

The background features a light gray gradient with several realistic water droplets of various sizes scattered across the surface. A faint, circular watermark of a globe is centered in the upper half of the image.

# PARAMETRI KVALITETA PRIRODNIH VODA

# PARAMETRI KVALITETA PRIRODNIH VODA

PROCENA HEMIJSKOG ASPEKTA KVALITETA VODE ZA PIĆE OBAVLJA SE PUTEM DEFINISANJA VREDNOSTI ODGOVARAJUĆIH PARAMETARA.

PREPORUČENA VREDNOST PREDSTAVLJA MAKSIMALNU KONCENTRACIJU ODREĐENE SUPSTANCE U VODI ZA PIĆE ILI DRUGIH PARAMETARA PRI KOJOJ NEMA NEGATIVNIH POSLEDICA PO ZDRAVLJE, ILI JE RIZIK ZA ZDRAVLJE PRIHVATLJIV.

METODE ANALIZA VODE I OCENE KVALITETA VODA OBIČNO SE VRŠE PREMA PROPISIMA KOJI SE NALAZE U POSEBNIM PRIRUČNICIMA I U NAŠOJ ZEMLJI KORISTI SE PRIRUČNIK: **STANDARDNE METODE ZA ISPITIVANJE HIGIJENSKE ISPRAVNOSTI VODE ZA PIĆE.**

PARAMETRI KVALITETA MOGU BITI ORGANOLEPTICKI, HEMIJSKI, FIZIČKI, FIZIČKO-HEMIJSKI, MIKROBIOLOŠKI.



## **FIZIČKI PARAMETRI PRIRODNIH VODA**

---

Najvažniji fizički parametri prirodnih voda su:

- Temperatura
- Električna provodljivost
- Miris i ukus
- Boja
- Mutnoća
- Prozirnost

# TEMPERATURA VODE

U IDEALNIM SLUČAJEVIMA NJENA VREDNOST JE KONSTANTNA ILI SA MALIM VARIJACIJAMA (8-14°C).

MALE VARIJACIJE UKAZUJU NA FIZIČKI ZAŠTIĆENO IZVORIŠTE VODE UGLAVNOM PODZEMNO.

IZVORIŠTA POVRŠINSKE VODE SU POD SEZONSKIM VARIJACIJAMA TEMPERATURE IZMEĐU 4 I 23°C PRI ČEMU SU VARIJACIJE POVEZANE SA KLIMATSKIM PROMENAMA I GEOGRAFSKOM ŠIRINOM.

GENERALNO, TEMPERATURA IMA UTICAJ NA TRETMAN VODE, NA AKVATIČNI ŽIVI SVET U REZERVOARIMA VODE, NA UKUS VODE, NA RASTVORENI KISEONIK, AKTIVNOST ORGANIZAMA KOJI PRODUKUJU LOŠ UKUS I MIRIS VODE (NA PRIMER, KADA JE VODA HLADNIJA, MIKROBIOLOŠKA AKTIVNOST JE TIPIČNO NIŽA), NA RASTVORLJIVOST SUPSTANCI U VODI, NA STEPEN KOROZIJE U SISTEMU DISTRIBUCIJE I FORMIRANJE TRIHALOMETANA (THM)

# ELEKTRIČNA PROVODLJIVOST VODE

PREDSTAVLJA UKUPNU KOLIČINU RASTVORENIH SOLI ILI JONA U VODI

PROVODLJIVOST VODE ZAVISI OD:

- VRSTE PRISUTNIH JONA VODI
- KONCENTRACIJE JONA
- POKRETLJIVOSTI I NAELEKTRISANJA JONA
- TEMPERATURE NA KOJOJ SE ODREĐUJE PROVODLJIVOST

FAKTORI KOJI ODREĐUJU KONCENTRACIJU JONA U VODI SU GEOLOGIJA (SASTAV STENA), VRSTE PADAVINA, ISPARAVANJE, LJUDSKA AKTIVNOST (OTPADNE VODE SEPTIČKIH I DRENAŽNIH SISTEMA, EMISIJA IZDUVNIH GASOVA, UPOTREBA VEŠTAČKIH ĐUBRIVA, KISELE KIŠE).

# ELEKTRIČNA PROVODLJIVOST VODE

UREĐAJ KOJI SLUŽI ZA MERENJE ELEKTRIČNE PROVODLJIVOSTI VODE JE KONDUKTOMETAR



Navedeni joni utiču na veću provodljivost vode:  $H^+$ ,  $Ba^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $OH^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Cl^-$ ,  $La^{3+}$ ,  $Br^-$ ,  $K^+$ ,  $I^-$ ,  $NH_4^+$ ,  $NO_3^-$ ,  $CO_3^{2-}$

U tabeli su date vrednosti provodljivosti voda različitog porekla.

Vrsta vode	Provodljivost ( $\mu S/cm$ )
Potpuno čista voda	0,055
Dejonizovana voda	0,1
Destilovana voda	0,5-3,0
Voda iz česme	500-800
Voda za piće	max 1055
Morska voda	56000

# MIRIS I UKUS VODE

MIRIS I UKUS PRIRODNE VODE POTIČE OD PRISUSTVA ORGANSKIH I NEORGANSKIH KONTAMINANATA, IZ BIOLOŠKIH IZVORA I PROCESA, KONTAMINACIJE SINTETIČKIM HEMIKALIJAMA, KOROZIJE, ILI MOGU BITI POSLEDICA TRETMANA VODE.

**PRIRODNI** MIRISI → NASTAJU USLED RAZLAGANJA ORGANSKIH MATERIJAMA

**VEŠTAČKI** MIRISI → (NPR. FENOLA) JAVLJAJU PRILIKOM ANTROPOGENOG ZAGAĐENJA VODE.

Jedna od najagresivnijih komponenata koja utiče na miris vode je vodonik-sulfid koji u visokim koncentracijama prouzrokuje miris na pokvarena jaja ili miris močvare ukoliko je prisutan u nižim koncentracijama.





