



KONDICIONIRANJE VODA

- Oznaka: 2.05 - 312
- Nositelj: prof.dr.sc. Mirko KULEŠ
- Ašistent: mr.sc. Mirta HABUDA-STANIĆ, dipl.inž. (PTF, tel. 224-326)
- Opterećenje: 30 predavanja + 25 vježbe + 5 seminar
- ECTS: 5,0
- Studij: sveučilišni diplomska
- Semestar: izborni predmet II. semestra
- Usmjerjenje: Hidrotehnika

Literatura:

- Osnova literatura
Gulić, I.: Kondicioniranje voda, HSGI, Zagreb, 2003.
- Dodatačna literatura
Water Quality & Treatment. A handbook of Community Water Supplies, (5th Edition), McGraw-Hill Book Company, London, 1999.
Steel, E. W., Mc Ghee T. J.: Water Supply and Sewerage, (6th Edition), McGraw Hill Book Company, London, 1991.

KONDICIONIRANJE VODA

- Uvod
- Voda u prirodi
- Fizički, kemijski i biološki pokazatelji kakovće vode
- Voda za piće-standardi propisi i ciljevi kakovće vode
- Zdravstveni i estetski aspekti kakovće vode za piće
- Gospodarenje kakovćom vode
- Upotrebljivost vode za pojedine namjene i izbor postupka čišćenja
- Pregled postupaka čišćenja vode za piće-konvencionalni i napredni postupci obrade vode za piće
- Aeracija
- Koagulacija i flokulacija
- Talozanje i flotacija
- Filtracija
- Mekšanje vode
- Ionska izmjena i anorganska adsorpcija
- Uklanjanje željeza i mangana
- Kemijska precipitacija
- Membranski procesi obrade vode
- Kemijska oksidacija
- Adsorpcija i organski spojevi
- Desinfekcija vode
- Fluorizacija vode
- Unutrašnja korozija i kontrola taloga
- Kontrola mikrobiološke kakovće vode u distributivnom sustavu
- Postrojenje za čišćenje vode za piće : objekti postrojenja, funkcionalno i hidrauličko dimenzioniranje objekata, otpadne vode sa postrojenja, prateći objekti i uredaju postrojenja, dispozicija postrojenja

I kolokvij ✓ II kolokvij ✓

KONDICIONIRANJE VODA

Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku
Građevinski fakultet
Zavod za hidrotehniku i zaštitu okoliša

Prof. dr. sc. Mirko Kuleš
Mr. sc. Mirta Habuda-Stanić

KONDICIONIRANJE VODA

Upute za laboratorijske vježbe

Osijek, 2009.

- Uvod
- Postupci obrade vode
 - Flokulacija kalcidno-disperziranih čestica u vodi Jar-testom
 - Mekšanje i dekarbonizacija vode
 - Dekarbonizacija vode vaprom u vrćem
 - Termička dekarbonizacija
 - Adsorpcija na aktivnom ugljenu
- Analičke metode
 - Određivanje koncentracije H^+ iona - pH vrijednost
 - Određivanje elektrovodljivosti
 - Određivanje alkaliteta
 - Određivanje ukupne tvrdće
 - Određivanje ukupne tvrdće
 - Određivanje količina kompleksometrijski
 - Određivanje količine magnezija
 - Određivanje količine kisika
 - Određivanje biokemijske potrošnje kisika
 - Određivanje oksidativnosti
 - Određivanje koncentracije željeza
 - Određivanje organskih tvari UV-spektroskopijom
- Literatura

KONDICIONIRANJE VODA- VODA U PRIRODI

V
O
d
a

- multifunkcionalni resurs
 - prirodno i gospodarsko dobro
 - životni prostor za biljke i životinje
 - živežna namirница
 - transportni medij
 - izvor i prenositelj energije
 - prijamnik i otpremnik nečistoća
- sredstvo koje grije, hlađi, pere, otapa, razrjeđuje
- osnovni čimbenik gospodarskog i kulturnog razvoja

I agregatna stanja vode:

- Kruto – led
- Tekuće – voda
- Plinovito – vodena para

Tri agregatna stanja vode:

- Kruto – led
- Tekuće – voda
- Plinovito – vodena para

KONDICIONIRANJE VODA- VODA U PRIRODI

Struktura molekule vode

- Molekula vode je dipol
- Molekula nije linearna (104,5°)
- Tetraedarska prostorna rešetka

Molekule vode međusobno su povezane vodikovim vezama

Tri agregatna stanja vode:

- Kruto – led
- Tekuće – voda
- Plinovito – vodena para

Fazni dijagram vode

KONDICIONIRANJE VODA- VODA U PRIRODI

Voda pokazuje neobična svojstva

Gustoća

- Za većinu tvari povišenjem temperature gustoća se smanjuje
- Kod vode sniženjem temperature gustoća prvo raste do max. pri +4 °C, a zatim opada
- Negativni volumen taljenja - smrzavanjem dolazi do širenja, a ne skupljanja vode
- Anomalna promjena gustoće s temperaturom od ogromnog značaja za očuvanje života u vodi (led na površini...)

Ledište & Vrelište

- Kad bi se voda ponašala kao ostali spojevi slične strukture $T_f = -87^\circ\text{C}$ $T_v = -70^\circ\text{C}$
- Voda se ponaša kao da ima puno veću molekularnu masu

KONDICIONIRANJE VODA- VODA U PRIRODI

Voda pokazuje neobična svojstva

Polarnost

- Velika razlika u elektronegativnosti između O i H: molekula nije linearna (104.5°)
- Posljedica toga je da je molekul vode vrlo polarna
- Otopanje ionskih spojeva (hidratacija)

Površinska napetost

- Velika površinska napetost posljedica je niza vodikovih veza - molekule čvrsto vezane jedna uz drugu
- Prodiranje vode u biljke,
- Zadržavanje vode u tlu

Termičke osobine

- Voda posjeduje veliki topinski kapacitet ($75.5 \text{ J/mol}^\circ\text{C}$)
- Karakterizira je visoka topinska vodljivost - brz prijelaz topline
- Ima visoku topinu taljenja (60 kJ/mol) i topinu isparavanja (44 kJ/mol) - mora se razbiti velik broj vodikovih veza

Zalihe vode

Na Zemlji ima oko 1,4 milijarde km^3 vode do čega najveći dio otpada na slanu vodu mora i ocean-a

Samо oko 0,8 % od ukupne količine vode dostupno za ljudsku uporabu

KONDICIONIRANJE VODA- VODA U PRIRODI

The Water Cycle

Voda na Zemlji je u stalnom pokretu - isparavanje vode, padaline, rijeci tokovi, struje mora i ocean-a
Ovo kruženje vode učinkovit način "pročišćavanja" voda
Potrošnja vode kreće od 10 do 1500 L/dan po stanovniku u sličajevima visokog standarta i do 3000 L/dan po stanovniku
mnoge sredine suočene su s nedostatkom vode

KONDICIONIRANJE VODA- VODA U PRIRODI

Zalihe vode

Godišnje 110 000 km^3 padalina:

- Najveći dio neposredno ispari (71 000 km^3)
- Preostalih 39 000 km^3 - "obnovljiva vodna zaliha"
 - "nestabilna zaliha" - otječe rijekama (64 %)
 - "stabilna zaliha" - površinske stajaće vode i podzemne vode

** procjenjuje se da oko 1/3 svjetskog stanovništva nema dovoljnu niši kvalitetnu opskrbu vodom

** predviđaju se oružani sukobi zbog "plavog zlata" (200 žarišta)

poznata žarišta: Turska-Sirija-Iračko (akumulacije)
Egipat-Sudan-Etiopija (Nil)
Izrael-Sirijsko (Golanska visoravan)

kontinent	$\text{km}^3/\text{god.}$	$\text{m}^3/\text{god./st.}$
Europa	3.110	4.410
Azija	13.190	4.130
Afrika	4.225	6.581
Sjever. Amerika	5.960	13.925
Juž. Amerika	10.380	34.949
Australija	1.965	75.577
Ukupno	38.830	7.337

Godišnje obnovljiva količina vode po kontinentima (Glavač, 2001.)

