

# Kontrola kvalitete pitke vode

---

**Bradarić, Božidar**

**Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni**

**2015**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:840763>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-23**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**

**SPECIJALISTIČKI DIPLOMSKI  
STRUČNI STUDIJ  
SIGURNOSTI I ZAŠTITE**

**BOŽIDAR BRADARIĆ**

**KONTROLA KVALITETE PITKE VODE**

**ZAVRŠNI RAD**

**KARLOVAC, 2015.**



Veleučilište u Karlovcu

Odjel Sigurnosti i zaštite

Specijalistički diplomski stručni studij Sigurnosti i zaštite

Božidar Bradarić

**Kontrola kvalitete pitke vode**

**Završni rad**

Mentor:

Dr. sc. Zlatko Jurac, prof. v. š.

Karlovac, 2015.

**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU  
ODJEL SIGURNOSTI I ZAŠTITE**

**ZADATAK ZAVRŠNOG RADA**

Student: Božidar Bradarić

Matični broj: 0420413002

Naslov teme: **KONTROLA KVALITETE PITKE VODE**

Opis zadatka:

1. Uvod
2. Karakteristike voda
3. Kontrola kvalitete pitke vode
4. Zakonske odredbe
5. Zaključak
6. Literatura

Zadatak zadan:

02. 2015.

Rok predaje rada:

05. 2015.

Predviđeni datum obrane:

05. 2015.

Mentor:

Dr. sc. Zlatko Jurac, prof. v. š.

Predsjednik ispitnog povjerenstva:

Dr. sc. Nikola Trbojević, prof. v. š.

## PREDGOVOR

Zahvaljujem se dragom Bogu što mi je dao ideju , snagu i volju da upišem a u četrdeset i četvrtoj godini i završim ovaj studij.

Nadalje hvala mojoj obitelji na podršci i razumijevanju tijekom studija.

Zahvaljujem se profesorima Veleučilišta u Karlovcu, sa Specijalističkog diplomskog stručnog studija Sigurnosti i zaštite na zalaganju u prenošenju stručnih znanja iz područja Sigurnosti i zaštite te svima želim zdravlje i uspjeh u budućem radu.

Posebno sam zahvalan svome mentoru dr. sc. Zlatku Jurcu, prof. v. š. koji me je informirao i „dočekao“ prije samog upisa na ovaj studij, na stručnosti i kvalitetama te na pomoći pri izradi ovog diplomskog rada te mu također želim sve najbolje u radu i životu.

Hvala Vam!

## SAŽETAK

Ovim završnim radom obrađeno je područje koje se bavi pitkom vodom točnije karakteristikama, kontrolom kvalitete, načinom dobivanja, pročišćavanjem, uzimanjem uzoraka te praćenjem kemijskog sastava uz maksimalno dopuštene vrijednosti pojedinih elemenata.

Također sam prikazao i Zakonsku regulativu koja se bavi regulacijom tj. Zaštitom okoliša, Zakonom o vodama te u konačnici Zakonom o vodi za ljudsku potrošnju koja je predmet ovog rada.

## SUMMARY

This final work is analyzed in the area that deals with drinking water more accurately the characteristics, quality control, method of obtaining, purification, sampling, and monitoring of the chemical composition with the maximum permissible values of individual elements.

I also presented the regulatory framework that deals with the regulation of environmental protection, also the Water Act and ultimately the Law on water for human consumption, which is the topic of this work. I also presented the regulatory framework that deals with the regulation of environmental protection, also the Water Act and ultimately the Law on water for human consumption, which is the topic of this work.

## Sadržaj

<b>1. Uvod</b> .....	3
<b>2. Karakteristike vode</b> .....	4
2.1 Kemijska svojstva vode.....	4
2.2 Osobine i rasprostranjenost.....	5
2.3 Dobivanje.....	8
2.4 Polarnost .....	9
2.5 Deioniziranje vode i tvrdoća.....	9
2.6 Pročišćavanje pitke vode.....	10
2.6.1 Pročišćavanje pitke vode.....	10
2.6.2 Postupci pročišćavanja pitke vode.....	11
2.6.3 Postupci uklanjanja suspenzija i emulzija.....	11
2.6.4 Postupci uklanjanja koloidalnih otopina.....	12
2.6.5 Postupci uklanjanja molekularnih otopina.....	12
2.6.6 Postupci uklanjanja ionskih otopina.....	12
2.7 Pročišćavanje otpadnih voda.....	13
2.7.1 Mehaničko pročišćavanje otpadnih voda.....	15
2.7.2 Floatacija (metoda otplavlivanja) .....	15
2.7.3 Taložnice za pijesak.....	15
2.7.4 Taložnice za organske primjese.....	16
2.7.5 Biološko pročišćavanje otpadnih voda.....	16
2.7.6 Prerada i korištenje mulja.....	16
2.8 Pročišćavanje industrijskih voda.....	17
2.8.1 Obrada napojne vode u termoelektranama.....	17
2.8.2 Filtriranje.....	17
2.8.3 Ionska izmjena (demineralizacija) .....	17
2.8.4 Otplinjavanje.....	17
<b>3. Kontrola kvalitete pitke vode</b> .....	19
3.1 Kakvoća vode.....	19
3.2. Analiza vode za piće.....	20
3.3 Učestalost uzorkovanja.....	21
3.4 Pokazatelji kakvoće vode.....	21
3.4.1 Boja vode.....	21
3.4.2 pH vode.....	22
3.4.3 Miris vode.....	22
3.4.4 Ukupne otopljene tvari.....	23