MIRIS VODE ODREĐUJE SE ORGANOLEPTIČKI NA SOBNOJ TEMPERATURI I NA 40°C, A DEFINIŠE SE OPISNO. OBUČENI INDIVIDUALNI ISPITIVAČI DAJU OCENE OD 0 DO 5. SKALA ZA ODREĐIVANJE MIRISA VODE JE U BALIMA.

Bal	Jačina mirisa	Opis
0	Nema	Odsustvo mirisa, ne može se zapaziti.
1	Vrlo slaba	Miris može utvrditi posebno osposobljeno lice.
2	Slaba	Miris ne skreće pažnju korisnika vode. Ali može da se primeti ako se na njega ukaže.
3	Primetna	Miris se lako ustanovi i izaziva kolebanja prema korišćenju vode.
4	Znatna	Miris koji se odmah oseti i izaziva pažnju, a vodu čini nepogodnom za piće.
5	Vrlo jaka	Miris je toliko jak da čini vodu nepogodnom za piće.

UKUS VODE ODREĐUJE SE SAMO UKOLIKO SE NE SUMNJA U MIKROBIOLOŠKU I TOKSIKOLOŠKU ISPRAVNOST.

UKUS VODE ZAVISI OD VRSTE I KONCENTRACIJE RASTVORENIH SOLI U NJOJ.

U tabeli su date soli, njihove količine i ukus koji voda u kojoj su rastvorene ima.



<b>NaCl</b>	500mg/dm <sup>3</sup>	slan ukus
<b>MgCl<sub>2</sub></b>	400mg/dm <sup>3</sup>	gorak ukus
<b>KCl</b>	700mg/dm <sup>3</sup>	gorak ukus
<b>FeSO<sub>4</sub></b>	5mg/dm <sup>3</sup>	grožđevit ukus
<b>MnCl<sub>2</sub></b>	4mg/dm <sup>3</sup>	ukus na blato

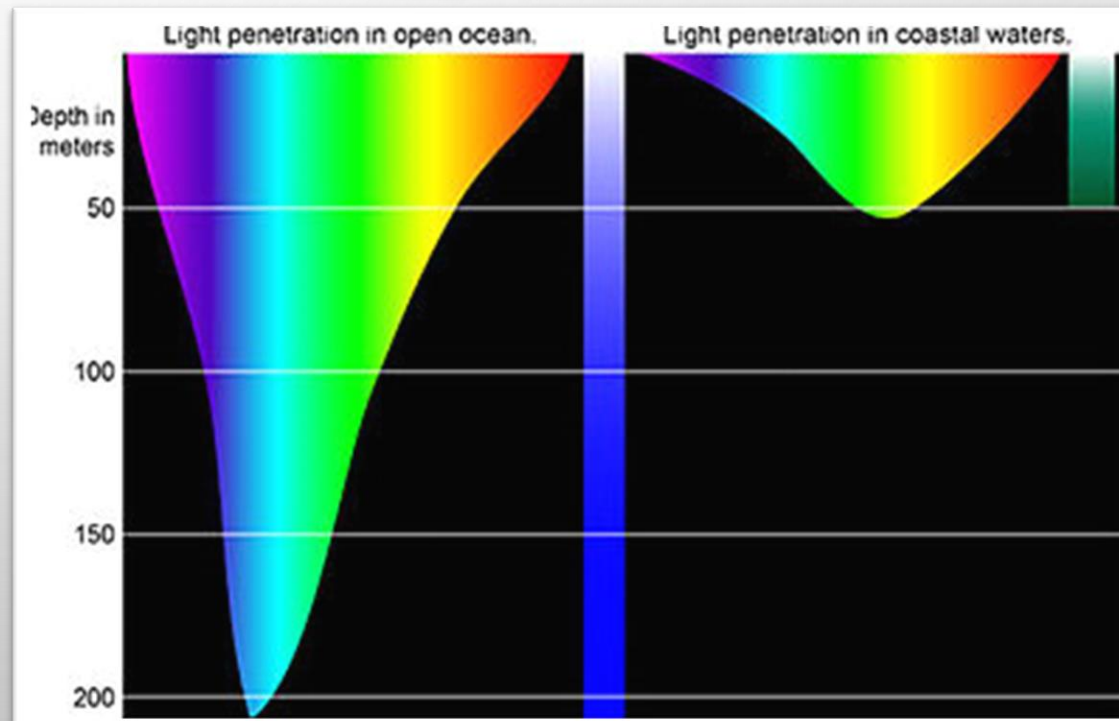
# BOJA VODE

BOJA VODE PREDSTAVLJA OPTIČKO SVOJSTVO VODE. POSLEDICA JE APSORPCIJE I REFLEKSIJE SVETLOSTI ODREĐENE TALASNE DUŽINE, BEZ SKRETANJA TALASNIH DUŽINA.

KADA SVETLOST PADNE NA POVRŠINU VODE DOLAZI DO VIŠE FIZIČIH PROCESA KAO ŠTO SU RASIPANJE, PROPUŠTANJE, ODBIJANJE I APSORPCIJA SVETLOSNOG ZRAKA. APSORBUJU SE TALASNE DUŽINE U CRVENOM DELU SPEKTRA (VEĆE TALASNE DUŽINE) A OSTATAK KOJI ZAPRAVO VIDIMO, ČINI PLAVI DEO SPEKTRA (MANJE TALASNE DUŽINE) KOJI NIJE APSORBOVAN. TAKO VODE OKEANA ILI VEĆIH VODENIH POVRŠINA IMAJU PLAVU BOJU.