KONDICIONIRANJE VODA- VODA U PRIRODI

U nekim regijama svijeta prisutan je nedostatak pitke vode (prirodni, klimatski uzroci, prevelika gustoća stanovništva, nedovoljna zaštita izvora vode)

Najveći "potrošač" vode je poljoprivreda (do 70%), a zatim industrija (do 24%), a tek oko 8 % vode troši se za kućanske i komunalne potrebe.

kontinent	ukupna potrošnja ($\text{km}^3/\text{god.}$)	potrošnja po stanovniku
Europa	455	626
Azija	98	542
Afrika	10	199
Sjever. Amerika	608	1451
Juž. Amerika	106	332
Australija	17	586
Ukupno	3.240	645

Količina godišnje potrošene vode (Glavač, 2001.)

POKAZATELJI KAKVOĆE VODE



KONDICIONIRANJE VODA - POKAZATELJI KAKVOĆE VODE

Prema Uredbi o klasifikaciji vode (NN 107/95) dvije su skupine pokazatelja.

I skupina - obvezni pokazatelji za ocjenu opće ekološke funkcije vode (fizikalno-kemijski pokazatelji, režim kisika, hranjive tvari, mikrobiološki i biološki pokazatelje)

II skupina - metali, organski spojevi i radioaktivnost, koji se ispituju temeljem posebnih programa sadržanih u planovima za zaštitu voda, pružaju širu ocjenu opće ekološke funkcije voda.

KONDICIONIRANJE VODA - POKAZATELJI KAKVOĆE VODE

Građene vrijednosti pokazatelja ekološke kakvoće površinskih voda:

Vode I. vrste

- u prirodnom stanju posve čiste, bistre i prozirne vode
- bez utjecaja čovjeka, koje se u prirodnom stanju ili nakon dezinfekcije mogu koristiti za piće

Vode II. vrste

- vode još čiste, visoke prozirnosti i bez neugodnog mirisa,
- sadrže dve tvari koje ih umjereno onečišćuju, a mogu se koristiti za kupanje i rekreaciju.

Vode III. vrste

- sadrže povećane koncentracije hranjivih tvari
- onečišćene, manje bistre i često neugodnog mirisa, moguća uporaba za poljoprivredu

Vode IV. vrste

- označava eutrofne, vrlo prijave, mutne vode neugodnog mirisa, male prozirnosti
- Bakterije koje u rijima žive razgradjuju otpadne tvari oslobađajući plinove neugodnog mirisa

Vode V. vrste

- označava potpuno nečiste vode koje se nigdje ne smiju upotrebljavati.
- stalno prisutan nedostatak kisika i u rijima žive uglavnom samo razgradivati.

KONDICIONIRANJE VODA - POKAZATELJI KAKVOĆE VODE

Pokazatelji kakvoće vode

I. Fizikalni pokazatelji kakvoće vode

II. Kemijski pokazatelji kakvoće vode

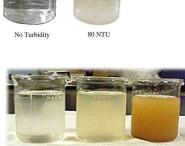
III. Biološki pokazatelji kakvoće vode

KONDICIONIRANJE VODA - POKAZATELJI KAKVOĆE VODE

I. Fizikalni pokazatelji kakvoće vode

1. SUSPENDIRANE TVARI

- organske ili anorganske tvari
- talozive ili netalozive
- određuje se pomoću Imhoffova stočca



2. MUTNOĆA

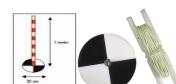
- nastaje uslijed prisutnosti koloida
- mjeri se pomoću turbidimetra

KONDICIONIRANJE VODA - POKAZATELJI KAKVOĆE VODE

Fizikalni pokazatelji kakvoće vode

4. TRANSPARENTNOST

- svojstvo određeno bojom i količinom otopljenih tvari
- određuje se tzv. Secchi metodom



5. PROVODLJIVOST

- često mjereni pokazatelj
- ovisi o prisutnosti ioniziranih i otopljenih tvari u vodi
- mjeri se konduktometrom



6. MIRIS I OKUS

- čista voda ne smije sadržavati miris ili okus
- voda mora imati "pitki okus"
- određuje se senzorski



7. TEMPERATURA

- određuje količinu otopljenog kisika,
- važan parametar u procesu obrade vode
- mjeri se termometrom



II. Kemijski pokazatelji kakvoće vode

Kemijske primjese u vodi mogu se podijeliti na **tri skupine**:

- 1. SKUPINA** → tvari koje se nalaze u prirodnim vodama,
- 2. SKUPINA** → tvari koje po sastavu ili koncentraciji bitno ne pogoršavaju mogućnost uporabe vode, ali su nepoželjne u većim količinama,
- 3. SKUPINA** → tvari koje po svom sastavu i/ili koncentraciji čine vodu neupotrebljivom za određene namjene, a mogu biti i otrovne.

