

UNIVERZITET U PRIŠTINI

FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA  
KOSOVSKA MITROVICA

INŽENJERSTVO ZAŠTITE ŽIVOTNE  
SREDINE I ZAŠTITE NA RADU

# Savremene metode u pripremi vode za piće

dr Nataša Elezović

Parametri za analizu kvaliteta sirove vode

## 3. BILOŠKE OSOBINE VODE

**Stepen saprobnosti vode** - na osnovu vrednosti indeksa saprobnosti određuje se Stepenn saprobnosti vode, tako što: odsustvo planktonskih vrsta, (indeks saprobnosti 0) označava katarobni stepen saprobnosti vode,

- vrednosti indeksa od 1 do 1,5 označavaju oligosaprobnost stepen saprobnosti vode, ( $< 100$  bakterija/ $1\text{cm}^3$ ),
- Vrednosti indeksa od 1,5 do 2,5 označavaju  $\beta$ mezosaprobnost stepen saprobnosti vode, ( $< 100000$  bakterija/ $1\text{cm}^3$ ),
- Vrednosti indeksa od 2,5 do 3,5 označavaju  $\alpha$ mezosaprobnost stepen saprobnosti vode, ( $> 100000$  bakterija/ $1\text{cm}^3$ )
- Vrednosti indeksa od 3,5 do 4 označavaju polisaprobnost stepen saprobnosti vode. ( $> 150000$  bakterija/ $1\text{cm}^3$ )

Oligosaprobnost zonu karakteriše dosta rastvorenog kiseonika, velika prozornost i mali broj bakterija ( $< 100$  u  $1\text{cm}^3$ ). Organizmi su osetljivi na promene pH, koncentracije  $\text{O}_2$  i sadržaj organskih materija. To su planinski potoci i jezera.

Beta-mezosaprobna voda je umereno zagađena, ali je još uvek aerobna. Prozirnost je značajna, a ukupni broj bakterija je manji od 100.000 u 1cm<sup>3</sup>. To su veća jezera i donji tokovi nezagađenih reka.

Alfa-mezosaprobne vode su vode zagađene organskim materijama. Zbog intenzivne primarne proizvodnje i razgradnje koncentracija kiseonika je neujednacena. Ukupni broj bakterija je veći je 100.000 u 1cm<sup>3</sup>, prozirnost je smanjena a u vodi je prisutan veliki broj algi. Organizmi su prilagođeni promena pH i kiseonika, nisu osetljivi na amonijak ali su osetljivi na H<sub>2</sub>S. To su rukavci reka.

Polisaprobne vode su jako zagađene. Preovlađuju anaerobni uslovi. Kao proizvod truljenja pojavljuje se vodonik-sulfid koji se oseca po mirisu. Voda je mutna i obojena. Ukupni broj bakterija je veći od 150.000 u 1 cm<sup>3</sup>, a organizmi su otporni na H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub>, menjanje pH vrednosti i količine kiseonika. To su jako zagađeni vodotokovi, delovi potoka i reka nizvodno od ispusta otpadne vode.

**Stepen biološke proizvodnje** zavisi od raspoložive hrane dok se eutrofne vode smatraju bogatim hranljivim solima. Trofikacija se u prirodnim sistemima javlja dostavljanjem hranljivih materija, te kruženjem biogenih materija u sistemu.

Poremećaji uglavnom nastaju pod uticajem čoveka – ispuštanjem otpadnih materija. Pokazatelji trofičnog stanja: ukupni fosfor (mg P/m<sup>3</sup>), hlorofil, organska proizvodnja, prozirnost.

#### **Mikrobiološki pokazatelji**

U vodi su stalno prisutni organizmi razlagači i proizvođači. Mikroorganizmi fekalnog porekla odumiru u vodama, dospevaju u vodu ispuštanjem ili ispiranjem otpadnih voda. Neki od tih mikroorganizama su patogeni. Pojedinačno određivanje MO u vodi je veoma skup i dugotrajan proces. Traže se MO koji su indikatori određene vrste bakteriološkog zagađenja.

**Otrovna** je svaka materija koja u živom organizmu izaziva bolest, genetičke promene, fiziološke smetnje, fizičke deformacije i smrt. Najčešći izvor otrovnih materija je iz hemijske industrije. Stepent otrovnosti se određuje biotestom

**Indeks raznolike** je matematički izraz za strukturu životne zajednice. Polazi se od pretpostavke da je u životnoj zajednici zastupljen određen broj vrsta odgovarajuće populacije. U poremećenim sistemima doći će do smanjenja vrsta. Indeks će imati maksimum ako svaki organizam pripada drugoj vrsti, a minimum ako su svi organizmi iste vrste.

$$H = \sum_{i=1}^S \frac{N_i}{N} \log_2 \frac{N}{N_i}$$

**N** - ukupan broj organizama

**N<sub>i</sub>** - broj organizama i-te vrste

**S** - ukupan broj vrsta

**H** <1 veliko zagađenje

**H** 1-3 umereno zagađenje

**H** >3 čista voda

## 2.4 BAZIČAN KVALITET VODE

Kada razmatramo kvalitet ili sastav prirodnih vodnih resursa moramo imati u vidu činjenicu da u prirodi ne postoji čista voda i da prirodna voda sadrži razne primese, u manjoj ili većoj meri.