Fitoplanktoni  
Sedimenti



# BOJA VODE

## VODA ZA PIĆE NEMA VIDLJIVU BOJU

BOJA MOŽE BITI RAZLIČITA ZBOG PRISUTNIH PRIMESA KAO ŠTO SU RASTVORNE SOLI GVOŽĐA, MANGANA, OBOJENIH HUMINSKIH MATERIJA. MOŽE NASTATI I ANTROPOGENIM AKTIVNOSTIMA (INDUSTRIJSKE OTPADNE VODE I INDUSTRIJSKI OTPAD). OBOJENA VODA MOŽE POTICATI OD PRISUSTVA HROMATA ILI VISOKE KONCENTRACIJE BAKRA PRI NISKIM PH VREDNOSTIMA I DUGIM STAJANEM U TANKOVIMA. HROMATI DAJU ŽUTO-ZELENU BOJU VODI.

PARAMETAR JE KOJI NIJE UVEK U VEZI SA TOKSIČNOŠĆU ILI KONTAMINACIJOM PATOGENIMA, ALI SE NALAZI NA LISTI ESTETSKIH PARAMETARA (PSIHOLOŠKI EFEKAT) I PREPORUČENA VREDNOST U VODI JE 15 JEDINICA BOJE (BOJA KOJU PRODUKUJE 1MG PT/L, U FORMI HLOOROPLATINATNOG JONA).

ODREĐUJE SE SPEKTROFOTOMETRIJSKOM METODOM.

# MUTNOĆA VODE

MUTNOĆA VODE JE MERA FINIH SUSPENDOVANIH MATERIJU U VODI, NAJČEŠĆE PROUZROKOVANA KOLOIDNIM I GRUBODISPERZNIH PRIMESAMA.

MUTNOĆA SE ODREĐUJE UPOREĐIVANJEM UZORKA VODE SA STANDARDIMA SILIKATNE ZEMLJE KOJE SE DRŽE U BOCAMA OD BEZBOJNOG STAKLA. MUTNOĆA SE MERI I POREĐENJEM SVETLOSNIH EFEKATA KOJI SE ODVIJAJU PROLASKOM SVETLOSTI KROZ UZORAK I KROZ STANDARD. ŠTO JE VEĆI INTENZITET SKRETANJA SVETLA, ŠTO JE VEĆA INTERFERENCIJA, VEĆA JE I MUTNOĆA UZORKA. IZRAŽAVA SE U NEFELOMETRIJSKIM JEDINICAMA MUTNOĆE (NTU - NEPHELOMETRIC TURBIDITY UNITS). UREĐAJI ZA ODREĐIVANJE MUTNOĆE VODE SU TURBIDIMETRI I CEVI ZA ODREĐIVANJE MUTNOĆE VODE KOJA NA SVOM DNU IMA CRNO – BELI DISK.



SUSPENDOVANE I MINERALNE MATERIJE U PRIRODNIM VODAMA SU:

- SUSPENDOVANE ČESTICE GLINE
- ČESTICE MULJA
- FINE, SITNE ORGANSKE I NEORGANSKE MATERIJE
- RASTVORENE, OBOJENE ORGANSKE MATERIJE KOJE POTIČU IZ OTPADNE VODE
- MIKROSKOPSKI SITNI ŽIVI ORGANIZMI - PLANKTONI

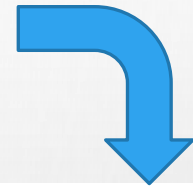
Merenjem mutnoće se određuje ukupna količina suspendovanih čestica u vodi – TSS (Total Suspended Solids).

Jedinica je mg suve materije/L.

Visoka koncentracija suspendovanih materija smanjuje prodiranje svetlosti kroz vodu, usporava rast makrofita, utiče na život drugih organizama koji koriste makrofite kao hranu.

Mutnoća se može ukloniti koagulacijom, sedimentacijom i filtracijom.

Dozvoljena vrednost turbiditeta za pijaću vodu je 1,0 nefelometrijskih jedinica mutnoće



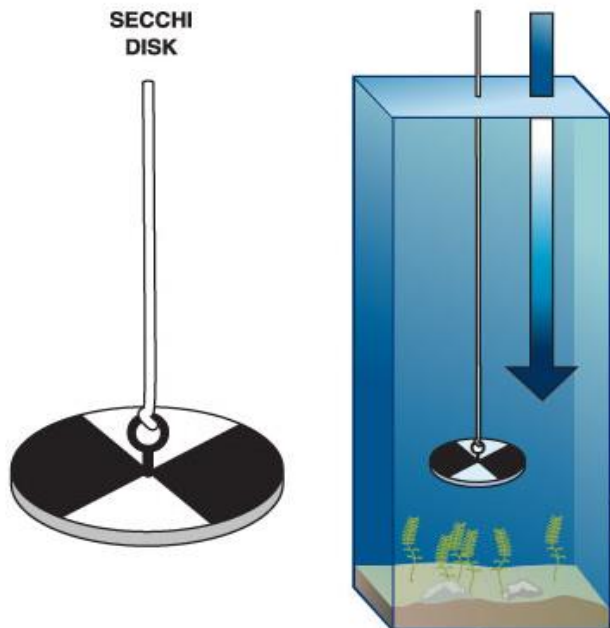
# PROZIRNOST VODE

Voda je transparentna za vidljivu i UV svetlost.

Providnost se meri pomoću Sekijevog kotura, bele ploče prečnika 30 cm, koja se uranja u vodu. Dubina na kojoj se Sekijev kotur više ne vidi predstavlja providnost vode.

Na providnost vode utiču sledeći faktori: suspendovane čestice, akvatične biljke, boja vode, mešanje i stratifikacija, pozicija Sunca, formirani talasi, oblačnost i drugi.

Providnost vode važna je jer utiče na dubinu vode u kojoj vodene biljke mogu rasti, utiče na nivo rastvorenog kiseonika u vodi ali i na temperaturu same vode.