Uobičajeni ioni u prirodnim vodama

GLAVNI SASTOJCI

1,0-1000 mg/L

Natrij
Kalcij
Magnezij
Hidrogenkarbonati
Sulfati
Kloridi

OSTALI SASTOJCI

0,01-10 mg/L

Željezo
Stroncij
Kaliј
Karbonati
Fluoridi
Nitrati
Bor
Silicij

Najčešći kemijski pokazatelji kojima se procjenjuje stanje kakvoće vode:

1. ukupno otopljenje tvari
2. koncentracija vodikovih iona
3. alkalitet
4. tvrdota
5. otopljeni plinovi
6. organske tvari
7. hranjive tvari
8. kovine ili metali
9. ostali kemijski pokazatelji

1. Ukupno otopljenje tvari

- *Ukupno otopljenje tvari u vodi su one koje ostaju nakon cijeđenja, a utvrđuju se isparavanjem na 105°C pa se ovaj pokazatelj često naziva i "suhu ostatak procijedene vode".*
- *otopljenje tvari u vodi u posljedicu procesa otapanja kroz atmosferu, po tlu ili u podzemlju.*
- *Izražava se u mg/L suhe tvari*
- *Otopljenje tvari mogu biti u vodi u obliku iona ili molekula i spojeva koji nisu ionizirani*
- *žarenjem "suhog ostatka" na 600°C ostaje anorganska tvar - "žareni ostatak"*

2. Koncentracija vodikovih iona

- Koncentracija vodikovih iona pokazuje kiselost ili lužnatost voda
- određuje se mjerjenjem elektromotorne sile u članku koji sadrži indikatorsku elektrodu (elektroda koja reagira na vodikove ione, staklena elektroda-stavlja se u ispitivani uzorak) i referentnu elektrodu.
- Razlika od jedne pH jedinice stvara promjenu potencijala od 58,16 mV na 20 °C ili 55,16 mV na 25 °C.
- Voda za piće mora reagirati neutralno do slabo alkano ($pH = 7,0 - 7,4$) jer kisele vode nagrizaju vodovodne cijevi, dok alkalne vode stvaraju talog.
- Prirodne vode u granicama su od 5,5 do 8,6
- Koncentracija vodikovih iona mjeri se elektrometrijskom metodom (pH-metrom), odnosno voltmetrom visokog otpora podešenim na pH vrijednost.
- ****** Visoke vrijednosti pH smanjuju učinak kod kloriranja pri dezinfekciji vode.**

3. Alkalitet

- Alkalitet predstavlja kvantitativnu sposobnost vodenog medija da reagira s vodikovim ionima.
- Alkalitet određuje količina iona u vodi koja neutralizira vodikove ione
- U prirodnim vodama alkalitet tvore slijedeći ioni: karbonati, hidrogenkarbonati, hidroksidi, silikati, borati, fosfati, i hidrogensulfidi
- Alkalitet se određuje kao "alkalitet prema fenolftaleinu" (A_p) koji predstavlja djelomični alkalitet (udio svih hidroksida i polovica udjela karbonata u vodi) i alkalitet prema metil crvenom" (A_f) koji predstavlja ukupni alkalitet (udio svih karbonata, hidrogenkarbonata i hidroksida u vodi).
- Alkalitet se izražava u mg/L $CaCO_3$.