Zbog toga reč "voda" ima dva različita značenja: hemijski čista voda, odnosno jedinstveno hemijsko jedinjenje koje (pod uslovom da ne zanemarimo prisustvo minimalnih količina pojedinih izotopa) ima definisani hemijski sastav, (H<sub>2</sub>O)<sub>n</sub>, i tačno utvrđene i specifične fizikohemijske osobine, i mešavina ovog jedinjenja sa nizom primesa, čija priroda i koncentracije određuju kvalitet određenog vodnog resursa i, na osnovu tih standarda, svrhe za koje se može koristiti. Ako je koncentracija jedne ili više primesa veća od granične vrednosti za određenu namenu, ta koncentracija se mora smanjiti preradom vode do ispunjenja uslova za tu namenu.

Za određene prirodne okvire i režim kretanja, voda poprima određene karakteristične attribute kvaliteta (vidi prethodni odeljak). Ovo naročito važi za podzemnu vodu koja se, uglavnom, sporo kreće i izložena je dugo i intenzivno uticajima prirodne sredine.

Tabela 2.4 Osnovne karakteristične razlike u kvalitetu površinskih i podzemnih voda

Parametar	Površinske vode	Podzemne vode	
		Aerobne	Anaerobne
(1)	(2)	(3)	(4)
Temperatura, t°C	Promenljiva sezonski; najčešći raspon 4-25°C	Uglavnom slabopromenljiva; najčešći raspon 8-15 °C	
Mutnoća suspendovane materije (prave ili koloidne)	Promenljiva, povremeno visoka	Niska ili nula (izuzev karstnih oblasti)	
Obojenost	Pre svega vezana za suspendovane materijale (gline, alge i drugo), izuzev kod veoma mekih ili kiselih voda (huminske kiseline)	Ređa pojava nego kod površinskih voda i u slučaju pojave vezuje se za rastvorene čvrste materije	
Ukupna organska materija (COD, TOC, BOD i potrošnja KMnO <sub>4</sub> )	Pojava uz čestu antropogenu kontribuciju	Obično niže koncentracije od (2); javlja se kao prirodna, bazična koncentracija (fon); u slučaju dodataka usled ljudske delatnosti dejstvom samoprečišćavajućih mehanizama teži da dostigne bazičnu koncentraciju. Generalno je bolja razgradnja organskih polutanata u aerobnim nego u anaerobnim uslovima.	
Ukupni sadržaj mineralnih materija	Promenljiv, u zavisnosti od padavina, sastava zemljišta i drugih faktora	Obično konstantan, znatno viši nego u (2)	
Gvožđe i mangan	Obično vrlo niska koncentracija, osim u eutrofičnim vodama	Moguća pojava u nižim koncentracijama C <sub>Fe</sub> < 1 mg/l	Česta pojava u višim, pa i znatno višim koncentracijama nego u (2) ili (3)

Parametar	Površinske vode	Podzemne vode	
		Aerobne	Anaerobne
(1)	(2)	(3)	(4)
Agresivni ugljen dioksid	Obično ga nema	Češće prisutan u manjim ili većim količinama	
Rastvoreni kiseonik	Često blizu zasićenja (10 mg/l)	Prisutan u manjim koncentracijama od koncentracije zasićenja	Praktično odsutan
Vodonik sulfid	Obično potpuno odsutan	Obično potpuno odsutan	Često prisutan u manjoj ili većoj koncentraciji
Amonijum	Odsutan; prisutan samo u zagađenim vodama	Odsutan	Često prisutan u osnovnom (bazičnom) sastavu vode i/ili usled čovekovog uticaja
Nitrati	Obično niska koncentracija (5-10 mg/l), osim u zagađenim vodama	Bazično se javlja najčešće u niskim koncentracijama; u većim koncentracijama se javlja usled antropogenog uticaja	Obično se ne javlja
Silicijum dioksid	Umeren sadržaj	Često viši sadržaj nego u (2)	
Mineralni ili organski mikropolutanti	Prisutni u svim razvijenim zemljama, ali skloni brzom nestajanju po nestanku izvora zagađivanja	Bazično i po pravilu odsutni. Međutim u slučaju incidentnog, antropogenog zagađenja sanacija je, po pravilu, teža nego kod (2)	
Mikroorganizmi	Bakterije (uključujući patogene), virusi i plankton	Nepatogene bakterije, gljive, kvasci, patogeni organizmi bazično odsutni	

## 2.5 MIKRO I MAKRO ELEMENTI U VODI

Distribucija i sadržaj neorganskih komponenti hemijskog sastava voda je različit. Dve osnovne grupe su: makrokomponente i mikrokomponente.

