

# VODA

Asistent Ališah Ajla

Voda zauzima i prekriva 3/4 planete

Kao takva predstavlja najveću životnu sredinu na zemlji u kojoj živi ogroman broj životinjskih i biljnih vrsta - daleko veći nego na kopnu

S druge strane, voda je najznačajniji konstituent ćelijskih i tkivnih struktura svih živih bića

Zavisno od vrste, učestvuje u gradnji ćelija ili cjelokupnog tijela između 40% i 98%

Ovoliki procenat učešća u tjelesnim strukturama životinjskih i biljnih vrsta ukazuje na to da je voda i najvažniji nutrijent, odnosno metaoblit u odvijanju različitih fizioloških procesa u organizmima svih živih bića

Na kraju, ali ne manje bitno, treba podcrtati sanitarni značaj vode, koja predstavlja jedino pravo sredstvo za održavanje higijene ili medij u kojem se pripremaju i rastvaraju druga sredstva za higijenzaciju

Uz ovo, nema radnog ili proizvodnog procesa, nema proizvodne aktivnosti u koju direktno ili indirektno nisu ugrađene ili za koji nisu potrebne ogromne količine vode

Deficit vode u mikrosituacijama uzrokuje različit spektar problema, a na globalnom planu izuzetno nepovoljno utiče na planetarnu životnu sredinu

Zahvaljujući čovjekovom nemaru, vodeni sistemi kopna i zraka su u mnogim geografskim područjima ozbiljno ugroženi ili pak potpuno uništeni

Ni ogromne akumulacije vode u morima i oceanima nisu pošteđene od loših posljedica ljudskog nemara, kao što su zagađenje i uništavanje biljnog i životinjskog svijeta



Preko 90% vodenih resursa u obliku u kojem se nalazi, nije iskoristivo ni za ljude i njihove aktivnosti, ni za kopnene vrste i njihove potrebe

Da bi se ti resursi mogli koristiti, neophodno je preduzeti izuzetno skupe tehnološke zahvate *desalinizacije* i *demineralizacije* za koje su uz to potrebne ogromne količine energije

Takva bi eksploatacija u vrlo kratkom vremenu vjerovatno ozbiljno ugrozila ciklus kruženja vode u prirodi i poremetila njen raspored na planeti

Ovakve, na izgled apokaliptičke vizije su već danas djelimična realnost koja se ispoljava širenjem pustinjskih zona, uništavanjem biljnog pokrivača, erozijom tla, nedostatkom vode za piće i globalnom promjenom klime

Sretna je okolnost da se sve još može, možda ne u potpunosti, ali dobrim dijelom popraviti ukoliko se promijeni stav savremenog čovjeka prema vodi i prema životnoj sredini uopšte

Kada se posmatraju odnosi stočarske proizvodnje i vode, neophodno je unutar njih sagledati sve aspekte vode u odnosu na živa bića:

- *egzistencijalni,*
- *fiziološki,*
- *sanitarni i*
- *ekonomski*

Prije svega, voda je životna sredina za ribe i proizvodni medij u ribarstvu, jednoj od perspektivnijih grana stočarstva

Bez obzira na način proizvodnje ribe (riječno ili morsko ribarstvo, prirodni ili vještački način uzgoja), kvalitet vode mora da ispunjava odgovarajuće uvjete za neometanu reprodukciju i rast različitih vrsta riba, ali i drugih interesantnih vrsta koje žive u vodi

Ova konstatacija se odnosi kako na fizičko-hemijske tako i na higijenske pokazatelje statusa vode



Drugo, voda je jedan od najvažnijih konstituenata svih životinjskih organizama, bez obzira na njihovu životnu sredinu

Kao takva, više je zastupljena u mladim nego u starijim jedinkama  
Nalazi se u svim tkivima

Tako je u masnom tkivu ima 6% do 18%, u koštanom 13% do 44%, a u ostalim mehkim tkivima 65% do 80%

Ako se uz to ima u vidu da je voda rastvarač metabolita i medij za odvijanje metaboličkih procesa, konstituent tkivnih i tjelesnih tečnosti, nosač štetnih metabolita, faktor reguliranja tjelesne toplote i drugo, shvatljivo je da ni jedna vitalna funkcija ne bi bila moguća bez učestvovanja vode u njoj

Zbog ovoga se nikako ne može pogriješiti u tvrdnji da je voda u stvari osnovni nutrijent kojeg svim organizmima treba osigurati u onakvim količinama i kvalitetu koji će omogućiti neometalno odvijanje svih fizioloških procesa

Životinje dnevno iz svog organizma gube relativno velike količine vode

Gubici se ostvaruju respiracijom - disanjem, putem različitih ekskreta i sekreta, te isparavanjem i znojenjem

Potrebe se podmiruju putem hrane i napajanjem

Gubitak vode od 20% standardne tjelesne količine (traumatsko iskrvarenje, žeđanje i slično) uzrokuje brzu smrt odraslih jedinki zbog blokade vitalnih fizioloških funkcija

Znatno manji gubici će u još kraćem vremenskom periodu uzrokovati smrt mladih jedinki, koje su mnogo više osjetljive na nedostatak vode

Izuzetno je velika sanitarna uloga vode u stočarskoj proizvodnji  
Pri korištenju u svrhe napajanja, voda često može biti vektor uzročnika različitih bolesti i uzrok različitih trovanja

S druge strane, apsolutno je neophodna u održavanju higijene životinja, opreme, smještajnih i pratećih objekata vezanih za stočarsku proizvodnju



Bez upotrebe vode bio bi nezamisliv rad klaonica, mljekara, kafilerija i postrojenja u njima, drugih objekata za utilizaciju animalnog otpada, postrojenja za preradu kože i svih drugih pogona u kojima se prerađuju animalni proizvodi ili njihov otpad

Provođenje mjera sanitacije uključujući dezinfekciju, dezinsekciju i deratizaciju se takođe apsolutno ne može realizirati bez upotrebe vode

Kroz sve do sada navedeno, jasno se nameće i ekonomski značaj vode u stočarskoj proizvodnji

Logično je zaključiti da bez osiguranja dovoljnih količina vode odgovarajućeg kvaliteta, sigurno nije moguće organizirati profitabilnu stočarsku proizvodnju i uz to imati zdrave životinje, te higijenski i zdravstveno ispravne proizvode životinjskog porijekla

# KRITERIJI KVALITETA

U rješavanju snabdijevanja vodom u stočarstvu, neminovno se nameće pitanje koje količine vode treba osigurati za neometanu realizaciju proizvodnih procesa

Naravno, prije toga je sasvim opravdano postaviti pitanje

- Kakav kvalitet treba da ima voda koja se koristi za napajanje stoke?