KONDICIONIRANJE VODA - POKAZATELJI KAKVOĆE VODE

4. Tvrdoća vode

- određena koncentracijom polivalentnih metalnih kationa u otopini - u uvjetima zasćenosti metalni kationi reagiraju s anionima u vodi i tvore TVRDOĆU VODE.
- sadržaj Ca i Mg soli - "kamen kotlovac"
- izražava se SI jedinicom mol/L ili stupnjevima
- UT - sve Ca i Mg soli (karbonati, hidrogenkarbonati, sulfati, kloridi, nitrati, silikati)
- Određivanje ukupne tvrdoće titracijom uz EDTA i erikrom-crno T kao indikator - najtčnjih i najbržih postupaka
- podjela:**
meke vode < 9 °nj
ujemljeno tvrde 9-18 °nj
tvrde vode 18-26 °nj
vrlo tvrde vode > 26 °nj

KONDICIONIRANJE VODA - POKAZATELJI KAKVOĆE VODE

Jedinice tvrdoće

$$1^{\circ}n_j = 10 \text{ mg CaO/L}$$

$$1^{\circ}f = 10 \text{ mg CaCO}_3/\text{L}$$

$$1^{\circ}e = 1 \text{ grain CaCO}_3/\text{galon} = 10 \text{ mg CaCO}_3/0,7\text{L} = 14,3 \text{ mg CaCO}_3/\text{L}$$

$$\text{mg CaCO}_3/\text{L}$$

$$\text{equiv/L}$$

KONDICIONIRANJE VODA - POKAZATELJI KAKVOĆE VODE

5. Otopljeni plinovi

Od otopljenih plinova u vodi obično se ispituju:

KISIK O₂:
dospjeva u vodu otapanjem iz zraka i fotosinteza

UGLJIČNI DIOKSID CO₂:
prisutan u svim vrstama prirodnih voda u koncentracijama od nekoliko mg/L (površinske vode) do nekoliko stotina mg/L (podzemne vode)
-slobodan ili vezan u spojevima s karbonatima i hidrogenkarbonatima
-slobodan CO₂ u vodi je u otopljenom stanju -"pripadni" i "agresivni"
-kišnica ne sadrži hidrogenkarbonate-cijeli CO₂ je agresivan-korozija
-ako je slobodni CO₂ manji od pripadnog-izdvajaju se netopivi karbonati - sedrene barijere (Plitvice, Krka)

VODIKOV SULFID H₂S:
posljedica razgradnje org. tvari ili vulkanske djelatnosti
-daje neugodan miris, oksidacijom do sulfata snižava pH vode i uzrokuje koroziju betona.

KONDICIONIRANJE VODA - POKAZATELJI KAKVOĆE VODE

6. Organske tvari u vodi

- prisutne u vodi u raspršenom ili otopljenom obliku
- dijele se na:
 - Netopljive organske tvari:**
producit biljnog ili animalnog raspada, mikroorganizmi, ulja, humusne tvari i sl.
 - Topljive organske tvari:**
humusne tvari, masne kiseline, proteini, peptidi, aminokiseline, saharidi, otopljeni organski plinovi (npr. metan), topljivi ekstrakti biljnog i životinjskog porijekla, sintetski organski spojevi (pesticidi, otapala, itd.) i sl.

KONDICIONIRANJE VODA - POKAZATELJI KAKVOĆE VODE

Organische tvari u vodi

Prisutnost organskih tvari u vodi je **nepoželjno** iz više razloga:

- utječu na boju, miris i okus vode
- mogu izazvati biološko kvalitativne promjene u sistemima za opskrbu vodom
- mogu smetati pri procesima obrade
- smetaju pri uklanjanju željeza i mangana iz vode
- prekursori nastajanja halogeniranih organskih spojeva -THM (toksični ili kancerogeni)
- u prirodnim tokovima mogu izazvati nestanak otopljenog kisika uslijed mikrobne razgradnje

