **umereno-kontinentalnom klimom**, koja se karakteriše toplim letima i hladnim zimama. Prema M. Radovanovicu (Radovanovic M. 2001), doline Drine i Kolubare (orotopografski sklop terena) imaju veoma bitnu ulogu u orijentaciji vazдушnih strujanja za ovaj deo Srbije. Vazдушne mase obogaćene vlagom, koje dolaze sa severozapada, u suštini prate pravac pružanja Dinarida. Međutim, brojni ogranci glavne struje, prateći najpovoljnije prolaze uvlače se u rečne doline desnih pritoka Save koje su uglavnom orijentisane u pravcu sever-jug. Najzanimljiviji i najvažniji klimatski elemenat je vetar i nalazi se u direktnoj zavisnosti od cirkulacije u atmosferi i orografije. U Obrenovcu, vetar najčešće duva iz jugoistočnog kvadranta (svaki treći dan) i ima najveću prosečnu brzinu. Godišnji broj dana sa jakim vetrom (jačine 6 bofora i više) u proseku



iznosi 124, sa maksimumom u martu (15 dana) i minimumom u avgustu (7 dana). Vetrovi iz severnog i južnog kvadranta u Obrenovac retko donose padavine (Dimitrijević V. 1998). **Pravac vetra je veoma značajan zbog rasporeda pojedinih zagadivača.**

3. Opšte geomorfološke karakteristike opštine Obrenovac

Najveći deo opštine Obrenovac nalazi se na makroplavini reke Kolubare. Plavine predstavljaju uzvišenja od recnog nanosa, koja pripadaju grupi akumulativnih fluvijalnih oblika. Stvaraju se oko ušća reka, na mestima gde mali rečni padovi zamenjuju velike. S obzirom da je površina plavine na ušću reke Kolubare veća od 5 km², ona se svrstava u kategoriju makroplavina.

Ake se bočna reka uliva u glavnu reku koja nije u stanju da prihvati i dalje transportuje obilan materijal makroplavinske reke, makroplavina se širi i potiskuje glavnu reku. Makroplavine su uglavnom stvarane u toku kvartara za vreme izrazito vlažne klime. Znači, Obrenovačka Posavina predstavlja makroplavinu Kolubare kojom je Sava potisnuta desetak kilometara severno od svog inicijalnog toka ispod Posavskog odseka. Makroplavina Kolubare sa Tamnavom zahvata površinu od 288 km².

Utvrđeno je da se 56,3 % teritorije opštine Obrenovac nalazi na nadmorskoj visini nižoj od 100 m. Do 200 m nadmorske visine nalazi se 92,2 % teritorije opštine (378 km²), odnosno najveći deo pripada niziji. Visija obuhvata nešto manje od 8 % istocnog dela teritorije opštine, odnosno desnu dolinsku starnu reke Kolubare. Na osnovu izračunavanja došlo se do podatka da je srednja nadmorska visina teritorije opštine 112 m.

4. Opšte hidrološke karakteristike Opštine Obrenovac

U hidrološkom pogledu, opština Obrenovac je okružena recnim tokovima koji najvećim delom predstavljaju granične tokove. Sredinom teritorije protice reka Kolubara koja ima karakteristike bujičnog rečnog toka te predstavlja opasnost zbog čestih izlivanja u prolećnom periodu, kao i reka Tamnava koja je danas znatno skraćena i uliva se u Kolubaru kod Velikog Polja. Teritorija opštine je bogata kako površinskim tako i podzemnim vodama što predstavlja pogodnost u budućem vremenu kada će problem vode biti još dominantniji i komplikovaniji za rešavanje.

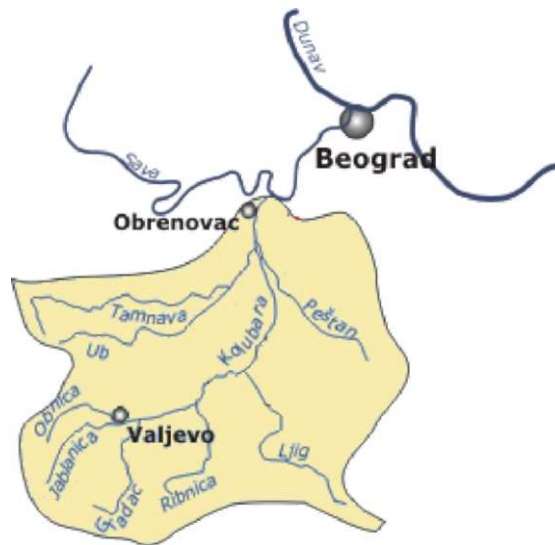
Kolubara nastaje od Obnice i Jablanice koje se spajaju 1 km uzvodno od Valjeva, na oko 195 m nadmorske visine. Od Valjeva pa do ušća u Savu nedaleko od Obrenovca (ušće se nalazi na 73 m nadmorske visine), Kolubara ima dužinu od 86,4 km. Prema dužini toka i površini sliva od 3.641 km², Kolubara se ubraja u reke srednje veličine. Najveći deo vode kroz korito Kolubare protekne u vidu nekoliko poplavnih talasa, najčešće tokom zimskih i prolećnih meseci (najveći srednji mesečni proticaj je u martu, a najmanji u septembru). Vodni bilans sliva Kolubare pokazuje prostornu i vremensku neujednačenost na koju najvećim delom utiče reljef, klima i geološki sastav. Prema proračunima M.Ocokoljica (1993/94), od ukupne količine vodenog taloga koji se izluči na sliv Kolubare, 25% otiče, a 75% isparava.