Pošto je procese napajanja zaista teško odvojiti od ostalih tehnoloških procesa u kojima se koristi voda, jasno je da je gornje pitanje vezano i za ove procese, obzirom da je relativno teško, mada ne i nemoguće planirati različite distributivne sisteme

Drugim riječima, voda koja se koristi za napajanje stoke koristi se i za sve ostale potrebe, zbog čega definirani kriteriji kvaliteta vrijede i za vodu koja se koristi u ostale svrhe

Prije odgovora, odmah treba reći da sastav i kvalitet vode u prirodi nije jednak niti konstantan

Jedna voda može da sadrži više sastojaka koji joj definiraju kvalitet od druge, a isto tako sadržaj tih sastojaka u istoj vodi može da varira

Kod određivanja higijenskih uvjeta kojima voda treba da odgovara, vodi se računa i o tome čemu ona služi

Različiti su zahtjevi za vodu koja se koristi za napajanje i održavanje higijene u primarnoj proizvodnji u odnosu na primjer, na zahtjeve za kvalitet vode u ribnjacima ili pak one koja se koristi u preradi mlijeka, odnosno drugim vidovima finalizacije ili utilizacije životinjskih proizvoda



Kada je riječ o primarnoj stočarskoj proizvodnji, osnovni kriteriji kvaliteta za vodu su identični kriterijima kvaliteta za vodu namijenjenu potrebama ljudi

Najvažniji su slijedeći:

- voda mora biti bez boje i mirisa i mora imati prijatan osvježavajući ukus,
- treba da ima konstantnu temperaturu od 8 oC - 12 oC i da je životinje, kada se koristi za napajanje rado uzimaju,
- ne smije sadržavati nikakve patogene mikroorganizme, a od saprofitskih samo one koje su dozvoljene odgovarajućim pravilnicima o kvaliteti vode za piće,
- ne smije sadržavati hemijske materije koje se normalno ne nalaze u njoj, dok sadržaj hemijskih materija koje se normalno nalaze, ne smije biti veći od pravilnicima dozvoljenog,
- ne smije sadržavati supstance koje bi je činile neupotrebljivom ili štetnom za određene proizvodne procese, kao što je npr. pri upotrebi u klaonicama, mljekarama, inkubatorskim stanicama i drugim,
- izvori vodosnabdijevanja moraju zadovoljavati higijenske normative, a količine koje se dobijaju iz njih moraju osigurati potrebe napajanja i održavanja drugih procesa za koje je voda neophodna



U okviru navedenih opštih kriterija kvaliteta, treba računati i na specifične kriterije za vodu namijenjenu konkretnim potrebama u pojedinim segmentima stočarske proizvodnje

Najoštrijji su svakako kriteriji koji se postavljaju u odnosu prema vodi za napajanje, koja mora ispunjavati sve navedene opšte kriterije

Voda koja se koristi u klaonicama i mesnoj industriji uz navedene opšte kriterije, ne smije biti previše tvrda i ne smije sadržavati veće količine željeza

Isto važi i za vodu koja se koristi u mljekarskoj industriji, uz dopunu da ona ne smije sadržavati ni veće količine mangana, a posebno kalcijevih i kalijevih soli, koje svojim prisustvom puteru mogu dati ukus sapuna

Voda koja se koristi za rad inkubatorskih stanica mora zadovoljavati identične kriterije za vodu koja se koristi u mesnoj industriji

Što se tiče ribarstva, tu postoje različiti kriteriji, koji se ne mogu u potpunosti svrstati ni među opšte, a ni među do sada navedene specifične kriterije

U ovom slučaju radi se o vodi kao životnoj sredini, čemu se podvrgavaju svi zahtjevi, pa i kriteriji vezani za nju

Treba odmah napomenuti da sve vrste slatkovodnih riba ne zahtijevaju iste kvalitete vode

Pastrmke, na primjer, traže izrazito čistu, bistru i relativno hladnu vodu, dok druge vrste mogu da žive i u vodama koje imaju sasvim suprotne karakteristike

Ipak, slobodno se može konstatirati da je svim vrstama riba, kako slatkovodnim, tako i morskim, neophodna čista, hemijski i na druge načine nezagađena voda



Drugi važan faktor za život riba je rastvoreni kisik u vodi  
Njega treba biti u dovoljnim količinama uvažavajući specifične potrebe  
za pojedine vrste

Tako za pastrmke, donja granica količine rastvorenog kisika u vodi  
iznosi 5 mg/l, a za šarane i štuke 3-3,5 mg/l

Neke manje plemenite slatkovodne ribe, kao što su karaši, mogu  
živjeti u vodama koje sardže od 0,5 do 1 mg/l rastvorenog kisika

Vode u ribnjacima ne smiju imati veće količine vodenog bilja, koje  
tokom noći za potrebe vlastite respiracije koriste kisik iz vode,  
oduzimajući ga na taj način ribama

Ove vode ne smiju imati ni neke hemijske elemente, kao što su  
željezo, koje se u formi hidroksida taloži na škrge, niti veće količine  
natrijevog klorida, a posebno amonijaka (iznad 1,5 mg/l) i  
sumporvododnika (iznad 1,3 mg/l)