3.4.5	Slanost ili salinitet vode.....	23
3.4.6	Tvrdoća vode .....	24
3.4.7	Električna vodljivost.....	24
3.5	Primjeri konkretnog ispitivanja vode –Vodovod Vinkovci.....	25
3.5.1	Određivanje mjesta uzorkovanja.....	25
3.5.2	Uzorkovanje vode za fizikalno-kemijsku analizu.....	26
3.5.3	Uzorkovanje vode za mikrobiološku analizu.....	26
3.6	Održavanje higijene pitke vode i vodoopskrbnog sustava Lipovac.....	27
3.6.1	Svrha.....	28
3.6.2	Opseg.....	28
3.6.3	Podloge.....	28
3.6.4	Definicije.....	29
3.6.5	Odgovornosti.....	29
3.6.6	Postupak.....	29
3.6.7	Drugi pripadajući dokumenti .....	37
3.6.8	Prilozi .....	37
3.7	Obrazci HZJZ.....	38
3.7.1	Obrazac HZJZ za ispitivanje tj analizu vode.....	38
3.7.2	Obrazac HZJZ – Ispitni izvještaj.....	41
<b>4.</b>	<b>Zakonske odredbe.....</b>	<b>43</b>
4.1	Zakon o zaštiti okoliša.....	43
4.1.1	Opće odredbe.....	43
4.1.2	Ciljevi zaštite okoliša.....	43
4.1.3	Načela zaštite okoliša.....	44
4.1.4	Zaštita voda .....	45
4.2	Zakon o vodama.....	45
4.2.1	Opće odredbe.....	45
4.2.2	Upravljanje vodama.....	46
4.2.3	Ciljevi upravljanja vodama.....	46
4.2.4	Načela upravljanja vodama.....	46
4.3	Zakon o vodi za ljudsku potrošnju.....	47
4.3.1	Temeljne odredbe.....	47
4.3.2	Područje primjene.....	47
4.3.3	Pojmovi.....	48
4.3.4	Parametri za provjeru sukladnosti vode za ljudsku potrošnju .....	50
4.3.5	Zaštita od onečišćenja vode za ljudsku potrošnju.....	51
<b>5.</b>	<b>Zaključak .....</b>	<b>52</b>
<b>6.</b>	<b>Literatura .....</b>	<b>53</b>

## 1. UVOD

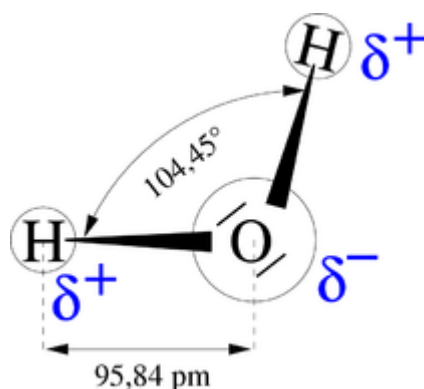
Razvoj naselja i povećanje standarda stanovništva uvjetuju zagađenje čovjekove okoline, a među najteže oblike zagađenje svakako ubrajamo i zagađenje voda. Potrošnja vode za razne potrebe postaje sve veća što uzrokuje i porast količina otpadnih voda. Ovakvim trendom porasta zagađenja voda značajno se ugrožava čovjekova životna sredina. Pitke vode su sve više zagađene otpadnim vodama. Preko 30% pitke vode u Engleskoj sadrži "korištenu" vodu; u pitkoj vodi koju koristi Pariz udio "ponovno korištene" vode je preko 50%; Rurska oblast (Njemačka) koristi pitku vodu s udjelom oko 40% tretirane otpadne vode. Zahtjevi na kvalitetu ispuštene vode sve su stroži čemu mora udovoljiti tehnologija njene obrade.

Sustav za odvodnju vode jako osjetljivo reagira ako u njega dospije previše masti. Nažalost se ne može uvijek spriječiti damasti i ulja dospiju s otpadnom vodom u odvod. Masti se sastoje od čvrstih i topivih tvari. Čvrste se tvari talože na stjenkama cijevi i uzrokuju začepjenja. No to nije sve. U sistemu se masti i ulja mijenjaju uslijed kemijskih i bioloških reakcija u masne kiseline neugodnih mirisa. Te kiseline su izuzetno agresivne i dovode do korozije. Poznati su slučajevi kod kojih su same masne kiseline oštetile lijevane cijevi inače otporne na koroziju. Još su gore posljedice u postrojenjima za pročišćavanje otpadnih voda. Tamo se masti i ulja talože na aktivirani mulj i sprečavaju potrebnu izmjenu kisika. Biološko pročišćavanje otpadnih voda je time onemogućeno. Pod tim stanovištima jedino je logično da masti i ulja ne smiju u preopsežnim količinama dospijevati u kanalizacijski sistem. U komunalnim propisima o odvodnji većinom se utvrđuje, da se po litri otpadne vode ne smije u kanalizacijsku mrežu dovesti više od 250 mg ulja i masti. Preduvjet za to je da se kućni sudoper ne zloupotrebljava za bacanje čistih ostataka masti iz tava i lonaca. Ako su korisnici disciplinirani i ako se toga pridržavaju, u stambenim zgradama nisu potrebne nikakve druge mjere.

Drugačije izgleda u obrtništvu i industriji, gdje se ispuštaju otpadne vode koje sadrže ulja i masti. Primjena DIN EN 12 056, DIN EN 752 i DIN 1986-100 propisana je od strane komunalnih propisa o odvodnji. Prema DIN-u 1986-100 ta su poduzeća obavezna provoditi odvodnju preko uređaja za odvajanje masti prema DIN 4040-1 i DIN V 4040-2. Na taj način odvodi iz kuhinja restorana, hotela, odmorišta (na autoputu) i kantina moraju biti opremljeni uređajima za odvajanje masti, i to neovisno o broju porcija jela, koja se tu dnevno pripremaju.

## 2. KARAKTERISTIKE VODA

### 2.1 Kemijska svojstva



Slika .1 Shematski prikaz molekule vode

**Polarnost** je neravnomjerna razdioba električnog naboja unutar molekule. Uzrokovana je odjeljivanjem električnog naboja uslijed neravnomjerne raspodjele elektrona u molekuli. Atom kisika na čelu molekule je elektronegativan (teži privlačenju elektrona), pa jedan kraj molekule ima parcijalno negativan električni naboj, a drugi kraj molekule, oko vodikovih atoma, parcijalno pozitivan naboj. To uzrokuje asimetričnost molekule vode - dva atoma vodika su pod kutom od  $104,5^\circ$  vezana za atomom kisika. Polarnost uvelike određuje ostala svojstva vode.

**Kohezija** je svojstvo molekule vode da uspostavlja vodikove veze s bliskim molekulama. Vodikova veza nastaje međusobnim privlačenjem i spontanom usmjeravanjem molekula tako da se elektronegativni atom kisika jedne pridružuje elektro-pozitivnim atomima vodika drugih molekula vode. Vodikove veze među susjednim molekulama neprestano pucaju i ponovno se oblikuju (tipična veza ima životni vijek od nekoliko mikrosekunda), a svaka molekula vode je u tekućem stanju povezana s oko  $3\frac{1}{2}$  susjednih molekula što rezultira stvaranjem velike trodimenzionalne mreže koja je u čvrstom stanju leda jako pravilna. Kohezivnost uvjetuje: veliku površinsku napetost vode, kapilarnost, visoku točku vrelišta, specifičnu toplinu i toplinu isparavanja.