Uobičajne vrednosti providnosti vode su:

- čista destilovana voda oko 80 m
- okeaska pučina oko 50 m
- jezera oko 40 m
- reke oko 10 cm



# HEMIJSKI PARAMETRI PRIRODNIH VODA

---

- pH vrednost
- alkalitet vode
- tvrdoća vode
- sadržaj neorganskih materija
- kiseonik rastvoren u vodi
- sadržaj organskih materija
- Sadržaj dezinfekcionih sredstava i sporednih proizvoda dezinfekcije
- BPK (biohemijska potrošnja kiseonika)
- HPK (hemijska potrošnja kiseonika)
- TOC (ukupan organski ugljenik)



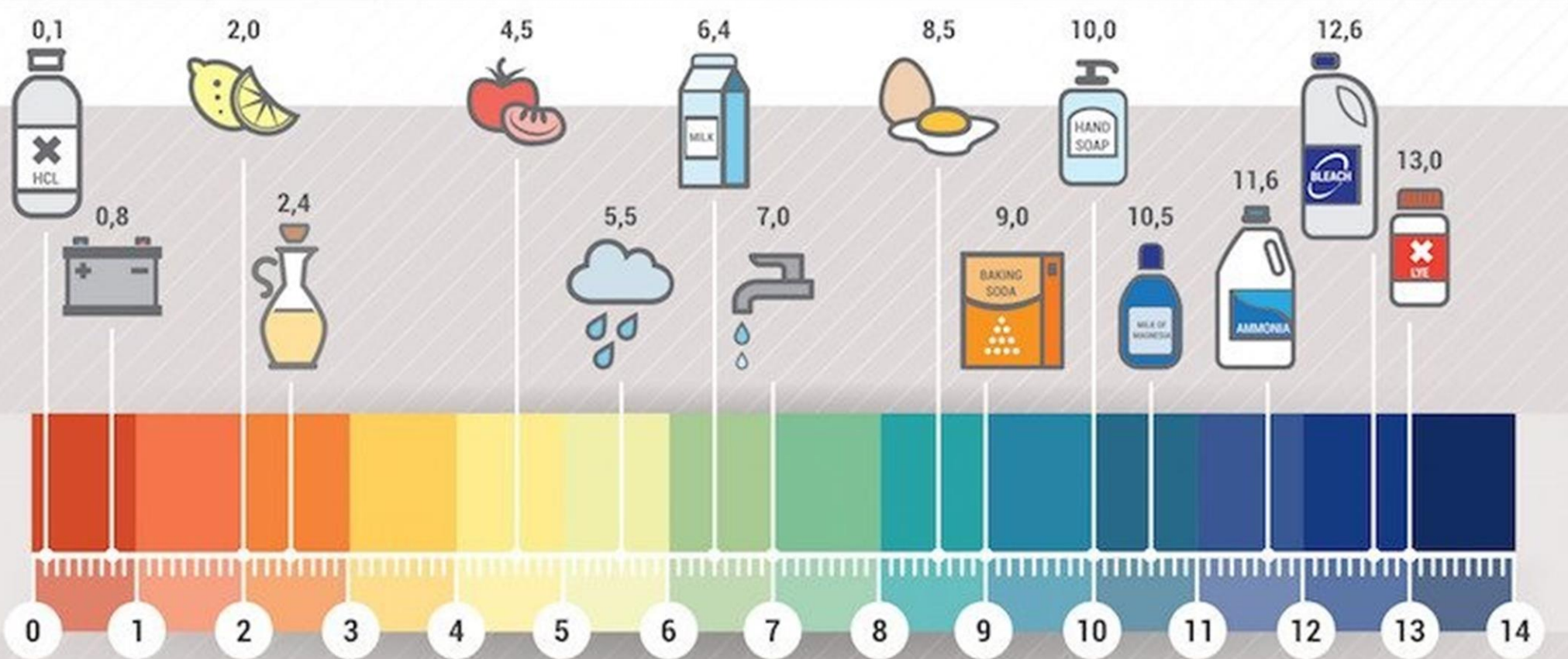
# pH VREDNOST VODE



pH vrednost je bitan parametar u tehnologiji vode za piće i predstavlja faktor intenziteta, koji meri koncentraciju baze ili kiseline dostupne za reakciju.

pH vrednost meri se pH-metrima, elektrohemijском metodom ili lakmus trakama. Zahtevana optimalna pH vrednost vode varira u različitim izvorištima u skladu sa sastavom vode, ali je najčešće u skali od 6,5 do 8,0. Vrednost pH viša od 7 očekuje se u površinskoj vodi usled prisustva karbonata i bikarbonata, sa mogućnošću pojave i nižih vrednosti kao posledica kiselih kiša. pH morske vode približno je 8.

RAVNOTEŽA pH	
TVRDA VODA	pH između 7.0 i 7.4
SREDNJE TVRDA VODA	između 7.2 i 7.6
MEKA VODA	pH između 7.4 i 7.8



Uloga pH vrednosti u hemiji vode povezana je pored procesa korozije i sa alkalitetom, tvrdoćom, aciditetom, hlorisanjem, koagulacijom i stabilnošću  $\text{CO}_2$ .

Izlaganje ekstremnim pH vrednostima produkuje iritaciju očiju, kože i sluzokože (vrednost iznad 11,0). Pri ekstremno niskim pH vrednostima vode (ispod 4,0) ustanovljeni su slični efekti na zdravlje ljudi.