Optimalan pH vode za skoro sve vrste slatkovodnih riba treba da je  
između 6 i 8

# POTREBE ZA VODOM U STOČARSKOJ PROIZVODNJI

Veoma je važno, ali i relativno je teško dati konkretne norme o potrebnim količinama vode za pojedine faze stočarske proizvodnje

Dnevne potrebe zavise od toga da li je riječ o primarnoj ili finalnoj proizvodnji, ili se radi o utilizaciji animalnih produkata

Dnevne potrebe su takođe uvjetovane vrstom, dobi i proizvodnom kategorijom životinja, načinom držanja, godišnjim dobom, statusom mikroambijenta, posebno temperature, vrstom i načinom ishrane, te o čitavom nizu drugih preduvjeta

Jednom rječju, ovom se pitanju uvijek pristupa individualno, mada se moraju respektirati okvirni polazni normativi

Tako se npr orijentacione dnevne potrebe za vodom u primarnoj proizvodnji (tab. 3.) zavisno od vrste životinja i načina držanja kreću od 0,2 do 120 litara po jedinki

U ove količine, osim zadovoljenja nutritivno - fizioloških potreba u vodi za piće uračunavaju i potrebe za tehnološki predviđeno standardno održavanje higijene u objektima, te za druge povezane radne i tehnološke operacije u kojima je voda neophodna



U procesu finalizacije animalnih proizvoda troše se takođe ogromne količine vode

Ukoliko se ispunjavaju svi higijenski i proizvodni standardi, u klaonicama se po jednom zaklanom krupnom grlu troši 4,5 - 7,5 m<sup>3</sup>, a po sitnom grlu 2 - 3 m<sup>3</sup> čiste vode

Za svakih 100 l mlijeka proizvedenog u mljekari, troši se oko 2 m<sup>3</sup> vode, a u mesnoj industriji po toni proizvoda između 10 i 30 m<sup>3</sup> vode

U procesima prerade kafilerijskog otpada po toni sirovine troši se do 30-50 m<sup>3</sup> po toni otpada

**Orijentacione dnevne potrebe  
za vodom u primarnoj  
stočarskoj proizvodnji,  
obraćunate po jednom grlu**

VRSTA I KATEGORIJA	NAČIN DRŽANJA	KOLIČINA VODE lit/dan
<b>GOVEDA</b>		
MLIJEČNE KRAVE	U ŠTALI	80-120
MLIJEČNE KRAVE	NA ISPAŠI	75
BIKOVI	U ŠTALI	65-70
BIKOVI	NA ISPAŠI	40-50
TELAD	U ŠTALI	35-40
TELAD	NA ISPAŠI	30

# KONJI

sportski	u štali	75-100
sportski	na ispaši	50
radni	u štali	65
radni	na ispaši	50
ždrijebad	u štali	35
ždrijebad	na ispaši	25



# OVCE

ODRASLE	U ŠTALI	10
ODRASLE	NA ISPAŠI	5

# SVINJE

ODRASLE	U ŠTALI	45-50
ODRASLE	NA ISPAŠI	35-45
PRASAD	U ŠTALI	15-25
PRASAD	NA ISPAŠI	15-20

# KOKOŠI

ODRASLE	U KAFEZIMA	0,5
ODRASLE	NA PODU	0,3-0,4
U UZGOJU	NA PODU	0,2
U TOVU	NA PODU	0,4



# FIZIČKE I HEMIJSKE

## KARAKTERISTIKE VODE

Predstavljaju važne parametre za ocjenu kvaliteta vode

Kvalitet vode je i u prirodnim uvjetima varijabilan, što pogotovu dolazi do izražaja prilikom njene kontaminacije

U takvim okolnostima se bitno mijenjaju pojedine fizičke i hemijske karakteristike vode

Dobro poznate osnovne karakteristike znače:

- mogućnost donošenja ispravne ocjene o korištenju vode,
- istovremeno djelovati preventivno na moguće štetne posljedice njene upotrebe po ljude, životinje ili proizvode animalnog porijekla

Najvažnije fizičke, odnosno fizičko-hemijske karakteristike vode su:

- temperatura,
- boja,
- providnost,
- miris i ukus,
- замуćenje i talog,
- te pH reakcija

Temperatura vode je izuzetno važna fizička karakteristika, koja prije svega zavisi od temperature za vodu okolnog medija

Najvećim oscilacijama temperature izložene su površinske vode

Njihova temperatura direktno zavisi od temperature atmosforskog zraka i nešto manje, a posebno ako su plitke, i od temperature tla nad kojim leže

Variranja temperature ovakvih voda izražena su tokom godine i kreću se u intervalu od 0 oC pa do 25 oC i više

Podzemne, a pogotovo dubinske vode, imaju prilično ujednačenu temperaturu koja prvenstveno zavisi od temperature okolnog sloja tla

Što je nivo podzemne vode viši, veći su uticaji i u temperaturi atmosferskog zraka na njenu temperaturu koja postaje podložnija oscilacijama

Ujednačenu temperaturu tokom godine imaju vode iz dubinskih bunara, arteških bunara i izvora u koje voda dopijeva sa većih dubina

Variranje temperature podzemne vode u pojedinim godišnjim dobima znači da ona potiče iz plitkih slojeva tla

Temperatura vode je važan indikator njenih ostalih kvalitativnih pokazatelja i njenog ukupnog higijenskog statusa

Vodu sa visokom temperaturom, sem što je higijenski problematična, životinje nerado piju

Ona ima nizak sadržaj rastvorljivog kisika, a za dezinfekciju je potrebno potrošiti znatno veće količine hlora



## Boja vode

je fizička karakteristika koja joj u mnogome indirektno definira ostale karakteristike