**Specifična toplina** je količina topline koju jedinica količine tvari treba primiti da bi mu se temperatura podigla za jedinicu temperature (za tekuću vodu iznosi tipično  $4,1813 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ). Njen je visoki iznos kod vode prouzrokovan širenjem vodikovih veza. Energija, koja kod drugih tekućina povećava gibanje među molekulama otapala (podiže temperaturu), se kod vode koristi za razbijanje vodikovih veza među susjednim molekulama. Vodene otopine su tako, zahvaljujući vodikovim vezama, izuzete od velikih promjena u temperaturi.

**Toplina isparavanja** je količina energije (topline) potrebna da se određena količina tvari iz tekućine pretvori u paru. Ova vrijednost je visoka kod vode jer se tijekom procesa moraju razbiti vodikove veze. Ovo svojstvo vodu čini izvrsnim rashlađivačem. Voda je dragocjena.

Prisutnost vode može se dokazati i kobaltovim(II) kloridom. Bezvodni spoj plave je boje, a u prisutnosti vode postane ružičast. Ponekad se koristi kao dodatak sredstvu za sušenje silikagelu.

**Hidrofilne otopljene tvari** su one koje voda privlači, pa se uslijed hidratacije brže otapaju u vodi (male organske molekule u stanicama: šećeri, organske kiseline i neke aminokiseline). To su specifične neutralne molekule, koje elektrostatički međudjeluju s molekulama vode.

**Hidrofobne otopljene tvari** nisu topljive u vodi (lipidi i većina proteina). To su nepolarne molekule koje razbijaju strukturu vode i teže izuzimanju zbog onemogućavanja uspostavljanja vodikovih veza u vodi.

## 2.2 Osobine i rasprostranjenost

Voda je najrasprostranjenija kapljevina (tekućina) na Zemlji (obujma  $\sim 1500 \times 10^9 \text{ km}^3$ ) i najvažnije (polarno) otapalo koje otapa kapljevine, plinove i mnogobrojne krutine. Voda zbog polarnosti posjeduje izvrstan kapacitet da otapa različite vrste tvari. Molekula vode ( $\text{H}_2\text{O}$ ) sastoji se od dvaju atoma vodika i atoma kisika.

Voda je bitan sastojak živih organizama (maseni udio vode do 90%) i nužna je za život svih živih organizama. Znanstvenici tvrde da se živa bića najvećim dijelom sastoje od vode i da ona čini tri četvrtine (više od dvije trećine) ukupne površine Zemlje. Na snimkama Zemlje iz Svemira može se uočiti da je velik dio Zemljine površine pokriven vodom, oko 70%.

Pod utjecajem Sunčeva zračenja površinska voda neprekidno se isparuje u atmosferu (tzv. kruženje vode u prirodi), gdje se kondenzira (stvarajući kišne ili snježne oblake u atmosferi) i u obliku oborina (kiša, snijeg, tuča, rosa, inje i magla) vraća na Zemlju, prenoseći tako velike mase vode na kontinente, i to zovemo globalni hidrološki ciklus, pa u mnogome utječe na klimu.

U troposferi voda čini 80% stakleničkih plinova i prouzročuje zadržavanje topline, te porast globalne temperature.

Najjednostavnija podjela vode jest podjela na slatke ( $\sim 4\%$  na Zemlji) i slane. Većina je voda na Zemlji slana (mora, oceani). Dobro je poznata i podjela vode na tekućice rijeke i stajaćice (npr. jezera, bare, močvare). Ledenjaci pak zauzimaju posebno mjesto gdje je voda u krutome obliku.

## Rasprostranjenost vode (volumni udjel)

Tablica 1. Volumni udjeli vode u %

morska voda	96,652%
polarni led i ledenjaci	1,702%
podzemna voda	1,631%
površinska voda (jezera i rijeke)	0,013%
voda u tlu	0,001%
voda u atmosferi	0,001%

Pri atmosferskom tlaku i temperaturi između  $0^{\circ}\text{C}$  (273K, kada se ledi) i  $100^{\circ}\text{C}$  (373K, kada vrije) čista (destilirana) voda bezbojna je tekućina (kapljevina) bez mirisa i okusa. Voda pokazuje Amfoternost\*amfotermno obilježje.

Najznačajnije svojstvo po kojem se voda ističe jest da je njena gustoća u čvrstom stanju manja od gustoće u tekućem stanju. Gustoća vode najveća je na  $3,98^{\circ}\text{C}$  (tzv. anomalija vode) pa je led manje gustoće od tekuće vode i na njoj pliva, a njegov volumen veći je za 9% od volumena jednake mase tekuće vode.

Jedinstvena fizikalna i kemijska svojstva vode posljedica su kemijske i prostorne građe njezinih molekula. Vodikovi su atomi u molekuli vode vezani kovalentnom vezom s elektronegativnijim kisikovim atomom, što uzrokuje asimetrični raspored elektrona i dipolna svojstva molekule. Zbog značajne razlike u elektronegativnosti vodikova i kisikova atoma, zbog dvaju slobodnih, nepodijeljenih elektronskih parova na kisikovu atomu, te činjenice da dvije kovalentne veze između kisikova i vodikovih atoma zatvaraju kut od  $104,5^{\circ}\text{C}$ , molekula vode razmjerno je jaki dipol. Zbog toga molekule vode i u tekućem i u čvrstom stanju grade nakupine molekula, međusobno povezane vodikovim vezama. U tekućoj su vodi te nakupine nestabilne i nasumične, a u ledu one tvore pravilnu tetraedarsku strukturu (tvorevinu), pri čem tetraedri grade heksagonske kanale (veće pseudokristalne nakupine).

Taljenjem leda, njegova se tetraedarska struktura urušava, pa se broj molekula vode po jedinici volumena smanjuje. Od  $0^{\circ}\text{C}$  do  $3,98^{\circ}\text{C}$  prevlada proces urušavanja tetraedarske strukture i gustoća vode raste (anomalija vode). Iznad  $3,98^{\circ}\text{C}$  prevladava proces udaljavanja molekula, tj. gustoća se vode daljnjim porastom temperature smanjuje, kao što je to u većini ostalih tvari. Prirodne se vode smrzavaju od površine prema unutrašnjosti, a led na površini toplinski je izolator koji usporava daljnje smrzavanje i štiti žive organizme u vodi.