# ALKALITET VODE

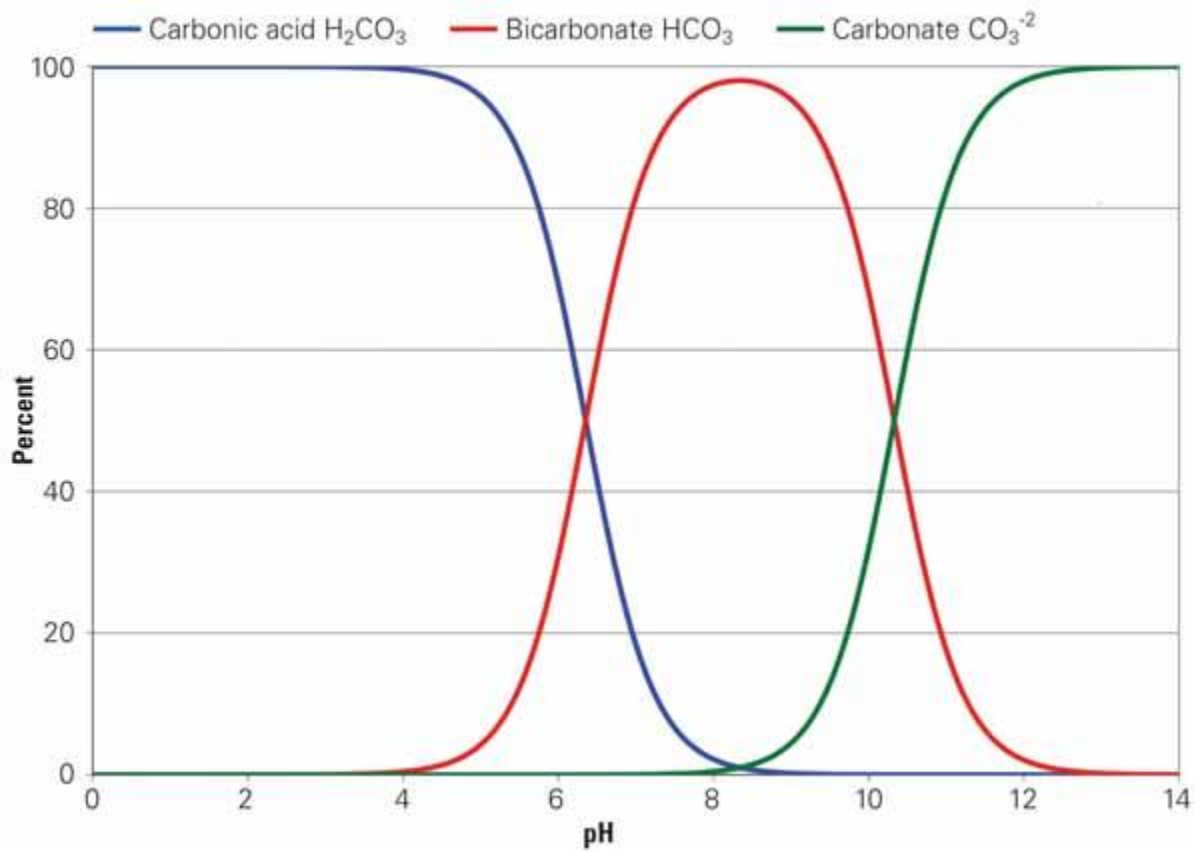
Alkalitet predstavlja faktor kapaciteta, koji meri kapacitet vode da primi  $H^+$  jone (neutrališe kiseline). Meri se titracijom uzorka kiselinom. U sirovoj ili tretiranoj vodi čine ga bikarbonati, karbonati i hidroksidi. Takođe, alkalitet sirove vode mogu činiti soli formirane iz organskih kiselina.

Proton akceptori doprinose vrednosti alkaliteta dok proton donori tu vrednost umanjuju. Sa tim podatkom, izvodi se formula za izračunavanje alkaliteta vode:

$$\text{Alkalitet} = [OH^-] + 2[CO_3^{2-}] + [HCO_3^-] - [H^+]$$

Alkalitet se izražava u jedinicama:  $mgCaCO_3 / L$  ili  $mg Ca / L$  ili  $\mu mol H^+ / L$ .

U slučaju kada je vrednost alkaliteta veća od vrednosti za tvrdoću vode, bazne soli (soli natrijuma i kalijuma) mogu biti prisutne pored kalcijuma i magnezijuma. Kada je alkalitet niži od tvrdoće vode, prisutne soli kalcijuma i magnezijuma su u formi sulfata.



Alkalitet se meri titracijom uzorka kiselinom. Na pH 8 javlja se završna tačka za prelazak karbonata u hidrogenkarbonat i hidroksida u vodu, čime se dobija karbonatni alkalitet, uz fenolftalein kao indikator. Ukoliko se titracija nastavi do pH 4.5, hidrokarbonat se dalje protonuje kada se stvara CO<sub>2</sub> pri čemu titracija do ove vrednosti daje ukupni alkalitet, uz metil-oranž kao indikator.

pH predstavlja faktor **intenziteta**, koji meri koncentraciju baze ili kiseline dostupne za reakciju. Alkalitet predstavlja faktor **kapaciteta**, koji meri sposobnost vode da zaustavi reakciju sa kiselinom ili bazom

# TVRDOĆA VODE

Predstavlja ukupnu koncentraciju jona kalcijuma i magnezijuma izraženu kao  $\text{CaCO}_3$ . Vode se svrstavaju u četiri stepena tvrdoće, ako se stepen tvrdoće izražava u  $\text{mg/L CaCO}_3$

Jedan od najvažnijih nedostataka “tvrde” vode u odnosu na “meku” je prirodan kapacitet ove vode za produkcijom kamenca u cevovodima sa vrućom vodom, bojlerima i grejačima.

Pozitivan aspekt se ogleda u manjoj opasnosti za pojavom korozije i u određenoj meri boljem ukusu vode.

Površinska vode je generalno mekša od podzemne usled pojave padavina i manjeg kontakta sa solima minerala.