S obzirom na hipsometrijske karakteristike terena, tj. njegovu dominantnu nagnutost od juga prema severu, kao i nagnutost slojeva, sasvim je opravdano da se u tom smeru dešava i kretanje podzemnih voda. Evolucija terena i njegov geološki sastav zaslužni su za formiranje velikih kolektora (peskovi, šljunkovi i peskovite gline) podzemnih voda, koje predstavljaju glavni prirodni potencijal ovog, ali i



daleko šireg prostora. Naime, freatska izdan formirana na ovom terenu predstavlja deo prostrane hidraulički povezane freatske izdani Mačve, Kolubare i Tamnave, na koju se nadovezuje i Makiš.

Freatska izdan se hrani infiltracijom atmosfere vode kao i infiltracijom vode iz rečnih korita, a odatle se dalje crpi i preraduje za piće i sanitarne potrebe. Dakle, čitava donjokolubarska dolina i Posavina sa Makišem čine poseban region kada su u pitanju podzemne vode kao prirodni resurs nemerljivog značaja.



Shematizovan prikaz slivne površine i pritoka reke Kolubare.

5. Geološke i hidrogeološke karakteristike opštine Obrenovac

Geološka građa

Prikaz geološke građe izvršen je za šire područje .

Tercijar (Tc)

Sarmat (M₃¹)

Sedimentni sarmata nisu konstatovani na području izvorišta, ali se na površini terena javljaju jugoistočno, uz aluvijon Baričke reke. Izgrađuju ga gline, peskovite gline, laporci i krečnjaci. Južno od izvorišta, izradom duboke bušotine OB-1 kod hotela "Obrenovac" sarmatski sedimenti konstatovani su na dubini 172-220 m (laporci, laporoviti krečnjaci).

Panon (M₃²)

Panonski sedimenti na geološkoj karti rasprostranjeni su na površini terena u krajnjem jugoistočno delu , a predstavljeni su pretežno glinovitim i laporovitim tvorevinama. Panon je predstavljen pretežno glinovitim i laporovitim sedimentima. Na izvesnim mestima, zastupljeni su i glinoviti peskovi sa



preovladujućom glinovitom komponentom. Ovi slojevi mogu se dobro posmatrati kod Dubokog, na desnoj obali Save nedaleko od Obrenovca. Prosečna debljina panonskih tvorevina iznosi 260 m. U dubokoj bušotini kod hotela "Obrenovac", OB-1 na intervalu 130-172 konstatovane su gline i laporci donjeg panonu, dok su iznad 130 m dubine konstatovane gline različite boje koje pripadaju gornjem panonu.

Pont (PIO)

Sedimenti pontske starosti predstavljeni su laporovito-glinovitim tvorevinama čine podinu kvartarnim sedimentima. Istražnim bušenjem konstatovano je njihovo rasprostranjenje na dubinama od 11 do 21 m ispod površine, pri čemu se dubina do ovih sedimenata povećava postepeno idući od juga prema severu do reke Save. Geoelektričnim sondiranjem konstatovano je da se debljina ovih naslaga na širem području kreće od 100 do 350 m.

Kvartar (Q)

Holocen

Kvartarni sedimenti nataloženi su direktno preko tercijarnih naslaga. Predstavljeni su terasnim tvorevinama (t), sedimentima fluvijalnog genetskog tipa: facija povodnja (ap), facija korita-ade, plaže (a), kao i recentnim barama (b).

Savski aluvijum (al)

Sedimenti su predstavljeni peskovitim šljunkovima, šljunkovitim peskovima, peskovima raznih frakcija sa preovlađujućom srednjezrnim komponentom, peskovima prašinstim i glinovitim i peskovitim glinama. Pri samoj površini zastupljen je humificirani sloj promenljive debljine.

Debljina tvorevina kreće se od 13 do 21,2 a najveća je prema priobalnim delovima reke Save. Prvi litološki član, rasprostranjen preko tercijarnih gлина su peskoviti šljunkovi. Šljunkovi su sa preovlađujućim sitnozrnim, ređe krupno zrnim frakcijama. U njihov sastav ulazi 35-48% peskova svih granulacija uz preovlađujuću srednjezrnu komponentu. Prosečna debljina svih šljunkova na mestima gde su otkriveni iznosi 2,7 m.