To da je led lakši od vode pa pliva na površini ima iznimno značenje za život organizama zimi (površina je vode zaleđena, a u unutrašnjosti je temperatura dovoljno visoka za određivanje života).

Zbog vodikovih veza između molekula, leđište i vrelište vode znatno su viši od leđišta i vrelišta nekih sličnih vodikovih spojeva koji nemaju vodikove veze, kao što su amonijak ( $\text{NH}_3$ ) i sumporovodik ( $\text{H}_2\text{S}$ ). Bez vodikovih veza vrelište vode pri atmosferskom tlaku bio bi  $-75^\circ\text{C}$ . Zahvaljujući vodikovim vezama, voda je velikoga specifičnog toplinskog kapaciteta ( $4185 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ ) i specifična toplina isparivanja ( $3,33 \times 10^5 \text{ Jkg}^{-1}$ ) i taljenja leda ( $2,26 \times 10^6 \text{ Jkg}^{-1}$ ), a to znači da se prijelazom vodene pare u tekuću vodu, odnosno tekuće vode u led, oslobađa znatna energija, što npr. omogućuje toplokrvnim organizmima održavanje temperature u potrebnim, uskim granicama (termoregulacija). Viskoznost vode se povećava snižavanjem temperature. Kako je masa površinske vode na Zemlji golema, uz male promjene temperature, jezera i mora, mogu iza atmosfere primiti i ponovno u atmosferu otpustiti velike količine topline, što je uzrokom da na površini Zemlje nema naglih i velikih promjena temperature kao na Mjesecu ili Merkuru.

Također, vodena para u atmosferi djelomično apsorbira mikrovalno i infracrveno zračenje tla i tako ublažava kolebanje temperature. Polagano zagrijavanje i hlađenje mora razlogom su blaže klime u primorskim krajevima.

I molekule mnogih drugih spojeva mogu stvarati međumolekulske vodikove veze, no razlika između  $\text{H}_2\text{O}$  i ostalih polarnih molekula, kao što se  $\text{NH}_3$  ili  $\text{HF}$ , jest u tome da kisikov atom iz vode može stvarati dvije vodikove veze (ima dva slobodna elektronska para usmjerena prema vrhovima tetraedra. Jednostavan i vrlo praktičan VSEPR pristup geometriji molekula; struktura vode jest pod kutom, no stereokemijski je tetraedarske geometrije, iako ne potpuno pravilne poput  $\text{CH}_4$ . Na taj način molekule vode imaju mogućnost da izrade beskonačnu trodimenzionalnu mrežu (strukturu) u kojima je kisikov atom u približno tetraedarskom okruženju s četirima vodikovim atomima; dva su vezana kovalentnom vezom, a dva vodikovom.  $\text{NH}_3$  i  $\text{HF}$  stvaraju lance ili prstene, ali ne mogu stvarati trodimenzionalne mreže. Vrelišta tvari povezanih vodikovom vezom viša su u odnosu na tvari čije molekule nisu povezane vodikovim vezama ili su te veze vrlo slabe.

Osim za piće, pripremu hrane i za pranje, voda se uvelike koristi za navodnjavanje poljodjelskoga tla. Voda kao dobro otapalo opskrbljuje biljke mineralnim tvarima i nužna je za fotosintezu, a u ljuskom organizmu kao glavni sastojak tjelesnih tekućina opskrbljuje sve organe hranjivim sastojcima i uklanja otpadne tvari iz organizma. Voda je osnovni sastojak svih živih organizama. U nekih organizama čini i 99% njihove mase, u čovjeka oko 70%. Svi biološki procesi odvijaju se isključivo u vodenoj sredini, iako postoje organizmi koji mogu dugotrajno preživjeti stanje potpune dehidracije. Metabolizam, rast i razmnožavanje takvih organizama počinju tek nakon rehidracije. Biološke makromolekule (bjelančevine, nukleinske kiseline, polisaharidi) sadrže čvrsto vezanu vodu, koja je nužna za njihovu biološki aktivnu konformaciju. Voda nije samo otapalo u kojem funkcioniraju enzimi nego i izravni metabolit; supstrat je u svim hidrolitičkim, a nusprodukt u mnogim biosintetskim reakcijama. Živi organizam

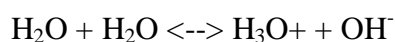
neprekidno uzima i otpušta vodu, što se naziva ciklusom vode. Vodeni organizmi izmjenjuju vodu difuzijom.

Kod kopnenih biljaka ta se izmjena odvija pretežno fizikalnim mehanizmima (kapilarne sile u korijenu; transpiracija). Kopnene životinje i čovjek moraju piti vodu ili ju pribaviti hranom koja sadrži vodu. Vodu gube mokraćom, izmetima, disanjem i znojenjem. Izlučivanje vode metabolički je nužno, jer ono omogućuje organizmu da se oslobodi nekorisnih i štetnih tvari topljivih u vodi. Znojenje je u mnogih organizama dio procesa termoregulacije.

Ključni je uvjet održivoga razvoja održavanje čistoće vode u prirodnim spremištima i vodotokovima. Sprječavanje zagađivanja voda najvažniji je dio zaštite okoliša (provodi se aerobna obradba otpada i ispitivanje kakvoće vode).

### 2.3 Dobivanje

Voda se može dobiti izravnom sintezom iz vodika i kisika, a nastaje kao produkt u mnogim drugim kemijskim reakcijama. Može se rastaviti na vodik i kisik elektrolizom, uz dodatak jakoga elektrolita radi povećanja vodljivosti otopine (čista voda provodi el. struju, ali je vrlo slab elektrolit), ili termičkom razgradnjom na više od 1000°C (prevođenjem vodene pare preko užarene platinske žice). U čistoj vodi postoji ravnoteža autoionizacije vode, tj. autoprotoliza, u kojoj jedna molekula vode djeluje kao kiselina, a druga kao baza:



, pa je voda amfoterna.