Većina prirodnih zaliha vode ima malu tvrdoću.

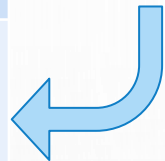
Joni, poput gvožđa u vodama mogu doprineti tvrdoći vode, ali su u prirodnim vodama ipak prisutni u neznatnim količinama.

Vode reka i mora su prirodne tvrde vode dok je primer meke vode kišnica.

mg/l CaCO <sub>3</sub>	Stepen tvrdoće
0-75	meka voda
75 - 150	srednje tvrda voda
150-300	tvrda voda
300 i više	vrlo tvrda voda

Tabela - Podela voda prema stepenu tvrdoće

Pijaća voda grada Niša  
srednje je tvrdoće



Karbonatna tvrdoća se poredi sa prolaznom.

Nekarbonatna tvrdoća se poredi sa trajnom mutnoćom, predstavljaju je soli Ca i Mg (sulfati, hloridi).

Kod prolazne tvrdoće vode, alkalitet je jednak tvrdoći vode.

Postojenja za omekšavanje služe za smanjenje tvrdoće vode. Voda se može omekšati na više načina: upotrebom kreča, sode, natrijum- hidroksida, natrijum- fosfata, termički, upotrebom jonoizmenjivača.

Tvrdoća vode se ne može povezati sa pojavom negativnih uticaja na zdravlje ljudi. Prihvatljiva vrednost za tvrdoću vode za piće varira od grada do grada i zavisi od lokalnih uslova.

# SADRŽAJ NEORGANSKIH MATERIJA

Glavni joni u vodama (makroelementi)

- 1. Kalcijum i magnezijum** - Reakcijom kalcijuma (prisutnog u tvrdim vodama) i sapuna nastaje talog
- 2. Natrijum i kalijum** - Sadržaj kalijuma u prirodnim vodama obično nije veliki, s obzirom na to da ga kao biološki aktivnog iz vode izvlače akvatični organizmi
- 3. Hidrogenkarbonati** - preovlađuju u slatkim vodama. Prisutan je u prirodnim vodama u intervalu pH od 4,2 do 12
- 4. Sulfati** - Prosečna koncentracija sulfata u rekama je oko 10 ppm. Maksimalno dozvoljena koncentracija za pijaću vodu je do 250 mg/l
- 5. Hloridi** - Sadržaj u prirodnim vodama varira od 0,1 do 1000 i više ppm. Hloridi su stalne komponente otpadnih komunalnih i industrijskih voda

Pored ovih jona u vodi se nalaze još i:

- organska i neorganska jedinjenja **azota** kao što su belančevine i proizvodi njihovog razlaganja, Amonijačna jedinjenja ( $\sim 0,1$  ppm), nitriti, nitrati ( $\sim 0,1$  ppm)
- neorganska jedinjenja **fosfora** i to:  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$  i organska jedinjenja. Koncentracija u vodi vrlo je niska ( $\sim 0,001$  ppm)
- neorganska jedinjenja **silicijuma** kao što su silicijumova kiselina, njene soli (hidrosilikati i silikati), čestice alumosilikata u koloidnom ili suspendovanom stanju, organska jedinjenja

Kao toksične materije javljaju se i tragovi teških metala u vodi:

- Olovo
- Živa
- Arsen
- Kadmijum
- Hrom



# SADRŽAJ ORGANSKIH MATERIJA

Pojava organskih materija u vodi je posledica antropogenih i/ili prirodnih procesa. Vode se zagađuju ispuštanjem komunalnih i industrijskih otpadnih voda, voda iz domaćinstava i objekata za uzgoj stoke, površinskih voda koje otiču sa zemljišta gradskih površina, saobraćajnica, neuređenih deponija itd.

Neki od organskih sastojaka vode su šećeri, alkoholi, organske kiseline, humusne i tresetne supstance.

Pored njih, u prirodnim vodama pojavljuju se i mnogo opasniji pesticidi, deterdženti i naftni derivati.

Organski polutanti vode, posebno oni lipofilni, ne podležu biodegradaciji već se akumuliraju u akvatičnim organizmima.

Analize organskih materija se mogu podeliti na analizu:

- ukupne količne organske materije
- pojedinačnih organskih jedinjenja ili grupa jedinjenja
- jedinjenja koja se mogu ekstrahovati



Analiza ukupne količine organskih materija detektovane preko potrošnje oksidacionog sredstva, koje obuhvataju:

1. biološku potrošnju kiseonika (**BPK**)
2. hemijsku potrošnju kiseonika (**HPK**)
3. ukupni organski ugljenik ili Total Organic Carbon (**TOC**)
4. potrošnja kalijum-permanganata **KMnO<sub>4</sub>**
5. spektralni apsorbcioni koeficijent (**SAK**)

# BPK

Mera je sadržaja biorazgradivih komponenata u otpadnoj vodi. To je količina kiseonika potrebna da se izvrši biološka oksidacija prisutnih biološki razgradivih sastojaka vode (količina kiseonika koju potroše mikroorganizmi pri prirodnom aerobnom prečišćavanju u vodi).



U praksi se određuje ili potpuna BPK ili za period od 21 dan ( $BPK_{21}$ ) ili vrednost za 5 dana ( $BPK_5$ ) ( $20^{\circ}C$ ). Najčešće se određuje  $BPK_5$  jer vrednost  $BPK_5$  iznosi približno 70 – 80 % od  $BPK_{ukupno}$ .

Određivanje BPK vrednosti sastoji se u pripremanju smeše otpadne vode, mikroorganizama i rastvorenog kiseonika i njenog stavljanja u specijalnu zatvorenu posudu tačno poznate zapremine i merenju utrošene količine kiseonika u funkciji vremena. Kada promena koncentracije rastvorenog kiseonika sa vremenom postane jednaka nuli kao rezultat dobija se potpuna ili ukupna BPK ( $BPK_p$ ).