Iznad šljunkova, razvijen je horizont šljunkovitih peskova prosečne debljine 4,25 m. Prelaz između peskovitih šljunkova i šljunkovitih peskova je postepen tako da se o njima može govoriti kao o jednoj litološkoj sredini, odnosno o kompleksu peskovito-šljunkovitih sedimenata, kontinualno razvijenih na celom istražnom terenu prosečne debljine oko 4,5 m.

Najveće rasprostranjenje u građi aluvijalnog nanosa, u ovom delu istražnog terena ima horizont peskova srednjezrnih do sitnozrnih sa veoma malim sadržajem krupnozrnih i sitnozrnih prašinstih frakcija čija prosečna debljina iznosi oko 7,5 m. Krupnoća ovih peskova postepeno se smanjuje naviše, tako da u gornjim delovima prelaze i u prašinste, a ređe i u muljevite peskove.

Povlatu pomenutim peskovito-šljunkovitim tvorevinama čine fino zrniti sedimenti: prašinsti peskovi, prašina peskovite gline ili slaboplastične gline. Povlatni deo ove serije završava se humificiranim



slojem promenljive debljine (prosečno oko 1,0 m). Debljina celokupnog povlatnog sloja se u proseku kreće oko 4,5 m.

Tektonske karakteristike

U cilju sagledavanja tektonskih karakteristika prikazano je šire područje koje obuhvata listove "Obrenovac" i "Beograd", Osnovne geološke karte.

Južno od Obrenovca prostire se oblast u okviru koje su izdvojena tri strukturna sprata. Najstariji sprat čine devonsko-karbonski klastiti, srednje permski i mezozojski sedimenti, a najmlađi sprat izgrađuju neogeni i kvartarni sedimenti. Područje Obrenovca najvećim delom pripada trećoj tektonskoj jedinici od neogenih sedimenata i kvartara zapadnog dela beogradske Posavine i donjeg dela Kolubarskog basena, dok krajnji istočni delovi pripadaju drugom strukturnom spratu izgrađenog od kompleksa mezozojskih tvorevina okoline Beograda.

Neogeni sedimenti leže transgresivno preko paleozojskih i mezozojskih tvorevina i ispresecani su čitavim nizom raseda. Svi rasedi su srednje pliocenske starosti i imaju meridijalni pravac pružanja ili poprečno od zapada, odnosno jugozapada ka istoku i severoistoku.

U okviru ove jedinice najmarkantniji tektonski oblici južnog dela oblasti čine Kolubarsko-peštanski rased i Posavski rased .

Drugi strukturni sprat od kompleksa mezozojskih tvorevina, u istočnom delu oblasti karakteriše veoma složen tektonski sklop. Opšte pružanje ovog kompleksa je SSZ-JJI sa lokalnim odstupanjima od ovog pravca. Ovakav njihov tektonski sklop je posledica intenzivne ubranosti i izrasedanosti sa invernim pojavljivanjem pojedinih članova i kraljuštanjem.

U izučavanoj oblasti, od markantnih tektonskih oblika ove tektonske jedinice treba izdvojiti kraljušt Petrov grob-Devojački grob koji se na listu "Obrenovac" pruža pravcem SI-JZ, Rušanjsku kraljušt, pravca pružanja SZ-JI i Barajevsko-Guberevački rased. Prva dva prostiru se dalje i na listu "Beograd".

Severni deo oblasti u potpunosti je prekriven kvartarnim sedimentima koji pripadaju Panonskoj depresiji.

Hidrogeološke karakteristike

Na području obrenovca formirani su sledeći tipovi izdani:

- **zbijeni tip izdani** u okviru peskovito-šljunkovitih aluvijalnih sedimenata i
- **uslovno "bezvodni" delovi terena** u okviru aluvijalnih glina i laporovito-glinovitih pliocenskih naslaga.



M O L B E O G R A D

Akcionarsko društvo za hemiju, biotehnologiju i konsalting
Batajnički put br. 2, 11080 Beograd, tel/faks: (011) 193 244,
(011) 192 384 e-mail: mol@eunet.rs <http://www.mol.rs>



Podinu kvartarnim sedimentima na ovom području čine vodonepropusni glinoviti i glinovito laporoviti pliocenski sedimenti. U hidrogeološkom smislu oni se kategorišu kao uslovno "bezvodni" delovi terena.

Kvartarne naslage, posmatrajući u vertikalnom profilu idući od površine terena izgrađene su od povlatnih glinovitih sedimenata ispod kojih se prostiru peskovi različitih frakcija i šljunkovi. U okviru ovih sedimenata koje karakteriše intergranularni tip poroznosti, u vodonosnim peskoviti i šljunkovitim naslagama formiran je zbijeni tip izdani. Donji deo od peskova i šljunkova predstavlja litološki nehomogenu sredinu u okviru koje se sa dubinom povećava krupnoća čestica, tako da se na kontaktu sa tercijarnim sedimentima nalaze šljunkovi prečnika valutaka i do 8 cm.