Voda je obično bezbojna, ali primjesom različitih organskih i neorganskih čestica subkoloidne veličine, može da poprimi i različite boje

Po intenzitetu se boja može definirati kao slaba ili jaka, odnosno svijetla ili tamna

Obzirom da čestice koje daju boju vodi, zbog veličine ne zaustavljaju klasični filteri, ova karakteristika se smatra stalnom

Boja vode ima poseban higijenski značaj, ukoliko je formiraju čestice organskog porijekla ili je posljedica industrijske kontaminacije, odnosno miješanja sa otpadnim vodama

Zbog ovoga je obavezno ustanoviti porijeklo boje vode

Providnost vode je njena fizička karakteristika usko povezana za sadržaj različitih organskih i neorganskih supstanci

# Zamućenost i talog

Voda ponekad zna biti zamućena, tj. zamagljena, neprozirna

Uzrok leži u prisustvu bakterija ili finih malih čestica koje su anorganskog porijekla te se ne otapaju, ili su organskog porijekla koje voda pokupi tokom svog puta od izvora do naših slavina

Te čestice apsorbiraju i raspršuju zrake svjetlosti, te voda dobija neproziran izgled



## Miris

Fizička karakteristika koja se u dobrim, čistim vodama ne javlja

Utvrđi se najbolje pri temperaturi od 30 oC

Miris se inače po intenzitetu može definirati kao jak, slab i neprijatan

Pri pojavi mirisa vode, neophodno je objasniti njegovo porijeklo

Tako miris na truhlo sugerira da se u vodi vjerovatno vrši razgradnja organske materije

Miris na kuhana jaja uzrokovan je prisustvom sumporvodonika, koji opet može biti produkt organske razgradnje u vodi, ali može biti i mineralnog porijekla

Ukoliko voda sadrži sumporvodonik, ne smije se upotrebljavati u svrhu napajanja, a nije dozvoljena ni za upotrebu u druge svrhe

Miris mineralnog sumporvodonika se stajanjem, a posebno aeracijom vode vrlo brzo gubi

Voda može da primi miris i drugih različitih materija, koje u nju dolaze uglavnom sa otpadnim vodama

Stoga, svaku pojavu mirisa u vodi treba higijenski nepovoljno ocijeniti

## Ukus

Ovo svojstvo vodi daju u njoj rastvorene mineralne materije, kisik i ugljični dioksid, odnosno ugljična kiselina

Prema intenzitetu, ukus se gradira kao jak, slab i neprimjetan, a prema kvalitetu kao kiseli, gorki, slani i drugi ukus

Veće količine rastvorenog NaCl i KCl daju vodi slani ukus, dok veće količine magnezijevih ( $MgSO_4$  i  $MgCl_2$ ) i kalijevih ( $K_2SO_4$ ) soli daju vodi gorak ukus

Promjena ukusa mora rezultirati sumnjom na kontaminaciju vode, pa je u tom smislu indicirana obavezna kontrola, kojom treba otkriti razloge promjene okusa

## Reakcija vode može biti:

- neutralna,
- bazna i
- kisela

Dobra voda obično ima slabo kiseo do slabo bazan pH, koji iznosi između 6 i 8,5

Promjena ni ka baznoj, a pogotovo ne ka kiseloj reakciji nije dobra, jer sugerira na prisustvo organskih kontaminanata



Na putu do formiranja izvora, odnosno prilikom kruženja u prirodi, voda neprestano prima različite hemijske supstance

Šire gledano, prisustvo svih ovih supstanci predstavlja hemijsku kontaminaciju vode

Hemijski čista voda je samo spoj dva atoma vodonika i jednog atoma kisika

Takva voda u prirodi praktično ne postoji

U kontaktu s gasovima kroz atmosferski zrak, kroz tlo ili kod otvorenih vodotokova sa površinom tla, voda prima i obogaćuje se različitim elementima koji se u njoj rastvaraju

Većina njih predstavlja sastavne dijelove obične, prirodne i u higijenskom smislu kvalitetne vode

Manji dio hemijskih supstanci dospijeva u vodu povremeno ili pod posebnim uvjetima

U pravilu su takve supstance pravi hemijski kontaminanti vode, jer joj mijenjaju kvalitet, čineći je ponekad štetnom za upotrebu

One hemijske supstance koje se normalno nalaze u sanitarno, odnosno hemijski čistoj vodi, ponekad povećaju svoju koncentraciju čak do štetnog nivoa

Zbog ovoga, pri hemijskoj analizi vode nije dovoljno samo utvrditi postojanje određenih hemijskih elemenata ili spojeva u njoj, nego treba utvrditi i njihove količine, odnosno neophodno je izvršiti i kvantitativnu analizu

Količine ovih sastojaka izražavaju se u miligramima po litru vode - mg/l

K i s i k u vodi, ne hemijski vezan, nego u rastvorenom stanju, ima višestruk značaj

Njegovo prisustvo omogućava funkciju vode kao životne sredine, osigurava procese razgradnje organskih materija u njoj, te stoga ima izvanredan higijenski značaj

Kisik se u vodi rastvara iz atmosferskog zraka ili kao rezultat fotosintetskih procesa vodene flore

Količine kisika su najveće u površinskim slojevima vode, opadajući prema dubljim slojevima

Ovo je sasvim razumljivo, obzirom da su procesi difuzije gasova najintenzivniji u dodirnim površinama dva medija - vode i zraka



Što je ta površina veća, veća je i apsorpcija kisika u vodi

To objašnjava zašto brze planinske rijeke imaju veće količine kisika od sporih ravničarskih

Pored veličine kontaktne površine, količine rastvorljivog kisika u vodi zavise od njene temperature i atmosferskog pritiska