mjera: utrošak mgKMnO₄/L

KONDICIONIRANJE VODA - POKAZATELJI KAKVOĆE VODE

7. Hranjive tvari u vodi

- hranjive tvari (biostimulanti)**
-tvari potrebne za proizvodnju prvoredne organske tvari (alge, zelene biljke). Dušik i fosfor obično čine ograničavajuće činitelje rasta algi i zelenih biljaka.
- Dušikovi spojevi su nepoželjni sastojak vode
-organiski dušik i amonijak troše kisik, amonijak je štetan za ribe, a nepoželjan kod kloriranja vode (kloramini)
-nitriti i nitrotri -methemoglobinemija
-amonijak je pokazatelj svježeg onečišćenja, nitriti razmjerno bliskog, a nitrotri davnog zagadjenja organskom tvari u površinskim vodama.
- Fosfor** u vodi dolazi u obliku ortofosfata, polifosfata i organski vezanoj fosfora.
-povećane količine P u vodama pojavljuju se zbog umjetnih gnojiva i detergenata, a razgradnja spojeva fosfora je spora
-opasnost od eutrofikacije vodnog sustava

8. Kovine (metali)

- U vodu dospejavaju ispiranjem zemljišta, otapanjem minerala, antropološkim djelovanjem
- **Otrvorne kovine** koje mogu biti otopljene u vodi jesu: arsen, barij, kadmij, krom, olovo, živu, srebro i dr.
- **Neotrvorne kovine** kao natrij, željezo, aluminij, bakar i cink u malim količinama nužni su za život organizama. Uz kalcij i magnezij i navedene kovine nalaze se u prirodnim vodama
- Štetnost moguća nakupljanjem u tkivu organizma
- Kovine se najčešće određuju postupcima atomske apsorpcije i spektrofotometrijom. Izražavaju se u mg/L određenog elementa

8. Ostali kemijski pokazatelji

- fluoridi** (manje količine dobre u spriječavanju karijesa)
- kloridi** (mogu uzrokovati koroziju, daju slankast okus)
- sulfati** (zajedno s kloridima su mjeru slanosti vode; posljedica su otapanja minerala, mogu uzrokovati probavne smetnje; korozija betona)
- cijanidi** (vrlo opasni, ukazuju na zagadenost otpadnom vodom)
- radioaktivne tvari** (uslijed kemijskih i biokemijskih procesa koncentriraju se od nizih prema visim organizmima prehrambenog lanca- opasnost za ljudsko zdravlje: prirodnog ili umjetnog porijekla; izazivaju mutagene promjene, sterilnost, kancerogena oboljenja)

III. Biološki pokazatelji kakvoće vode**1. Stupanj saprobnosti****2. Stupanj biološke proizvodnje****3. Mikrobiološki pokazatelji****4. Stupanj otrovnosti****1. Stupanj saprobnosti****-podjela:****A) Oligosaprobeni**

- Oligosaproba zona ili prvi stupanj vrijednosti je voda u kojoj ima dovoljno kisika. Voda ima veliku prozirnost. Ukupni broj bakterija je manji od 100 u 1 mL.
- Takve su vode po kakvoći I. vrste, a svojstvene su za planinske potoke i jezera.

B) Beta-mezosaproba zona voda

- Beta mezosaproba zona voda ili drugi stupanj vrijednosti voda obilježava malo onečišćene vode.
- Vladaju aerobi uvjeti, a količina otopljenog kisika je još dovoljna
- Prozirnost vode je još izražena.
- Ukupni broj bakterija je manji od 100.000 u 1 mL.
- Veća jezera, donji tokovi većih nezagadenih rijeka.

C) Alfa-mezosaprobe zone ili vode III. stupnja

- Vode onečišćene organskom tvari.
- Zbog razgradnje i fotosinteze, postoje značajne razlike otopljenog kisika (po danu do 130%, po noći zasićenost pada do 80%).
- Ukupan broj bakterija veći je od 100.000 u 1mL.
- Vode pripadaju III vrsti kakvoće
- riječni rukavci, s slabijom izmjenom vode, onečišćeni vodotoci, bare, melioracijski kanali i sl.

KONDICIONIRANJE VODA - POKAZATELJI KAKVOĆE VODE

D) Polisaproba zona ili vode IV. stupnja

- Jako onečišćene vode.
- Zbog izražene razgradnje organske tvari, prevladavaju anaerobni uvjeti, a otopljenog kisika u vodi nema.
- Kao proizvod truljenja pojavljuje se vodik-sulfid, koji se osjeća po mirisu.
- Ukupan broj bakterija veći je od 150.000 u 1mL.
- Vode pripadaju IV. vrste kakvoće, jako onečišćeni vodotoci, dijelovi potoka i rijeke nizvodno od izljeva kanala otpadnih voda.