Debljina vodonosnih naslaga je promenjiva i kreće se od 5-15m. Najmanja je u južnom delu, u centralnom delu iznosi od 10-12 m, a u zoni severno prema Savi gde se nalazi najveći broj bunara debljina peskovito-šljunkovitih naslaga mestimično prelazi i 15 m.

Na osnovu rezultata ranije izvedenih istraživanja vrednosti koeficijenta filtracije koje su određivane za viši nivo vodonosnog sloja (od srednjeznih i sitnozrnih peskova) debljine 6-10 m, izradom granulometrijskih analiza, kreću se u rasponu od $2 - 8 \times 10^{-5}$ m/s. Donji deo (od peskovitih šljunkova i šljunkova) debljine 4-6 m.

Gornji (povlatni) deo aluvijalnih naslaga, slabo je vodopropustan debljine je od 2-7 m, lokalno i 12.60 m, a najčešće je u granicama 4-6 m. Izgrađen je od prašiniastih peskova, suglina i glina. Koeficijent filtracije na osnovu granulometrijskih analiza je u granicama od 1.0×10^{-8} m/s do 7.0×10^{-7} m/s.

Podinski, glinoviti sloj, tercijarne starosti predstavlja praktično vodonepropusnu sredinu čije vrednosti koeficijenta filtracije su manje od 1×10^{-8} m/s.

Prihranjivanje izdani vrši se najvećim delom iz reke Save. U periodima visokih voda reke vrši se infiltracija površinske vode kroz korito reke u aluvijalne vodopropusne sedimente. Režim nivoa podzemnih voda u zavisnosti je od režima (nivoa) reke, posebno u priobalnom području, dok je ovaj uticaj slabiji idući prema centralnom delu izvorišta. Pored ovog vida prihranjivanja, izdan se manjim delom prihranjuje na račun padavina iako je površinski sloj vrlo slabo vodopropustan. Zbog veoma slabih filtracionih karakteristika, litološkog sastava (glina) tercijarnih sedimenata i njihove debljine, na nivou istraženosti naslaga na većoj dubini, ne može se govoriti o podzemnom doticaju iz dubljih, tercijarnih sedimenata i značajnijem uticaju na prihranjivanje aluvijalne izdani.

Isticanja podzemnih voda vrši se prvenstveno eksploatacijom izdanih voda bunarima vodovoda. U periodu niskih vodostaja Save vrši se isticanje podzemne vode u korito. Deo voda "gubi" se prirodno, evapotranspiracijom.



6. Parametri metode

(PRIKAZ NEKIH KARAKTERISTIKA JONA I JONSKIH VRSTA IDENTIFIKOVANIH U TOKU ISPITIVANJA)

Fizičko-hemijska odredjivanja

Sve metode koje su korišćene u radu su standardizovane po JUS-u ili stranim standardima koji su usvojeni u Srbiji. U nastavku je dat pregled određivanih parametara i njihov značaj u definisanju kvaliteta vode.

Temperatura vode

Temperatura vode je značajan parametar sa aspekta rastvorljivosti kiseonika i ostalih gasova iz vazduha u vodi. Prema Henry-jevom zakonu se rastvorljivost gasova u vodi smanjuje sa porastom temperature. Smanjenje sadržaja kiseonika u vodi ima za posledicu onemogućavanje oksidativnih procesa degradacije organske supstance, odnosno razvoja živog sveta u vodi. Smanjenje odnosno povećanje sadržaja ugljn-dioksida u vodi utiče na promenu pH vrednosti vode i fotosintetičku aktivnost živog sveta u vodi.

Termalno zagađivanje voda uglavnom se javlja kao posledica ispuštanja toplih otpadnih voda iz industrijskih postrojenja direktno u vodotokove.

Temperatura vode je merena termometrom sa podelom od 0.1°C.

Mutnoća

Mutnoća se javlja kod većine površinskih voda kao posledica prisustva suspendovane gline, mulja, fino raspoređenih organskih i neorganskih materija, planktona i drugih mikroorganizama. Merenje mutnoće vode je važno za industrije čiji se proizvodi koriste u ishrani ljudi, kao što su industrije hrane i piva.

Mutnoća je optička osobina uzorka vode i posledica je rasipanja i apsorpcije svetlosti od strane čestica koje su prisutne u vodi. Mutnoća zavisi od dimenzija, oblika i indeksa prelamanja čestica. Ne postoji direktna veza između mutnoće uzorka vode i težinske koncentracije prisutnih čestica koje se određuju kao suspendovane materije.