Porast temperature vode smanjuje sposobnost apsorpcije kisika u njoj i obratno

Kapacitet (zasićenost) vode za  
kisik pri različitim temperaturama

<u>TEMPERATURA</u>	<u>RASTVORLJIVI KISIK mg/l</u>	<u>TEMPERATURA</u>	<u>RASTVORLJIVI KISIK mg/l</u>
0	14,56	12	10,75
1	14,16	14	10,28
2	13,78	16	9,85
3	13,42	18	9,45



<u>TEMPERATURA</u>	<u>RASTVORLJIVI KISIK mg/l</u>	<u>TEMPERATURA</u>	<u>RASTVORLJIVI KISIK mg/l</u>
4	13,06	20	9,09
5	12,73	22	8,73
6	12,41	24	8,42
8	11,81	26	8,10
10	11,25	28	7,80
		30	7,52

Sposobnost rastvaranja kisika je ograničena, jer voda pri određenoj temperaturi može primiti samo određenu količinu kisika koji se, kao i druge hemijske supstance iskazuje u mg/l

Kada na određenoj temperaturi bude postignuta maksimalna količina rastvorljivog kisika, voda postaje zasićena

Dalje rastvaranje ovog gasa moguće je samo ukoliko se temperatura snizi

Veće količine kisika moguće je dokazati nakon povišenja temperature već zasićene vode

U takvim situacijama nastaje jače odavanje kisika u atmosferski zrak ili se on u vidu mjehurića zadržava na vodenim biljkama ili drugim objektima

Zadržavanje kisika na ovaj način posljedica je nemogućnosti brzog odavanja u atmosferski zrak, pa se prilikom kontrole u takvim vodama dokaže prezasićenost kisikom

Prezasićenost se može utvrditi i nakon intenziviranja fotosintetskih procesa u vodama koje sadrže veće količine vodenog bilja

Manje količine kisika u vodi obično su posljedica kontaminacije organskog supstrata i intenzivnih oksidacionih procesa

Potrošnja kisika u ovom smislu može biti tako intenzivna da se on uopšte ne može dokazati u vodi

Ovakvi procesi i varijabilne koncentracije kisika u vodi iskorišteni su kao sanitarni pokazatelji pri kontoli vode

Dokaz manjih količina kisika od količina kojim je voda zasićena na određenoj temperaturi, ukazuje na vrlo vjerovatnu kontaminaciju vode

Čiste vode su, za razliku od kontaminiranih površinskih voda, gotovo uvijek zasićene kisikom ili je njegova koncentracija veoma blizu granici zasićenja



Ugljični dioksid se u vodi nalazi rastvoren kao:

- slobodna ugljična kiselina ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ),
- u vidu kalcijevog i magnezijevog bikarbonata ( $\text{Ca}(\text{CO}_3)_2$  i  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ ),
- u vidu kalcijevog i magnezijevog karbonata ( $\text{CaCO}_3$  i  $\text{MgCO}_3$ )

Porijeklo ovog gasa u vodama je različito

Do izvjesne količine, ne veće od 5 mg/l, voda ga može apsorbirati iz zraka

Relativno velike količine ugljičnog dioksida, porijeklom iz tla, mogu sadržavati dubinske podzemne vode (preko 10 mg/l), a najviše ga se u vodi zadržava kao posljedica razgradnje organskih supstanci i to u fazi mineralizacije

Količine ugljičnog dioksida u kontaminiranim vodama mogu da budu veće od 25 mg/l, a svaka voda koja ga sadrži više od 10 mg/l je sumnjiva na kontaminaciju

Ovo treba posebno potencirati kada se uz veće količine ugljičnog dioksida dokažu druge hemijske materije kontaminacije, kao što su azotni spojevi i hloridi

Ugljični dioksid u vodi može pokazati i korozivno djelovanje na metale nakon spajanja sa vodom i formiranja ugljične kiseline

Tvrdoća vode predstavlja količinski iskaz u njoj rastvorenih kalcijevih i magnezijevih soli

One se u vodi javljaju u obliku:

- bikarbonata,
- hlorida,
- sulfata,
- fosfata,
- nitrata i
- u manjoj mjeri nekih drugih soli

Količina svih ovih soli u vodi predstavlja ukupnu tvrdoću vode

Kuhanjem tvrde vode dolazi do razgradnje bikarbonata na karbonate koji se istalože i ugljični dioksid



Time se iz vode uklanja dio tvrdoće, koji se naziva prolaznom ili karbonatnom tvrdoćom

Preostala tvrdoća naziva se prava ili nekarbonatna tvrdoća vode

Tvrdoća vode izražava se u mg/l kalcijevog oksida (CaO), koji je ekvivalentan svim kalcijevim i magnezijevim solima u vodi

Ovo svojstvo vode može se izraziti i odgovarajućim stepenima tvrdoće, kao što su:

- njemački,
- francuski i
- engleski

Jedan njemački stepen tvrdoće odgovara količini od 10 mg CaO u litru vode

Odnos druge dvije jedinice prema njemačkom stepenu tvrdoće vode je slijedeći:

- 1 njemački stepen = 1,25 engleskih stepeni, odnosno 1,79 francuskih stepeni

Prirodne vode imaju različitu tvrdoću:

- do 28 stepeni voda je mehka,
- do 280 stepeni voda je tvrda,
- preko 280 stepeni su vrlo tvrde vode

Tvrdoća vode ima veći tehnološki nego sanitarni značaj

Naravno, u slučajevima naglog povećanja tvrdoće, uvijek treba posumnjati na kontaminaciju otpadnim vodama, jer one mogu da sadrže značajne količine soli koje čine tvrdoću vode

Azotne materije u vodi posljedica su njene kontaminacije organskim supstancama biljnog ili životinjskog porijekla

Organska materija životinjskog porijekla, koja ima mnogo veći sanitarni značaj, bez obzira da li potiče od uginulih životinja ili njihovih ekskreta sadrži svoje proteine, masti i ugljikohidrate

U vodi se ove materije, u prisustvu mikroorganizama i dovoljnih količina kisika, počinju razgradjivati na prostija jedinjenja