Stoga ona kemijski reagira s oksidima metala i daje baze, a s oksidima nemetala kiseline. Važna je reakcija vode i hidroliza. Voda se ugrađuje u kristalnu rešetku mnogih soli, dajući hidratizirane soli. Čista voda slabo je ionizirana, pa je množinska koncentracija nastalih iona vrlo mala ( $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$ , pri 25°C). Čista voda je neutralna, tj. pH = 7. Zbog polarnoga karaktera svoje molekule, voda je odlično otapalo za mnoge ionske i polarne spojeve, tako da prirodna voda (voda u prirodi) nikada nije kemijski čista, jer otapa mineralne tvari iz tla i najčešće sadrži kalcijeve, magnezijeve i natrijeve katione te hidrogenkarbonatne, kloridne i sulfatne anione. Takva se voda naziva tvrdom vodom, jer se prilikom njezina vrenja stvaraju netopljivi produkti (najčešće kalcijev karbonat,  $\text{CaCO}_3$ ) koji slabo prenose toplinu, pa se materijal zagrijane posude pregrijava i slabe mu mehanička svojstva.

To je posebno štetno za kućanske aparate (perilice i bojlere) i visokotlačne parne kotlove u industriji. Zbog toga se prirodna voda (osim kišnice) za tehničku primjenu mora omekšati. Karbonatna (polazna) tvrdoća vode, uzrokovana kalcijevim i magnezijevim hidrogenkarbonatima, može se ukloniti iskuhavanjem vode ili dodatkom sode ili sode i vapna, što uzrokuje taloženje netopljivih karbonata.

Voda je homogena smjesa upravo zbog otopljenih tvari koje mogu biti kemijski spojevi (npr. magnezijev sulfat ili magnezijev klorid u moru) ili ioni metala: kationi (npr.  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ), anioni (npr.  $\text{CO}_3^{2-}$ ), potom molekule (npr.  $\text{CO}_2$  u mineralnoj vodi) i niz drugih tvari koje nažalost u vodu dolaze kao onečišćivači (npr. fosfati).

## 2.4 Polarnost

Molekula vode posjeduje dipolni moment, tj. molekula vode je polarna (voda je polarna molekula). U kemiji vrijedi pravilo: "Polarno se otapa u polarnom", što će reći da se slično otapa u sličnome, tj. polarne će se molekule otapati u vodi. Voda je najčešće otapalo, no topljivost tvari u vodi nije jednaka, već ovisi o građi tvari. Topljivost se tvari mijenja s promjenom tlaka i temperature pri kojoj se otapanje odvija. Ako uzmemo za primjer sam natrijev klorid koji u vodi disocira, razlaže se na ione koji su hidratizirani:  $\text{Na}^+_{(\text{aq})}$  i  $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$  i taj proces opisujemo jednažbom:



## 2.5 Deioniziranje vode i tvrdoća

Deionizirana voda dobije se uklanjanjem otopljenih soli ionskim izmjenjivačima, a koristi se kao zamjena za destiliranu vodu.

Kako se nekarbonatna (stalna) tvrdoća vode, uzrokovana svim ostalim u vodi otopljenim solima, ne može tako ukloniti, za uklanjanje ukupne tvrdoće vode (karbonatne i nekarbonatne) provodi se deionizacija vode pomoću izmjenjivača iona.

U Međunarodnom sustavu jedinica (SI) ukupna tvrdoća vode izražava se kao množinska koncentracija zemnoalkalijskih iona u vodi (mjerna jedinica mol/L). Ionako ne postoji jednoznačna tablica tvrdoće vode, uglavnom se smatra kako je voda koja sadrži manje od; 1,6 mmol/L kalcijevih iona meka (npr. kišnica), od 1,6 do 3,2 mmol/L umjereno tvrda, od 3,2 do 4,6 mmol/L tvrda (npr. vodovodna voda), a uz koncentraciju kalcijevih iona veću od 4,6 mmol/L vrlo tvrda.

Tako prema količini otopljenih tvari, vode dijelimo na meke i tvrde vode. Prije se tvrdoća vode navodila u različitim jedinicama, npr. u njemačkim stupnjevima tvrdoće ( $^{\circ}\text{dH}$ ), pa je tako  $1^{\circ}\text{dH}$  odgovarao količini iona  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  ili  $\text{Fe}^{2+}$  koja je ekvivalentna masenoj koncentraciji kalcijeva oksida ( $\text{CaO}$ ) od  $10 \text{ mg/dm}^3$ .



## 2.6 Pročišćavanje vode

### 2.6.1 Pročišćavanje pitke vode

Tehnologije pročišćavanje pitke vode najčešće se oslanjaju na postupke taloženja (sedimentacije), filtracije (uključujući vapnene omekšivače i ugljenu filtraciju), dezinfekcije (kloriranje), koji ne mogu u potpunosti očistiti pitku vodu od svih onečišćenja i štetnih tvari. Pitka voda je najosnovnija prehrambena namirnica, od izuzetnog fiziološkog značaja, koja ni sa čime ne može biti zamijenjena (norma: EN DIN 2000., europska smjernica za vodoopskrbu 80/778/EWG). Svjetska zdravstvena organizacija donosi u svome standardu (engl. *International Standards for Drinking Water*) minimalne zahtjeve u odnosu na kemijske i bakteriološke karakteristike pitke vode. Ali danas niti jedna trećina čovječanstva nema pitku vodu čija kvaliteta zadovoljava minimalne zahtjeve ovih standarda.



**Slika 2. Naknadni taložnici najčešće imaju kružni tlocrt.**

## 2.6.2 Postupci pročišćavanja pitke vode

Onečišćenja i štetne tvari koje treba ukloniti iz pitke vode su:

- Suspenzije i emulzije: tvari koje uzrokuju mutnoću (mikroorganizmi, planktoni);
- Koloidalne otopine: koloidni i visokomolekularni spojevi koji utječu na kapacitet oksidacije i boju vode;
- Molekularne otopine: plinovi topivi u vodi i organske tvari koje utječu na miris i okus vode;
- Ionske otopine: soli, kiseline i baze (lužine) koje utječu na tvrdoću i alkalnost vode.

## 2.6.3 Postupci uklanjanja suspenzija i emulzija

Ova grupa postupaka obrade vode ne uključuje kemijske promjene tvari. Postupci uklanjanja suspenzija i emulzija obuhvaća:

- Mehanička separacija bez dodavanja reagenata: taloženje (sedimentacija), filtracija, mikrofiltracija, centrifugiranje;
- Mehanička separacija uz dodavanje reagenata: taloženje, filtriranje;
- Adhezija pomoću aluminijevoga i/ili željezovog hidrooksida: taloženje, filtriranje;
- Agregacija pomoću flokulanata uz filtraciju;
- Flotacija

Djelovanje na patogene organizame i spore: oksidacija (klor, klorov dioksid, ozon itd.), zračenje (ultraljubičasto, ultrazvučno), ionizacija s teškim metalima (Cu, Ag).