Metode za određivanje BPK su metoda razblaživanja, manometarska metoda i kulometrijska metoda.

Po našim propisima, kvalitet površinskih voda prema BPK je svrstan u četiri klase.

Tabela - Kvalitet površinskih voda prema BPK

Klasa vode	BPK
I klasa	$< 2 \text{ mg O}_2/\text{l}$
II klasa	$< 4 \text{ mg O}_2/\text{l}$
III klasa	$< 7 \text{ mg O}_2/\text{l}$
IV klasa	$< 20 \text{ mg O}_2/\text{l}$



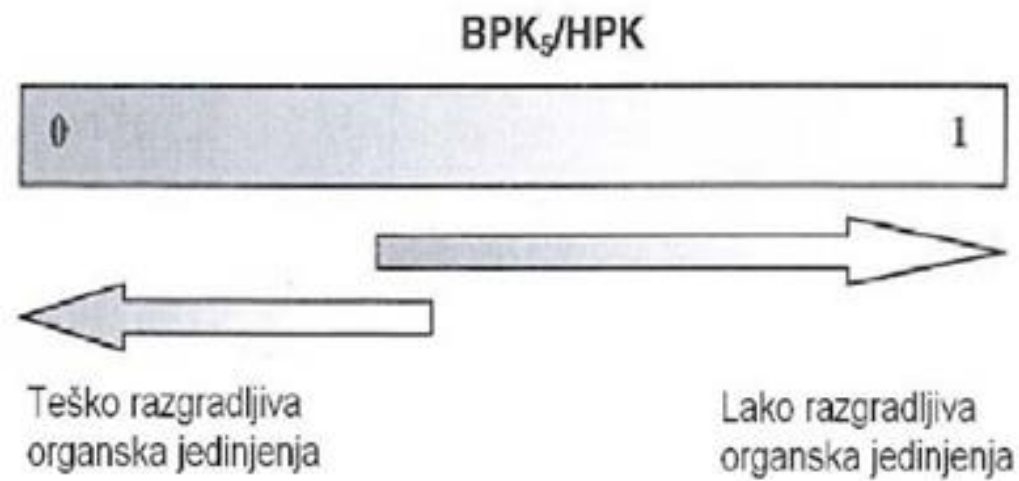
# HPK

Mera je organskog opterećenja vode i predstavlja pokazatelj zagađenosti otpadnih voda (količina kiseonika potrebna da se izvrši oksidacija svih oksidabilnih materija hemijskim putem).

Najčešće se izražava potrošnjom  $O_2$  u mg/l.

Najbolji pokazatelj koncentracije organskih komponenata je teorijska vrednost HPK koja odgovara količini kiseonika potrebnoj za oksidaciju organskog ugljenika. Određuje se na osnovu stehiometrijskih jednačina reakcija oksidacije organskih komponenata poznatog hemijskog sastava. HPK karakteriše oksidacija komponenata samo u  $CO_2$ ,  $H_2O$  i  $NH_3$ .

HPK se može meriti po otvorenoj titrimetrskoj refluks metodi, zatvorenoj titrimetrskoj refluks metodi i otvorenoj kolorimetrijskoj refluks metodi.



Odnos HPK/BPK<sub>5</sub> karakterističan je za pojedine otpadne vode, i u zavisnosti od sastava može biti različit i utvrđuje se laboratorijskim postupcima.

# TOC

Mera je sadržaja organski vezanog ugljenika u vodi

TOC u površinskim vodama potiče bilo od razlaganja prirodno organske materije bilo iz sintetičkih izvora.

Aparati za merenje TOC-a mogu biti prenosivi, laboratorijski i statični



Određuje se merenjem količine  $\text{CO}_2$  nastalog oksidacijom organskog ugljenika. Određivanje TOC-a je značajno iz više razloga:

- mera kontaminacije uzorka organskih materija
- mera stepena biodegradacije organskih materija prisutnih na površini
- određivanje efikasnosti tretmana čistih i otpadnih voda

# SADRŽAJ ORGANSKIH MATERIJA

**KMnO<sub>4</sub>** - potrošnja kalijum-permanganata

Pri standardizovanim uslovima predstavlja merilo sadržaja organskih materija u vodi. Voda koja sadrži organske materije utrošice određenu količinu KMnO<sub>4</sub> za njihovu oksidaciju. Određivanje ukupnih organskih materija u vodi ovom metodom se izvodi u kiseljoj (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) i baznoj (NaOH) sredini. Prema Pravilniku o sanitarnoj ispravnosti vode za piće utrošak KMnO<sub>4</sub> do 8 mg/l.

Klasa vode	Utrošak
I klasa	< 2 mg O <sub>2</sub> /l
II klasa	< 4 mg O <sub>2</sub> /l
III klasa	< 7 mg O <sub>2</sub> /l
IV klasa	< 20mg O <sub>2</sub> /l

**SAK** - spektralni apsorbcioni koeficijent

Primenom odgovarajuće spektroskopske metode moguće je određivanje ukupnog sadržaja UV apsorbujućih komponenata vode (UV/VIS spektrofotometrija), ukupnih masti, ulja, ugljovodonika poreklom iz nafte (IR spektroskopija), površinski aktivnih supstanci kao i drugih komponenti koje apsorbuju zračenje u datom delu spektra.