Kao posljednji produkt u raspadu proteina, javlja se amonijak odnosno njegove soli, obično sa karbonatima

Oksidacijom amonijaka nastaju nestabilni nitriti koji brzo prelaze u nitrate

Ovi produkti označavaju početak mineralizacije organske materije, pri kojem se uz amonijak stvaraju različite azotne soli

Ponekad, u nedostatku kisika i uz prisustvo odgovarajućih mikroorganizama, moguć je reverzibilan proces, u kojem se nitrati redukuju u nitrite, a ovi u amonijak



Nalaz većih količina amonijaka, nitrita i nitrata u ispitivanoj vodi ukazuje na njenu svježiju kontaminaciju materijama organskog porijekla

Manje količine amonijaka i nitrita uz veće količine nitrata, sugeriraju na nešto stariju kontaminaciju vode i podmakao proces razgradnje organske materije

Pri sanitarnoj ocjeni vode odredjuju se:

- Slobodni amonijak kojeg u čistim vodama ima 0,005-1 mg/l Podzemne vode iz velikih dubina mogu sadržavati oko 2 mg/l, ali on nije produkt mineralizacije organske materije

U kontaminiranim vodama može ga biti do 15 mg/l, a u veoma kontaminiranim i preko 15 mg/l

Nalazi se u obliku amonijum hlorida ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ),

- amonijum karbonata ( $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ) i
  - amonijum sulfata ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ),
  - te nešto rjeđe u obliku drugih soli
- 
- Albuminoidni amonijak se redovno dokazuje u površinskim vodama, a u obliku kompleksnih organskih spojeva

U čistim podzemnim vodama ga nema

Čiste površinske vode sadrže ga u količinama do 0,003 mg/l

- Osim oksidacijom amonijaka, nitriti mogu nastati i redukcijom iz nitrata  
Pošto se javljaju u obliku veoma nestabilnih spojeva, mogu se dokazati samo u svježe uzetom uzorku vode

Najčešće se dokažu kao:

- kalijev nitrit ( $\text{KNO}_2$ ) i
  - kalcijev nitrit ( $\text{Ca}(\text{NO}_2)_2$ )
- 
- Nitrati su posljedica procesa mineralizacije organske materije  
U površinskim vodama ima ih između 0,05 i 1 mg/l, a u plitkim podzemnim vodama od 0,5 do 0,25 mg/l

Dokažu se obično kao:

- kalijev nitrat ( $\text{KNO}_3$ ) i
- kalcijev nitrat ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ )



Hlor se nalazi u svim vodama, u manjim ili većim količinama  
Javlja se u obliku baznih soli, najčešće kao:

- natrijev hlorid ( $\text{NaCl}$ ),
- kalcijev hlorid ( $\text{CaCl}_2$ ) i
- magnezijev hlorid ( $\text{MgCl}_2$ )

Porijeklo hlorida može biti rezultat rastvaranja mineralnih naslaga tla u podzemnim vodama, miješanja slatke i morskse vode, ali i kontaminacije otpadnim vodama ili organskim materijama

U čistim, plitkim vodama količine hlorida se kreću od 0,5 do 50 mg/l

U morskim ili drugim slanim vodama ima ih i preko 3000 mg/l

Korištenje za piće vode koja ih sadrži više od 250 mg/l može izazvati različite štetne posljedice - od gastrointestinalnih problema do ozbiljnih trovanja

Naglo povećanje količine hlorida u nekoj vodi veoma ozbiljno sugerira na moguću kontaminaciju te vode, bilo organskim materijama, bilo otpadnim vodama

Ostali anorganski spojevi u vodi su:

- mangan,
- fluor,
- sulfati,
- sumporvodoničnik, te
- metali željezo i bakar

Pored njih, naročito u kontaminiranim vodama, mogu se naći:

- olovo,
- arsen,
- kadmijum,
- živa, te
- drugi toksični anorganski spojevi

Fluor se nalazi u obliku natrijevog fluorida

U dobrim vodama za piće ne smije ga biti više od 1 mg/l

Željezo se javlja sa manganom, a uz njih se često dokaže i mineralni sumpor vodonik

Željezo je u obliku različitih spojeva:

- nerastvorljivog feri oksida ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) i
- rastvorljivog feri hidroksida ( $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ),
- ferobikarbonata ( $\text{Fe}(\text{HCO}_2)_2$ ) i
- ferosulfata ( $\text{Fe}_2\text{SO}_4$ )

U dobrim vodama za piće i tehnološku upotrebu, ne bi trebalo da bude više od 0,3 mg/l željeza, posebno ne u obliku njegovih rastvorljivih spojeva

Najveće dozvoljene količine u vodi za piće iznose za: olovo 10 $\mu\text{g/l}$ , arsen 10  $\mu\text{g/l}$  , bakar 2000  $\mu\text{g/l}$



## Organske materije u vodi imaju izvanredan higijenski značaj

Posebno iz razloga što se sa prisutnom organskom materijom obično dokažu i različiti patogeni mikroorganizmi

Ako voda sadrži dovoljne količine kisika, u njoj se odvijaju intenzivni oksidacioni procesi

Ovo je iskorišteno za posredno određivanje količine organskih materija u vodi metodom utroška kalijevog permanganata ( $\text{KMnO}_4$ ) u njoj

Oslobodjeni kisik iz permanganata oksidira prisutne organske supstance ili spojeve nastale u procesu mineralizacije kao što su nitriti

Utrošak kalijumpermanganata ( $\text{KMnO}_4$ ) kod izvorske vode za piće, ne smije biti veći od 4 mg/l, a kod voda lošijeg kvaliteta, ali još uvijek za piće, ne smije biti veći od 12 mg/l

# BIOLOŠKI FAKTORI VODE

U vodama se, osim anorganskih i organskih sastojaka, nalazi i manji ili veći broj životinjskih i biljnih organizama - od makro do mikroorganizama