Mutnoća je određivana nefelometrijski prema standardnom formazinskom polimeru.

pH vrednost

Vrednost pH je definisana kao negativni logaritam aktiviteta vodoničnog jona koja je izražena u mol/L. Jednostavnije, pH vrednost vode izražava tendenciju primanja ili davanja jona vodonika prema skali od 0 (vrlo kiselo) do 14 (vrlo bazno). čista voda na 25°C je neutralna i ima definisanu pH vrednost od 7. Vrednost pH predstavlja trenutnu aktivnost vodoničnog jona pre nego puferski



kapacitet ili ukupnu rezervu kao kod određivanj aciditeta i alkaliteta. Od pH vrednosti zavise mnogi hemizmi u vodi, pa samim tim i hemijski sastav vode, kao i uslovi za razvoj živog sveta u vodi.

Vrednost pH prirodnih voda se kreće od 4 do 9 koje su uvek slabo alkalne zbog prisustva karbonata i bikarbonata. Primetno odstupanje od normalne pH vrednosti za datu vodu ukazuje na prisustvo jako kiselih ili jako alkalnih otpadnih voda.

Vrednost pH je određivana elektrohemijski, pH-metrom sa podelom od 0.01 pH jedinice.

Elektrolitička provodljivost

Elektrolitička provodljivost vode predstavlja meru sposobnosti vode da provodi električnu struju i direktno zavisi od koncentracije jonizovanih vrsta u vodi.

Elektrolitička provodljivost je određivana konduktometrijski.

Boja

Boja je rezultat rastvorenih soli metala i organskih supstanci. Rezultat pojave boje je često i promena pH sredine.

U ovom slučaju, boja je određivana opisno.

Ukupni ostatak posle isparavanja

Ukupni ostatak posle isparavanja vode predstavlja meru sadržaja rastvorenih vrsta u vodi. Kod ovih određivanja treba imati na umu da isparavanjem dolazi do gubitka ugljen-dioksida usled prelaska bikarbonata u karbonate, tako da se taj gubitak u masi uzima u obzir prilikom izračunavanja. Osim toga suvi ostatak zadržava kristalizacionu vodu, kao i nešto mehanički okludovane vode.

Ukupni ostatak posle isparavanja vode je određivan gravimetrijski iz procedenog uzorka sušenjem do konstantne mase na temperaturi od 105°C.

Amonijum jon

Amonijačni azot je proizvod mikrobiološkog razlaganja proteina. U vodi se u prisustvu kiseonika brzo oksiduje do nitrita, a zatim do nitrata. Zbog toga je prisustvo amonijačnog azota u površinskim vodama neuobičajeno i uglavnom ukazuje na zagađenje komunalnim otpadnim vodama. Amonijum-jon je čest sastojak komercijalnih đubriva obzirom da ga biljke mogu direktno koristiti.

Amonijum-jon je određivan spektrofotometrijski, merenjem intenziteta obojenja soli koja se gradi između amonijum-jona i Nessler-ovog reagensa, na 425 nm.

Nitritni jon

Nitriti se često koriste kao inhibitori korozije kod industrije prerade vode i tornjeva za hlađenje i u industriji hrane kao konzervansi. Nitritni azot je međustupanj kod biološke razgradnje jedinjenja koja sadrže organski azot. Nitritne bakterije pretvaraju amonijak pod aerobnim uslovima u nitrit. Bakterijska redukcija nitrata takođe može proizvesti nitrite pod anaerobnim uslovima. Nitriti se ne



nalaze često u površinskim vodama jer se lako oksiduju u nitrata. Prisustvo velikih količina nitrata ukazuje na delimično raspadnute organske otpadne materije u vodi.

Nitritni jon je određivan jonskom hromatografijom

Nitratni jon

Nitratni jon je najviše oksidovano stanje azota i uobičajeni je sastojak svih prirodnih voda. Nitratne bakterije pretvaraju nitrite u nitrata pod aerobnim uslovima i pod uticajem svetlosti, a električnim pražnjenjem u atmosferi velike količine azota (N_2) direktno se oksiduju u nitrata. Mnoga granulirana komercijalna đubriva sadrže azot u obliku nitrata. Visoki sadržaji nitrata u vodama ukazuju na biološke organske materije u krajnjem stadijumu oksidacije ili na spiranje sa nađubrenih polja. Otpadne vode bogate nitrata koje se ispuštaju u vodotokove podstiču rast biomase, odnosno dovode do eutrofikacije vodotokova.

Nitrata su određivani jonskom hromatografijom.

Hloridi

Hloridi su uobičajeni sastojak površinskih voda i zastupljeni su u širokom opsegu koncentracija.

Hloridi su određivani jonskom hromatografijom.

Sulfati

Sulfati se javljaju u prirodnim vodama u širokom opsegu koncentracija. Vode rudnika i industrijski izlivi često sadrže velike količine sulfata koje potiču od oksidacije pirita i upotrebe sumporne kiseline. Ove otpadne vode mogu dovesti do zagađenja vodotokova, pri čemu se pH vrednost vode znatno spušta ispod uobičajenih vrednosti.