**Slika 3. Veliki filter za procjeđivanje pitke vode.**

#### 2.6.4 Postupci uklanjanja koloidalnih otopina

U ovu grupa postupaka obrade vode spadaju:

- Obrada s klorom Cl, klorovim dioksidom ClO<sub>2</sub>, ozonom O<sub>3</sub> i drugim oksidantima;
- Adsorpcija s aluminijskim i/ili željeznim hidrooksidom, a nakon toga koagulacija;
- Agregacija s visoko molekularnim flokulantima kationskoga tipa;
- Djelovanje na viruse s: oksidantima, zračenjem (ultraljubičasto zračenje, ultrazvuk), ionima teških metala (bakar Cu, živaAg);
- Ultrafiltracija;
- Obrada vode pomoću električnog polja;
- Obrada vode pomoću magnetskog polja za otklanjanje feromagnetskih onečišćenja.

#### 2.6.5 Postupci uklanjanja molekularnih otopina

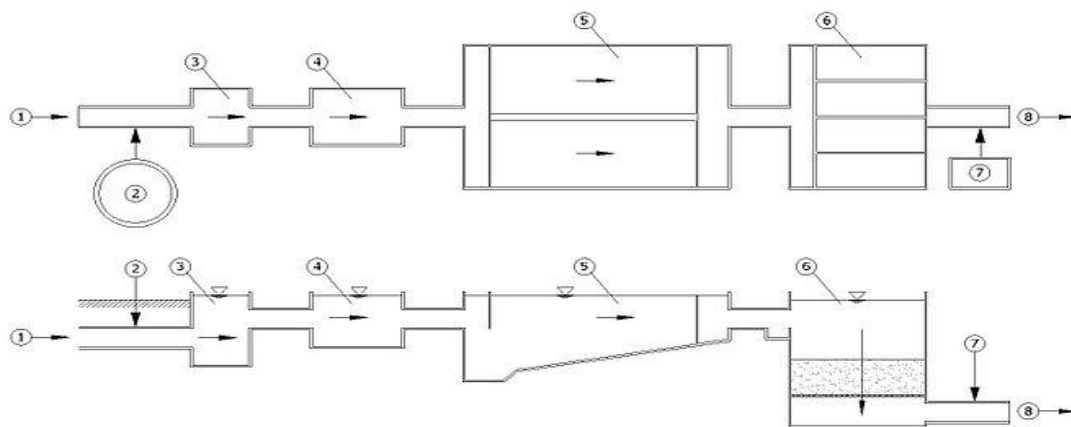
U ovu grupa postupaka obrade vode spadaju:

- Desorpcija plinova i volatilnih organskih tvari pomoću aeracije (otplinjavanja);
- Obrada s klorom Cl, klorovim dioksidom ClO<sub>2</sub>, ozonom O<sub>3</sub>, permanganatom ili nekim drugom oksidirajućim sredstvom;
- Adsorpcija s aktivnim ugljenom ili drugim sorbentim materijalom;
- Ekstrakcija pomoću organskih solvenata: butil acetat, etil acetat, benzen, itd.;
- Evaporativna purifikacija: metode pomoću cirkulirajuće pare, azeotropna destilacija;
- Membranska separacija plinova.

#### 2.6.6 Postupci uklanjanja ionskih otopina

U ovu grupa postupaka obrade vode spadaju:

- Konverzija iona u nisko disocirajuće spojeve: neutralizacija, stvaranje kompleksnih iona;
- Konverzija iona u nisko topive spojeve: stvaranje nisko topivih soli, stvaranje teško topivih hidrooksida;
- Zadržavanje iona u ionskim izmjenjivačima: H- kationski izmjenjivač, OH- anionski izmjenjivač;
- Separacija iona pomoću različitih faznih stanja vode: destilacija, ekstrakcija, zaleđivanje;
- Primjena pokretljivosti iona u električnom polju (elektrodijaliza);
- Povratna osmoza;
- Obrada vode pomoću magnetskog i akustičnog (ultrazvučnog) polja.



**Slika 4. Tlocrt i presjek kroz tipično postrojenje za pročišćavanje pitke vode**

1. – sirova voda, 2. – otapanje i doziranje flokulanata (doziranje), 3. – miješanje, 4. – flokulacija ili pahuljičenje, 5. – taloženje ili sedimentacija, 6. – procjeđivanje ili filtracija, 7. – dezinfekcija (kloriranje), 8. – čista (pitka) voda.

## 2.7 Pročišćavanje otpadnih voda

Razvoj naselja i povećanje standarda stanovništva uvjetuju zagađenje čovjekove okoline, a među najteže oblike zagađenje svakako ubrajamo i zagađenje voda. Potrošnja vode za razne potrebe postaje sve veća što uzrokuje i porast količina otpadnih voda. Ovakvim trendom porasta zagađenja voda značajno se ugrožava čovjekova životna sredina. Pitke vode su sve više zagađene otpadnim vodama. Preko 30% pitke vode u Engleskoj sadrži "korištenu" vodu; u pitkoj vodi koju koristi Pariz udio "ponovno korištene" vode je preko 50%; Ruhrska oblast (Njemačka) koristi pitku vodu s udjelom oko 40% tretirane otpadne vode.

Zahtjevi na kvalitetu ispuštene vode sve su stroži, čemu mora udovoljiti tehnologija njene obrade.

Sustav za odvodnju vode jako osjetljivo reagira ako u njega dospije previše masti. Nažalost se ne može uvijek spriječiti da masti i ulja dospiju s otpadnom vodom u odvod. Masti se sastoje od čvrstih i topivih tvari. Čvrste se tvari talože na stjenkama cijevi i uzrokuju začepjenja. No to nije sve. U sistemu se masti i ulja mijenjaju uslijed kemijskih i bioloških reakcija u masne kiseline neugodnih mirisa. Te kiseline su izuzetno agresivne i dovode do korozije. Poznati su slučajevi kod kojih su same masne kiseline oštetile

lijevane cijevi inače otporne na koroziju. Još su gore posljedice u postrojenjima za pročišćavanje otpadnih voda. Tamo se masti i ulja talože na aktivirani mulj i sprečavaju potrebnu izmjenu kisika. Biološko pročišćavanje otpadnih voda je time onemogućeno. Pod tim stanovištima jedino je logično da masti i ulja ne smiju u preopsežnim količinama dospijevati u kanalizacijski sistem. U komunalnim propisima o odvodnji većinom se utvrđuje, da se po litri otpadne vode ne smije u kanalizacijsku mrežu dovesti više od 250 mg ulja i masti. Preduvjet za to je da se kućni sudoper ne zloupotrebljava za bacanje čistih ostataka masti iz tava i lonaca. Ako su korisnici disciplinirani i ako se toga pridržavaju, u stambenim zgradama nisu potrebne nikakve druge mjere.