Svima njima je zajedničko da im je voda trajna ili privremena životna sredina i da u njoj realiziraju većinu svojih životnih funkcija

Velika većina tih organizama su autohtoni organizmi, koji praktično nemaju zajedničkih dodirnih tačaka sa kopnenim organizmima, a pogotovo nemaju zajedničke uzročnike bolesti

Čak su i autohtoni mikroorganizmi vode uglavnom bezopasni za toplokrvne kopnene sisare

Za sve njih od presudnog je značaja da kvalitet vode, kao životne sredine, odgovara nesmetanom odvijanju njihovih životnih funkcija

U toj i takvoj konstalaciji, ovi zahtjevi apsolutno nisu inkompatibilni sa osnovnim sanitarnim zahtjevima, koji se postavljaju pred vodu



S aspekta higijene vode, izuzetno je interesantna jedna komponenta vodene biocenoze, koja se naziva plankton

Plankton sačinjavaju biljni i životinjski jednoćelijski mikroorganizmi, čije prisustvo u vodi može da ukaže na stepen njene čistoće ili intenziteta kontaminacije

Prisustvo planktona takođe ima izuzetnu važnost u procesima samočišćenja vode

Osim autohtonih ili autotrofnih organizama, u sastavu planktona se nalaze i heterotrofni organizmi

Za njih voda ne predstavlja životnu sredinu, odnosno u njoj su se našli slučajno - posredstvom organske materije koja je dospjela u vodu

Ovi organizmi, prije svega bakterije, gljivice i protozoe, koji ne mogu dugo živjeti u vodi, svojim prisustvom i aktivnostima vrše njenu kontaminaciju i u odredjenom vremenskom periodu osiguravaju kakve takve uvjete života

Taj vremenski period poklapa se sa prisustvom organskih kontaminanata u vodi

U relativno čistim vodama prisutne su samo autotrofne planktonske vrste

Ako u takvu vodu dospiju otpadne vode, a sa njima heterotrofni mikroorganizmi, dešavaju se dramatične promjene u živom svijetu vode



Autotrofni mikroorganizmi propadaju, a u isto vrijeme pojavljuju se i razvijaju nove vrste, kojima takvi uvjeti upravo odgovaraju

Zbog ovoga, a zavisno od stepena kontaminacije vode, planktonske vrste u njoj se mogu podijeliti na:

- polisaprobne organizme, koji žive u jako kontaminiranim vodama koje ne sadrže rastvoreni kisik

U takvim vodama broj bakterija je redovno iznad  $10^6/\text{cm}^3$  vode, a uz bakterije se nalaze i različite protozoe i flagelate

- mezosaprobne organizme, koji žive u nešto manje kontaminiranim vodama

U ovim vodama se redovno dokaže prisustvo amonijaka, aminokiselina i amida, a uz bakterije kojih je obično oko  $10^6/\text{cm}^3$  vode žive polisaprobne gljivice i protozoe

- mezosaprobne organizme, koji za život zahtijevaju veće količine kisika, odnosno aerobne uvjete

U ovim vodama se uz amonijak nalaze soli azotaste i azotne kiseline, što ukazuje na odmakli proces mineralizacije organske materije

Broj bakterija pada na vrijednost ispod  $10^5/\text{cm}^3$  vode

- Oligosaprobne organizme, koji predstavljaju normalne autotrofne organske nekontaminirane vode

U ovakvim vodama obično se dokažu samo nitrati kao odrednica završenog procesa mineralizacije u potpuno aerobnim uvjetima

Postoji niz praktičnih primjera da voda može biti ozbiljan izvor zaražavanja ljudi i životinja

Bez obzira što ona za veliki broj patogenih mikroorganizama iz različitih razloga ne predstavlja povoljan medij za preživljavanje, jedan broj njih preživi i sačuva svoju infektivnost

Stepen preživljavanja je proporcionalan količini organskog supstrata u vodi

Uzročnici slinavke i šapa, svinjske kuge, maleusa, vrbanca, kolere, tifa i paratifa, tuberkuloze i brojni drugi, mogu izvjesno vrijeme preživjeti u vodi

Pijenjem takve vode inficiraju se i ljudi i životinje

Osim virusa i bakterija, voda može služiti kao privremeni medij za jaja i različite razvojne oblike brojnih parazitarnih vrsta

Na ovaj način se šire uzročnici i kokcidioze goveda, ovaca, velikog i malog metilja i nekih drugih invazivnih oboljenja



Mogućnost egzistiranja patogenih mikroorganizama u vodi, daje poseban značaj bakteriološkoj analizi vode

Bakteriološki se moraju ispitati kako vode za piće, tako i one namijenjene drugim tehnološkim fazama stočarske proizvodnje

Posebnu važnost ima nalaz fekalnih bakterija u vodi - koliformnih bakterija i *Cl. Perfringens*

Ove bakterije su saprofiti intestinalnog trakta ljudi i životinja i njihov nalaz je sam po sebi dovoljan da se ispitivana voda proglasi nepovoljnom za upotrebu

Bakteriološka analiza vode vrši se u tri nivoa:

- prvo se određuje ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija (UBAMB) u jednom (1) mililitru vode, kao indikator opšte kontaminacije, ili pak kao indikator uspješnosti provodjenja mjera za popravak kvaliteta vode
- u drugom nivou, ako je to potrebno, određuje se najmanja količina ispitivane vode koja sadrži makar jednu *E. coli* bakteriju - Coli titar i vjerovatni broj koliformnih bakterija u jednom litru ispitivane vode kao indikator njene fekalne kontaminacije - Coli index
- u trećem nivou analize na selektivnim podlogama vrši se dokaz rasta patogenih bakterija iz ispitivanog uzorka vode