Makrokomponente određuju osnovni hidrohemijski tip vode i čine ih elementi koji se javljaju kao katjoni ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ) i anjoni ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ). Često se u ovu grupu ubrajaju silicijum i kalijum. Stabilnost i mogućnost nakupljanja određenih komponenti u vodama date mineralizacije, su određeni rastvorljivošću jedinjenja koja obrazuju katjoni sa glavnim anjonima. Elementi koji grade katjone se javljaju kao prosti katjoni ili u obliku kompleksa sa anjonima.

Elementi koji grade anjone obrazuju veliki broj prostih i složenih anjona. Odnos među raznim anjonskim oblicima mnogih anjonogenih elemenata je određen veličinom pH indeksa.

Mikrokomponente se nalaze u vodama u neznatnim koncentracijama, po pravilu ispod 1 mg/l. One ne određuju hidrohemijski tip vode, ali imaju veliki značaj pri određivanju upotrebljivosti vode za određene potrebe. Ovde se ubrajaju joni gvožđa i mangana, amonijum, nitriti, fluoridi, fosfati, teški metali i dr.

Vode po pravilu sadrže i organske materije. Najvažnije su huminske i fulvo kiseline, kao visokomolekularna jedinjenja, koje se karakterišu prisustvom karboksilnih grupa  $-\text{COOH}$ , hidroksilnih grupa  $-\text{OH}$ , metoksi grupa  $-\text{OCH}_3$  i dr. Od drugih klasa organskih jedinjenja treba istaći ugljene hidrate, amino kiseline, alkohole, aldehide i dr.

Mikroflora je redovno prisutna u vodama, a od mikroorganizama najveći značaj imaju bakterije. Za svoj razvoj bakterije koriste organski ugljenik (masti, ugljenihidrati, proteini, celuloza, hitin chitin, ugljovodonici i dr.), a takođe mineralne materije i gasove. Energiju za svoj razvoj dobijaju na račun procesa disanja. Razlikuju se aerobne i anaerobne; prve se razvijaju u prisustvu rastvorenog kiseonika u vodi, a druge bez njegovog prisustva. Ovom prilikom anaerobne bakterije redukuju nitrate, sulfate, ugljenu kiselinu i dr. Po karakteru razmene materije, bakterije se dele na autotrofne i heterotrofne.

Autotrofne dobijaju energiju pri fotosintezi i hemosintezi, pozajmljujući ugljenik za građu ćelija, iz ugljen-dioksida, a vodonik iz redukcije ugljen-dioksida do organskih materija, iz vode, vodonik- sulfida, amonijaka i dr.

Heterotrofne bakterije koriste gotova organska jedinjenja, ali u manjem stepenu mogu koristiti i ugljen-dioksid. U vodama se sreću obe grupe bakterija, ali ipak preovlađuju heterotrofne.

Većina bakterija se razvija u pH sredinama od 6 do 7.5, tako da su pogodni uslovi za aktivan razvoj bakterija u vodama. U vodama broj bakterija zavisi uglavnom od prisustva organskih materija. Mikroflora u vodama aktivno utiče na izmene hemijskog i gasnog sastava voda.

Na primer, aerobne bakterije razlažu belančevine i ugljenihhidrate; denitrifikatori redukuju nitrata do gasovitog azota; tionske bakterije oksiduju tiosulfate ili vodonik-sulfid do sumporne kiseline i sl.

Gasovi koji imaju veliki značaj u formiranju hemijskog sastava vode su kiseonik ( $O_2$ ), ugljen-dioksid ( $CO_2$ ), azot ( $N_2$ ) i vodonik-sulfid ( $H_2S$ ). Osim navedenih, mogu sadržati argon i helijum, ali oni, s obzirom da su inertni, nemaju ulogu u izmeni hemijskog sastava voda. U dubokim strukturama

Kiseonik se u vodama nalazi u različitim koncentracijama, i uglavnom je atmosferskog porekla. Njegova uloga je velika u procesima oksidacije, dok se sa dubinom njegov sadržaj smanjuje. Prisustvo kiseonika u podzemnim vodama je minimalno u slučaju prisustva sulfida u stenama i visokih koncentracija organskih materija. Tako je moguće da se kiseonik ne detektuje u podzemnim vodama arteskkih basena i drugih hidrogeloških struktura.

Ugljen-dioksid ima veliki značaj u formiranju hemijskog sastava voda, jer je deo karbonatnog sistema u kome se stvaraju hidrokarbonatni joni. Osim atmosferskog porekla, ugljen-dioksid se stvara i biohemijskim procesima oksidacije organskih materija.

Važne su i reakcije sumporne kiseline, nastale oksidacijom pirita sa karbonatima, kao i termometamorfni i drugi endogeni procesi. Vodonik-sulfid je proizvod heterotrofne i autotrofne redukcije sulfata.