**Slika 5. Pročišćivači otpadnih voda**

Drugačije izgleda u obrtništvu i industriji, gdje se ispuštaju otpadne vode koje sadrže ulja i masti. Primjena DIN EN 12 056, DIN EN 752 i DIN 1986-100 propisana je od strane komunalnih propisa o odvodnji. Prema DIN-u 1986-100 ta su poduzeća obavezna provoditi odvodnju preko uređaja za odvajanje masti prema DIN 4040-1 i DIN V 4040-2. Na taj način odvodi iz kuhinja restorana, hotela, odmorišta (na autoputu) i kantina moraju biti opremljeni uređajima za odvajanje masti, i to neovisno o broju porcija jela, koja se tu dnevno pripremaju.



**Slika 6. Tipično postrojenje za pročišćavanje otpadnih voda.**

### **2.7.1 Mehaničko pročišćavanje otpadnih voda**

Grubo i fino mehaničko pročišćavanje otpadnih voda sa egalizacijom sirova otpadna voda pritječe na uređaj za pročišćavanje kroz dotočni kanal s grubim mehaničkim rešetkama, gdje se odstranjuje veći kruti otpad.

### **2.7.2 Floatacija (metoda otplavlivanja)**

Flotacija se primjenjuje ispred taložnica i biološkog procesa pročišćavanja da bi se ubačenim zrakom prethodno uklonile masti i ulja sa dijelom finog lebdećeg nanosa koji se teško taloži.

### **2.7.3 Taložnice za pijesak**

Taložnice za pijesak služe za otklanjanje pijeska i sličnih neorganskih materija iz otpadnih voda da ne bi ometale rad crpnih postrojenja i uređaja u fazi daljnjeg pročišćavanja.



**Slika 7. Bazeni s taložnicama za pijesak za uklanjanje željeza.**

#### **2.7.4 Taložnice za organske primjese**

Ove taložnice se koriste za uklanjanje organskih materija. Vrijeme zadržavanja otpadnih voda zavisi od načina taloženja, a obično je od 1,5 - 2 sata. Za vrijeme kiša ono je najmanje 30 minuta. Taloženje se može ubrzati prethodnom koagulacijom.

#### **2.7.5 Biološko pročišćavanje otpadnih voda**

Predviđen biološki dio sastavljaju bazeni za nitrifikaciju i denitrifikaciju. U središnji armiranobetonski cilindar kombi bazenatlačnim se cjevovodima dovodi egalizirana i fino mehanički pročišćena otpadna voda i aktivni povratni mulj. U ovom se bazenu vrlo brzo uspostavlja anoksično stanje. Bakterije aktivnog mulja odgovorne za denitrifikaciju počinju trošiti kisik iz prisutnih nitrata u egaliziranoj sirovoj otpadnoj vodi i mulju, pri čemu se izdvaja dušik u plinovitom stanju i uz pojačano miješanje sadržaja u cilindru otplinjava se u atmosferu tj. vrši se denitrifikacija dušičnih spojeva. Sve navedeno se vrši putem aerobnih mikroorganizama (aktivnog mulja) uz umjetno unošenje potrebne količine kisika pomoću aeracijskih grana sa suvremenim membranskim aeratorima. Potrebna količina kisika se unosi upuhivanjem komprimiranog zraka proizvedenog na puhalima smještenim u kompresorskoj stanici. Finalno razdvajanje pročišćene otpadne vode i mulja vrši se u preostalom vanjskom prstenu taložnice u kojem se uspostavlja pretežno horizontalno strujanje ka preljevnim konzolnim žljebovima na vanjskom obodu taložnice.

#### **2.7.6 Prerada i korištenje mulja**

U zgušćivaču se višak aktivnog mulja gravitacijski ugušćuje. Ugušćeni mulj se sa dna zgušćivača povremeno crpi direktno u centrifugu. U svrhu pospješivanja efekata dehidracije u tlačni cjevovod za dovod zgušćenog mulja u centrifugu injektira se odgovarajuća otopina flokulanta putem dozirnih crpki iz posebnog spremnika s pripremljenom otopinom flokulanta. Dehidrirani mulj se ispušta iz centrifuge na opremu za finalnu obradu mulja pomoću negašenog vapna i na taj se način dodatno stabilizira i ukrućuje te se kao takav odvozi. Izdvojena se muljna voda s centrifuge i zgušćivača vraća preko egalizacijskog bazena na ponovno biološko pročišćavanje.

## **2.8 Pročišćavanje industrijskih voda**

### **2.8.1 Obrada napojne vode u termoelektranama**

Prirodna voda sadrži razne tvari koje treba ukloniti prije korištenje za napajanje u termoelektranama i drugim termoenergetskim postrojenjima. Vrsta i sadržaj tih tvari (nečistoća) zavisi prvenstveno o porijeklu vode: riječna, jezerska, izvorska. U vodi mogu biti sadržane tvari u obliku: suspendiranih tvari (neotopljenih), otopljenih tvari, otopljenih plinova. Glavni pogonski problemi, koji nastaju zbog neodgovarajuće kvalitete vode, proizlaze iz sljedećega:

- taloženje (depozit) u cijevima generatora pare,
- korozija cijevi,
- odnošenje čestica vode iz bubnja generatora pare, a zajedno s parom iz bubnja iznose čestice vode i u njima otopljene, te neotopljene soli, koje se iza toga talože unutar cijevi pregrijača pare i ulaznim dijelovima (sapnicama i lopaticama) turbine.
- Glavni postupci obrade (pripreme) napojne vode su filtriranje, ionska izmjena (demineralizacija) i otplinjavanje.