Sulfati su određivani jonskom hromatografijom.

Fosfati

Fosfor se javlja u prirodnim i otpadnim vodama skoro isključivo kao fosfat. Fosfati su grupisani u tri tipa: ortofosfati, hidrolizujući (piro-, meta- ili drugi poli-) fosfati i organski vezani fosfati.

Fosfati se široko upotrebljavaju kod obrade vode za sprečavanje korozije i nastajanja kamenca, u detergentima i komercijalnim đubrivima.

Fosfor je, kao i azot, ograničavajuća hranljiva materija rasta za organizme u vodi. Međutim, višak fosfata može izazvati eutrofikaciju vodotokova, posebno u prisustvu velikih količina hranljivih materija. Ovakav brzi rast vegetacije u nenormalnim količinama je praćen smanjenjem sadržaja kiseonika u vodi usled njegove potrošnje za razlaganje izumrle biomase.

Fosfati su određivani jonskom hromatografijom.

Bikarbonati, karbonati i ugljen-dioksid

Bikarbonatni jon je na prvom mestu po zastupljenosti u rečnoj vodi. Koncentracije bikarbonata, karbonata i ugljen-dioksida su u stalnoj dinamičkoj ravnoteži. Ova tzv. ugljen-dioksid-karbonatna



ravnoteža je izuzetno značajna za hemizme u vodi i zavisi od mnogo faktora od kojih su neki: pH vrednost, temperatura, prisustvo jona koji grade teško rastvorne karbonate i metabolizam živog sveta. Ovom ravnotežom se obezbeđuju puferska svojstva vode, što je izuzetno važno za živi svet u vodi i industrijsku primenu. Ugljen-dioksid se u vodi izuzetno dobro rastvara, tako da je njegova koncentracija u vodi znatno veća od procentne zastupljenosti u vazduhu. Višak rastvorenog ugljen-dioksida ima za posledicu povećanje kiselosti vode što se nepovoljno ispoljava kao agresivnost vode prema raznim materijalima. Rastvorljivost ugljen-dioksida u vodi zavisi od temperature, dubine, turbulencija, sadržaja rastvorenih soli u vodi, nadmorske visine i drugih faktora.

Bikarbonati i karbonati su određivani volumetrijski, titracijom sa standardnim rastvorom hlorovodonične kiseline uz indikator metil-oranž, odnosno fenolftalein za određivanje karbonata. Ugljen-dioksid je određivan volumetrijski, titracijom sa standardnim rastvorom natrijum-hidroksida uz indikator fenolftalein.

Kiseonik

Kiseonik je sigurno jedan od najznačajnijih sastojaka vode. Njegova koncentracija u vodi zavisi kako od rastvorljivosti iz vazduha, tako i od fotosintetske produkcije živog sveta u vodi. Rastvorljivost kiseonika iz vazduha u vodi zavisi od mnogo faktora, od kojih su neki temperatura vode, koncentracija rastvorenih soli, dubina vode, turbulencije, nadmorska visina odnosno atmosferski pritisak. Rastvorljivost kiseonika u vodi na temperaturi od 20°C i 0 m n.v. iznosi 9.1 mg/L. Od koncentracije kiseonika zavise skoro svi procesi u vodi, počevši od oksidacije, odnosno destrukcije organske supstance, preko oksidacije i građenja različitih neorganskih jedinjenja, pa sve do obezbeđivanja uslova za život u vodi.

Koncentracija kiseonika u vodi je određivana elektrohemijski, jon-selektivnom elektrodom. U praksi je mnogo zgodnije upoređivati vrednosti zasićenosti vode kiseonikom koja se izračunava u odnosu na tabelarne vrednosti iz nađene koncentracije kiseonika na datoj temperaturi i nadmorskoj visini.

Deterdženti, anjonski

Deterdženti se široko upotrebljavaju za različite svrhe u industriji, kao i u sredstvima za pranje. Među anjonskim površinski aktivnim supstancama, u komercijalnim sintetičkim detergentima su najzastupljeniji ABS (alkilbenzolsulfonat koji se ne razgrađuje biološki) i LAS (linearni alkilsulfonat koji se razgrađuje biološki). Pojava detergenata u vodotokovima je nepoželjna jer izaziva promene organoleptičkih (ukus, miris, boja) i fizičkih (površinski napon, pojava penušanja) osobina vode. Osim toga, za razgradnju detergenata se troši kiseonik iz vode. Mada sami deterdženti uglavnom nisu toksični, pojava pene kviri izgled vode, otežava rastvaranje kiseonika u njoj i sprečava prodor sunčeve svetlosti u dublje slojeve vode što je neophodno za razvoj živog sveta u vodi i fotosintezu.