# BIOLOŠKI PARAMETRI PRIRODNIH VODA

Praćenje ovih parametara vode neophodno je u cilju očuvanja zdravlja ljudi koji je konzumiraju. Zakonska regulativa se ograničava na patogene mikroorganizme i na njihovu posrednu ili neposrednu detekciju u vodi za piće. Tokom rutinskog praćenja mikrobiološkog kvaliteta vode za piće koriste se:

- Indikatorski (opšti mikrobiološki indikatori i indikatori fekalnog zagađenja; pokazatelji su efikasnosti procesa pripreme vode za piće)
- Indeks (model) mikroorganizmi (pokazatelji prisustva patogenih mikroorganizama)

Kao pokazatelji mikrobiološkog kvaliteta vode za piće mogu se uzeti u obzir:

- Bakterije
- Virusi
- Alge i cijanobakterije
- Fungi
- Protozoe
- Helminti i druge invertebrate

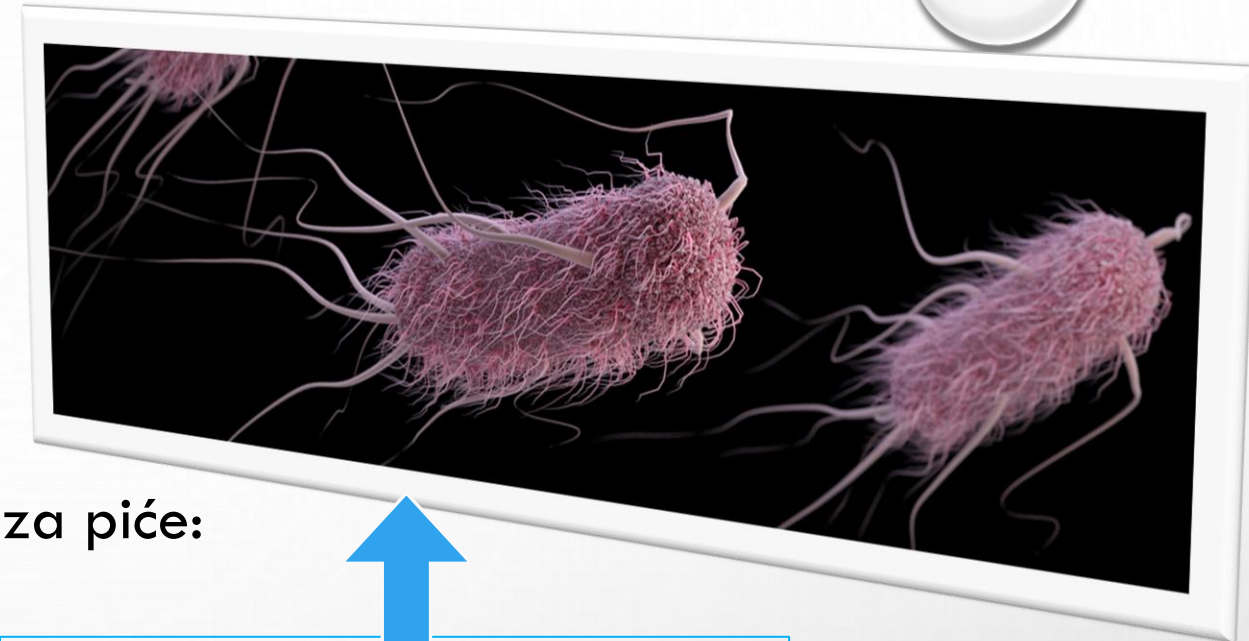


## Bakterije kao pokazatelji mikrobiološkog kvaliteta vode za piće

Opšti pokazatelji mikrobiološkog kvaliteta vode za piće:

- ukupan broj heterotrofnih bakterija
- ukupne koliformne bakterije

Indikatori fekalnog zagađenja – koriste se bakterije koje su normalni stanovnici crevnog trakta čoveka i toplokrvnih životinja. Najbolji indikatori su fekalne tj. termotolerantne koliformne bakterije, intestinalne enterokoke i sulfito - redukujuće klostridije (najvalidniji indikator su termotolerantne koliformne bakterije).



spadaju Escherichia coli, kao i predstavnici rodova Enterobacter, Citrobacter i dr.

## • **Virusi kao pokazatelji mikrobiološkog kvaliteta vode za piće**

- ✓ od najvećeg značaja su enterični virusi
- ✓ određuje se prisustvo bakteriofaga čiji su domaćini bakterije

## **Alge i cijanobakterije kao pokazatelji mikrobiološkog kvaliteta vode za piće**

Alge proizvode aromatične materije koje ispuštaju u vodu ili se one oslobađaju iz ćelija algi nakon uginuća. Ove materije utiču na organoleptičke karakteristike vode za piće.

❖ Zelene alge

❖ Zlatne, silikatne i dinoflagelate

❖ Cijanobakterije

(uklanjaju se procesom ozonizacije ili granularnim aktivnim ugljem)



**Fungi kao pokazatelji mikrobiološkog kvaliteta vode za piće**  
u vodi uglavnom kvasci i spore plesni.

## **Protozoe kao pokazatelji mikrobiološkog kvaliteta vode za piće**

Jedne od najznačajnijih kontaminanata vode za piće, ne samo zato što mogu uzrokovati različita oboljenja ljudi, već i zato što mogu biti vehiculum za različite patogene bakterije.

- najznačajnije su vrste *Entamoeba histolytica* i *Naegleria fowleri*
- flagelatne protozoe (rodovi *Cryptosporidium* i *Giardia*)

Uglavnom su ovi oblici veoma otporni na nepovoljne uslove.



## **Helminti i druge invertebrate kao pokazatelji mikrobiološkog kvaliteta vode za piće**

Njihovo prisustvo ukazuje na neadekvatnost obrade vode za piće, pri čemu mogu biti i vektori različitih patogenih mikroorganizama, koji se u njima nalaze nakon ingestije.

Apatogene vrste uklanjaju se sedimentacijom i prehlorinacijom jer su rezistentni na dezificijense.

- Parazitski helminti
- Metilji
- Rotatorije i larve hironomida

Ovi organizmi dovoljno su krupni da se mogu uočiti golim okom, uzrokuju neprijatan miris i ukus