KONDICIONIRANJE VODA - POKAZATELJI KAKVOĆE VODE

2. Stupanj biološke proizvodnje

▷ Stupanj biološke proizvodnje nekog vodenog sustava ovisi o trofikaciji, odnosno raspoloživoj hranji (fosfor, klorofil, uk. br. stanica, org. proizvodnja, prozirnost)

▷ Švedski biolog Neumann je 1919. godine označio "oligotrofne" vode siromašne, a "eutrofne" vode bogate hranjivim solima.

Stupanj trofije	Ukupan fosfor (mgP/m ³)	Klorofil "a" mg/m ³	Prozirnost (Secchi) (m)		
	srednje	max	srednje	max	
Ultraoligotrofan	≤4,0	≤1,0	≥2,5	≥12,0	≥6,0
Oligotrofan	≤10,0	≤2,5	≤8,0	≥6,0	≥3,0
Mezotrofan	10-35	2,5-8	8-25	6-3	3-1,5
Eutrofan	35-100	8-25	25-75	3-1,5	1,5-0,7
Hiperetrofan	≥100	≥25	≥75	≤1,5	≤0,7

S. Tedesch (1997.)

Pokazatelji trofikacije voda stajačica

KONDICIONIRANJE VODA - POKAZATELJI KAKVOĆE VODE

3. Mikrobiološki pokazatelji

▷ Voda je vrlo povoljna okolina za život mikroorganizama

▷ osim uobičajenih mikroorganizama, u vodi se mogu naći i fekalni mikroorganizmi (pojedini su patogeni)

▷ patogeni mikroorganizmi (virusi, bakterije, plijesni, protozoe..)

▷ utvrđuje se pomoću "organizma pokazatelja"- koliformni organizmi

"ukupni koliformi"- *E. Coli*, *Aerobacter*, *Serratia marcescens*, *Providencia* i dr.

"fekalni koliformi"- *E. Coli*

"fekalni streptokoki" - *Streptococcus faecalis*.




KONDICIONIRANJE VODA - POKAZATELJI KAKVOĆE VODE

Bolesti koje se prenose vodom - hidrične bolesti-

Patogeni organizam	Bolest
Bakterije:	
- <i>Salmonella paratyphi</i> (A, B, C)	paratifus
- <i>Salmonella typhi</i>	tyfus
- <i>Shigellae vrste</i>	dizenterija
- <i>Vibrio cholerae</i>	kotera
- <i>Leptospira</i>	leptospiroza
- <i>Mycobacterium tuberculosis</i>	tuberkulозa
- <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	infekcije rana, infekcije oka, meningitis, nekrotizirajuće pneumonije
Virusi:	
- Poliovirus	paraliza, meningitis
- Echovirus	meningitis, dijne bolesti
- Coxsackievirus (A, B)	meningitis, dijne bolesti, groznice, miokarditis
- Hepatitis A	infektivna žutica
- Rotavirus	povraćanje, proljev, naročito kod djece
- Adenovirus	dijne bolesti, očne infekcije
Protozoa:	
- <i>Giardia lamblia</i>	amebijsaza
- <i>Entamoeba histolytica</i>	lambliazia
Helminți:	
- <i>Ascaris lumbricoides</i>	askaridoza
- <i>Ankylostoma duodenale</i>	ankilostomiza
- <i>Enterobius</i>	enterobikoza
- <i>Schistosoma</i>	schistosomoza

S. Tedesch (1997.)

KONDICIONIRANJE VODA - POKAZATELJI KAKVOĆE VODE

4. Stupanj otrovnosti ili toksičnosti

- određuje se biotestom s određenom skupinom organizama u ispitivanoj vodi

Biotestovima se utvrđuje:

- Koncentracija određene tvari kad ugiba 50% ispitivanih organizama u određenom vremenu (srednja smrtonosna koncentracija- LC 50).
- Najveća koncentracija kad se ne opaža učinak na ispitivane organizme tijekom 96 sati (srednja granica podnošljivosti - TL_m)