Anjonaktivni deterdženti su određivani spektrofotometrijski, merenjem intenziteta obojenja hloroformskog ekstrakta soli koja se gradi između anjonskog deterdženta i katjonske boje metilensko plavo, na 650 nm.

Kalcijum i magnezijum

Kalcijum i magnezijum spadaju među najzastupljenije jone u prirodnim površinskim vodama. Koncentracija njihovih rastvornih soli određuje ukupnu tvrdoću vode.

Kalcijum i magnezijum su određivani volumetrijski, titracijom sa EDTA.



Gvožđe

Soli gvožđa se koriste za tretman vode za piće.

Povećan sadržaj soli gvožđa u vodi deluje nepovoljno, jer se osim neprijatnog mirisa, u dodiru sa vazдушnim kiseonikom fero-soli oksiduju do feri-soli iz kojih se u vodi lako izdvajaju hidroksidi, dajući obojene taloge koji povećavaju mutnoću vode. Osim toga, dvovalentne soli gvožđa koriste u svom metabolizmu gvožđevite bakterije, pri čemu se izdvajaju sluzaste tamne naslage baznih oksida gvožđa. Transportom ovakvih voda cevovodima dolazi do taloženja naslaga po zidovima i meračima protoka.

Gvožđe je određivano atomskom apsorpcionom spektrofotometrijom, direktnom aspiracijom.

Kadmijum

Soli kadmijuma se upotrebljavaju u galvanoplastici, proizvodnji stakla, fotografiji...

Soli kadmijuma su otrovne. Unošenje manjih količina kadmijuma u organizam izaziva poremećaj funkcije bubrega, anemiju. USEPA je klasifikovala kadmijum kao kancerogen.

Kadmijum ima sposobnost "bioakumulacije" tj. koncentrovanja i nakupljanja u organizmima.

Koncentracija ukupnog kadmijuma je određivana metodom besplatene atomske apsorpcione spektrofotometrije sa grafitnom kivetom.

Olovo

Jedinjenja olova su otrovna. Unošenje manjih količina olova u organizam izaziva oštećenja bubrega i jetre, krvi i krvnih sudova, poremećaj reproduktivnih funkcija. USEPA je klasifikovala olovo kao kancerogen.

Olovo ima sposobnost "bioakumulacije" tj. koncentrovanja i nakupljanja u organizmima.

Koncentracija ukupnog olova je određivana posle ekstrakcije helata metodom besplatene atomske apsorpcione spektrofotometrije sa grafitnom kivetom.

Živa

Određivanje je vršeno atomskom apsorpcionom spektrofotometrijom, metodom hladnih para.

Arsen

Određivanje je vršeno metodom besplatene atomske apsorpcione spektrofotometrije sa grafitnom kivetom.

Bakar

Određivanje je vršeno atomskom apsorpcionom spektrofotometrijom, direktnom aspiracijom.

Hrom



Određivanje je vršeno atomskom apsorpcionom spektrofotometrijom, direktnom aspiracijom.

Organohlorni pesticidi

Organohlorni pesticidi su određivani kao pojedinačne komponente u vodi metodom gasne hromatografije, sa primenom masenog detektora, uz predhodnu odgovarajuću pripremu uzorka i prečišćavanje ekstrakata od mogućih ometajućih supstanci.

Injektor	250 °C
Detektor	280 °C
<i>Program kolone:</i>	
70 °C	3min
30 °C/min	
200 °C	0min
25 °C/min	
280 °C	5min

Fungicidi i herbicidi

Fungicidi i pesticidi su određivani kao pojedinačne komponente u vodi metodom gasne hromatografije, sa primenom masenog detektora, uz predhodnu odgovarajuću pripremu uzorka i prečišćavanje ekstrakata od mogućih ometajućih supstanci.

Injektor	250 °C
Detektor	280 °C
<i>Program kolone:</i>	
40 °C	3min
10 °C/min	
280 °C	5min

Permetrin i tetrametrin

Permetrin i tetrametrin su određivani kao pojedinačne komponente u vodi metodom tečne hromatografije sa primenom UV detektora, uz predhodnu odgovarajuću pripremu uzorka i prečišćavanje ekstrakata od mogućih ometajućih supstanci.

Eluent koji se koristi za određivanje acetonitril:voda=80:20
talasna dužina 225 nm



M O L B E O G R A D

Akcionarsko društvo za hemiju, biotehnologiju i konsalting
Batajnički put br. 2, 11080 Beograd, tel/faks: (011) 193 244,
(011) 192 384 e-mail: mol@eunet.rs http://www.mol.rs



Mikrobiološka određivanja

Određivanje ukupnih mezofilnih mikroorganizama radjeno je metodom membranske filtracije i zasejavanjem na podlozi za ukupne mikroorganizme.

Određivanje ukupnih koliformnih bakterija i *E.coli* radjeno je metodom membranske filtracije i zasejavanjem na specifičnim podlogama.