Na osnovu dobijenih rezultata analize određuje se higijenski kvalitet vode

Za prosudjivanje u stočarskoj praksi koriste se isti standardi kao i za ljude

## PORIJEKLO VODE I VODOOPSKRBNI OBJEKTI

Voda u prirodi nalazi se u ciklusu neprestanog kruženja

Iz vodenih aglomeracija sa površine planete isparavaju se u atmosferski zrak ogromne količine vode

Pod odgovarajućim uvjetima u atmosferi dolazi do kondenzacije vodene pare, koja se potom u vidu atmosferskih padavina vraća nazad na površinu tla ili u vodene aglomeracije

Dio atmosferskih padavina koje dospiju na kopno, prodire u dublje slojeve tla, dio se zadržava na površini i u vidu stalnih ili povremenih vodotokova odlazi do većih vodenih aglomeracija, a dio se isparavanjem ponovo vraća u atmosferu

Onaj dio atmosferskih padavina koji prodire u tlo, formira i dopunjava pliće ili dublje postavljene vodonosne slojeve

Iz ovih slojeva se, zavaljujući povoljnoj konfiguraciji unutrašnjosti tla, snabdijevaju izvori većih ili manjih vodotokova na površini zemlje

Preko tih izvora vraća se na površinu dio vode zadržan u tlu, čime se zatvara njen ciklus kruženja u prirodi



Kada se, dakle govori o porijeklu vode, tada se misli na atmosfersku, površinsku i dubinsku vodu, koja se izgradnjom odgovarajućeg objekta ili odredjenim postupcima, mogu učiniti pristupačnim u svrhe vodosnabdijevanja

Koja će se voda koristiti, prvenstveno zavisi od:

- raspoloživih količina i kvaliteta voda određenog područja,
- od stepena njihove zaštite od kontaminacije organskim i drugim kontaminantima,
- te od ulaganja u procese osposobljavanja ili osiguranja vode za potrebe vodosnabdijevanja



## Površinske vode predstavljaju:

- oceani,
- mora,
- jezera,
- rijeke,
- potoci,
- bare i
- druge manje ili veće trajne ili privremene vodene aglomeracije na površini zemlje

Voda iz navedenih vodenih aglomeracija ne može se koristiti u svrhe vodonapajanja bez manjih ili većih zahvata, u smislu poboljšanja njenog higijenskog kvaliteta

Ovo se posebno odnosi na morsku vodu, ali i vodu iz bara i drugih sličnih aglomeracija, koje su izuzetno bogate organskim materijama biljnog i životinjskog porijekla

Pod pojmom atmosferska voda prvenstveno se podrazumijeva kišnica, a znatno rjeđe snježnica

Atmosferske vode za vodosnabdijevanje se koriste u uvjetima oskudice vodama drugog porijekla

U našim krajevima to su kraška ili pašnjačka planinska područja siromašna podzemnim i površinskim vodama

Kvalitet atmosferskih voda u higijenskom smislu jako zaostaje iza kvaliteta dubinskih voda

Kišne kapi pri prolasku kroz atmosferu adsorbuju različite čestice prašine i atmosferske gasove

Završena kontaminacija dešava se nakon dospijevanja na površinu tla

Da bi se kiša mogla koristiti u svrhe vodosnabdijevanja, mora se sakupljati na odgovarajući način

Za to se uređuju i izgrađuju koso položene manje ili veće nakapne površine, te odgovarajući depoi u vidu nadzemnih ili podzemnih cisterni odnosno čatrnje

Nerijetko se kao nakapna površina koriste i krovovi kuća

Ako nakapna površina nije dobro uradjena i čista, kišnica se može u velikoj mjeri kontaminirati

Stoga, izgradnji objekta za prihvat i iskorištavanje kišnice treba posvetiti posebnu pažnju, jer od njih u izuzetno velikoj mjeri zavisi higijenski kvalitet vode

Nakapnu površinu sa padom prema cisterni treba izraditi od betona ili nepropusnog kamena povezanog betonom

Cjelokupna površina mora biti ogradjena, kako bi se na nju spriječio pristup ljudima ili životinjama

Visina ograde treba biti minimalno dva (2) metra

Drugi kritični dio u vodosnabdijevanju kišnicom predstavlja cisterna

Ona može biti nadzemna ili bolje ukopana, a gradi se od betona ili nepropusnog kamena povezanog ili prekrivenog betonom



Ukopane cisterne održavaju konstantnu temperaturu vode, mada se u njima može javiti problem podzemnih voda, ako se na njih nije pazilo prilikom izgradnje

Unutrašnje rješenje cisterne bazirano je na slijedećim principima:

- osiguranje grubog filtriranja vode
- osiguranje finog filtriranja vode
- osiguranja prostora za deponiranje vode
- osiguranje uređaja za crpljenje vode
- osiguranja ventilacije cisterne

Voda se sa nakapne površine propušta kroz sloj šljunak i krupniji pijesak, debeo najmanje 50 cm

Ovaj sloj predstavlja prethodni filter, na kojem se zadržavaju grube i nešto krupnije čestice nečistoća

Ovako pročišćena voda propušta se kroz sloj finog pijeska, samog ili sa aktivnim ugljem

Prolaskom kroz fini filter, iz vode se izdvajaju i zadržavaju sitnije čestice kontaminanata

Tako pročišćena voda se odvodi kosim kanalima u odgovarajući depo, iz kojeg se pumpom crpi za upotrebu

Pri izgradnji cisterne treba voditi računa o postavljanju ventilacionih cijevi, kojim će se omogućiti odvodjenje eventualno razvijenih gasova, ali i ozračenje vode

Ventilacione cijevi se iznad površine tla savijaju prema dole i zatvaraju odgovarajućom žičanom mrežom

Cjelokupno rješenje unutrašnje cisterne mora biti takvo da omogući relativno lahko manipuliranje, izmjenjivanje filtera i na kraju čišćenje njene unutrašnjosti

Vodu u depou cisterne i pored izvršenog filtriranja treba dezinficirati