Nitratna, amonijačna i fosfatna đubriva

Sadržaj ostataka ovih đubriva je određivan preko sadržaja ukupnih fosfata, nitrata i amonijum jona u uzorcima. Naime, ovi parametri podležu kako hemijskim, tako i mikrobiološkim transformacijama. Amonijum jon se hemijsko-biohemijski oksiduje do nitrata koji daljom oksidacijom daju nitrate. Ovaj proces se naziva nitrifikacijom. Suprotan proces redukcije (od nitrata do amonijaka) se naziva denitrifikacija. Fosfati ulaze u biohemijske cikluse najčešće kao izvor fosfora, ali nisu podložni transformacijama.

U ispitivanim uzorcima koncentracija fosfata i amonijum jona je relativno mala. Koncentracija nitrata je povećana kod većeg broja uzoraka. Potencijalno izvor mogu biti amonijačna ili nitratna đubriva, ali i sekundarna zagađenja. Nesporno je potvrđeno prisustvo nitrata kao posledica kontaminacije. Jedan od izvora kontaminacije su najverovatnije i veštačka đubriva na bazi azota.



7. Zaključna razmatranja

1. U 64% ispitanih lokalnih bunara su uočeni značajni građevinsko –tehnički i sanitarno – higijenski nedostaci, koji utiču na kvalitet vode za piće .
2. U većini lokalnih bunara nije utvrđena zona sanitarne zaštite niti postoji investiciono-tehnička dokumentacija, a laboratorijska ispitivanja vode za piće vrši se od slučaja do slučaja.
3. Od ukupno 353 uzoraka vode za piće koji su laboratorijski ispitivani, veliki broj pokazuje neispravnost po nekom od parametara. Pregled je dat u tabeli koja sledi.

OSNOVNI STATISTIČKI POKAZATELJI

a) Zbirni pokazatelji

Lokalitet	Ukupan broj uzoraka	Ispravno		Neispravno	
		Broj uzoraka	%	Broj uzoraka	%
Konatice	62	0	0	62	100
Draževac	41	4	9.76	37	90.24
Piroman	14	0	0	14	100
Brović	12	0	0	12	100
Trstenica	17	0	0	17	100
Ljubinić	16	0	0	16	100
Vukićevica	11	0	0	11	100
Veliko Polje	15	0	0	15	100
Grabovac	31	1	3.23	30	96.77
Stubline	42	2	4.76	40	95.24
Dren	18	4	22.22	14	77.78
Orašac	12	0	0	12	100
Brgulice	4	1	25	3	75
Baljevac	58	4	6.90	54	93.10
Ukupno	353	16	4.53	337	95.47

**b) Pojedinačni pokazatelji**

Lokalitet	Broj uzoraka	Odstupanje po fizičko-hemijskim parametrima		Odstupanje po mikrobiološkim parametrima	
		Po jednom parametru	Po dva ili više parametara	Po jednom parametru	Po dva ili više parametara
Konatice	62	13	33	26	35
Draževac	41	8	21	17	19
Piroman	14	5	7	2	11
Brović	12	2	5	4	8
Trstenica	17	12	2	5	12
Ljubinić	16	6	3	2	13
Vukićevica	11	2	1	7	4
Veliko Polje	15	4	6	3	11
Grabovac	31	13	4	11	19
Stubline	42	15	15	11	24
Dren	18	2	7	8	6
Orašac	12	3	2	3	9
Brgulice	4	1	0	2	1
Baljevac	58	10	26	26	24
Ukupno	353	96	132	127	196

4. Najčešći uzroci hemijske neispravnosti su bili povećan sadržaj nitrata.
5. Najčešći uzroci mikrobiološke neispravnosti su bili povećan broj ukupnih koliformnih bakterija.



M O L B E O G R A D

Akcionarsko društvo za hemiju, biotehnologiju i konsalting
Batajnički put br. 2, 11080 Beograd, tel/faks: (011) 193 244,
(011) 192 384 e-mail: mol@eunet.rs http://www.mol.rs



PREDLOG MERA ZA POPRAVLJANJE STANJA LOKALNIH BUNARA I VODOVODA I SMANJENJE RIZIKA VODOSNABDEVANJA

U cilju obezbeđenja higijenski ispravne vode za piće i unapređenje sanitarno-higijenskog stanja bunara i vodovoda, neophodno je preuzeti sledeće mere :

- Otkloniti građevinsko-tehničke i sanitarno- higijenske nedostatke
- Snimiti izvedeno stanje
- Uspostaviti zone sanitarne zaštite oko bunara.
- Uspostaviti sistematsku kontrolu kvaliteta (hemijske i mikrobiološke analize) vode za piće iz bunara i vodovoda u skladu sa važećim propisima.
- Utvrditi neophodne mere da se kvalitet vode dovede u skladu sa važećim propisima.