### **2.8.2 Filtriranje**

Filtriranje je prva faza obrade napojne vode u cilju uklanjanja suspendiranih (neotopljenih) tvari. Voda se nakon filtriranja podvrgava ostalim postupcima obrade u skladu s pogonskim uvjetima generatora pare.

### **2.8.3 Ionska izmjena (demineralizacija)**

Minerali otopljeni u vodi sastoje se iz električki nabijenih čestica – iona. Tako npr., kalcijev karbonat sastoji se od pozitivno nabijenoga iona (kationa) kalcija i negativno nabijenoga iona (aniona) bikarbonata. Neki prirodni i sintetički materijali imaju svojstvo uklanjanja iona minerala iz vode, te njihove zamjene s drugim ionima.

### **2.8.4 Otplinjavanje**

Otplinjavanje vode spada u postupak toplinske obrade napojne vode, kojemu je osnovni cilj da se iz nje odstrani otopljeni kisik i tako spriječi njegovo korozivno djelovanje u sustavu proizvodnje pare. To se vrši u tzv. otplinjačima, gdje se voda zagrijava u



direktnom kontaktu s parom, prilikom čega se smanjuje topivost kisika u vodi iz koje se on na taj način otplinjava.



**Slika 8. Postupak aeracije tj. otplinjavanja vode**

## 3. KONTROLA KVALITETE PITKE VODE

### 3.1 Kakvoća vode

**Kakvoća vode** ili **kvaliteta vode** se ispituje prema preporukama, smjernicama i pravilnicima mjerodavnih ustanova i zavoda na međudržavnoj i državnoj razini. U Hrvatskoj kakvoća vode za piće propisana je **Pravilnikom o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće** (NN. RH, br. 46/94) koji je u suglasju s istovrsnim pravilnicima Europske Unije.

Ovim se pravilnikom propisuje:

- zdravstvena ispravnost vode koja služi za javnu vodoopskrbu stanovništva kao voda za piće ili za proizvodnju namirnica i pripremu hrane;
- vrste, obim i standardni postupci analize uzoraka vode za piće;
- učestalost i način uzimanja (uzorkovanje) vode za piće.

Pravilnikom su dodatno za vrijeme izvanrednog stanja, ratnog stanja ili neposredne ratne opasnosti propisane maksimalno dopuštena koncentracija bojnih otrova u vodi za piće i radiološka svojstva vode za piće. Kakvoću vode za piće treba ispitivati na izvoru, nakon postupka pročišćavanja i dezinfekcije, u vodospremi i vodu u razdjelnoj mreži (na određenim mjestima vodovoda). Voda se ispituje terenskim uviđajem i analizom pojedinih uzoraka u laboratoriju.

U prirodi nema idealno čiste vode. Voda već pri nastanku iz vodene pare otapa plinove i krute čestice koje se nalaze u atmosferi. Sastav tla, i onečišćenje tla ima veliki utjecaj na sastav i kakvoću vode. Već u toku padanja, kiša upija atmosfersko onečišćenje zbog povećane količine ugljikovog dioksida CO<sub>2</sub> u atmosferi, te pH pada do vrijednosti od 5,6 pa čak i do 4, te nastaju kisele kiše. Samo u krškim područjima karbonatne stijene neutraliziraju tu kiselost, te voda ima pH oko 7, što je čini neutralnom. Zato mjere obvezne zaštite vode kod planiranja, gradnje i održavanja objekata moraju biti učinkovite, zakonski provedive, i određene *Pravilnikom o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće*, te *Uredbom o maksimalno dopuštenim koncentracijama opasnih tvari u vodama*. Oni propisuju granične vrijednosti pojedinih kemijskih elemenata i spojeva, što vodu čine opasnom za ljudsko zdravlje ako se nalaze u koncentracijama većih od dopuštenih.

### 3.2. Analiza vode za piće

Analiza vode za piće obuhvaća slijedeća određivanja:

- Organoleptičke i fizikalno-kemijske osobine vode : temperatura, boja, zamućenje (mutnoća), miris i okus, pH i elektrovodljivost;
- Kemijske osobine vode:  
tvrdoća, kalcij, magnezij, kalij, litij, natrij, amonijak, fluorid, klorit, bromat, klorid nitrit, klorat, bromat, nitrat, fosfat, sulfat, oksidativnost, otopljeni plinovi u vodi, masti i ulja, mineralna ulja, slobodni zaostali (rezidualni) klor, detergentsi;
- Bakteriološke osobine vode: koliformne bakterije, fekalne koliformne bakterije, fekalni streptokoki, sulfitoreducirajuće klostridije, aerobne mezofilne bakterije, virusi u vodi.
- Otrovne (toksične)tvari: aluminij, arsen, berilij, cijanidi, kadmij, krom, nikal, olovo, pesticidi, selenij, vanadij, živa, sumporovodik, bakar, cink i drugo.



Slika 9. Automatska stanica za uzorkovanje vode

### **3.3 Učestalost uzorkovanja**

Učestalost uzorkovanja prema Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće je:

- doza klora i zaostalog (rezidualnog) klora u vodi provjerava se prije raspodjele potrošačima dva puta dnevno;
- zamućenje, boja, miris, vodljivost i pH vrijednost za sirovu i za pročišćenu vodu ispituje se jedanput na dan;
- kemijska analiza sirove vode za sva izvorišta koja su prikladni opskrbljivači najmanje dva puta godišnje (redovito poslije dugih razdoblja suše ili oborina);
- bakteriološka analiza provodi se za pročišćenu vodu jednom tjedno, a za sirovu vodu i vodu iz opskrbnog sustava jednom mjesečno.

### **3.4 Pokazatelji kakvoće vode**

U određivanju kakvoće vode istraživači se vrlo često koriste svojim osjetilima da bi odredili neka fizička svojstva vode: miris, okus, boju, zamućenost, temperaturu i drugo, koristeći se pritom stečenim iskustvima i spoznajama o vrstama i jačini (intenzitetima) različitih osjeta. Jačina doživljenog mirisa, okusa, boje, zamućenosti ili temperature određuje se uspoređivanjem jačine organoleptičkih svojstava uzorka sa skalom poznatih standarda.

#### **3.4.1 Boja vode**

Boju vode možemo odmjeriti od oka ili spektrometrijski (odnosno kolorimetrijski). Spektrometrijska analiza se temelji na tome da određeni kemijski spojevi svojstveno upijaju (apsorbiraju) svjetlosno zračenje. Boja može biti prava; potječe od otopljene tvari, i prividna; može se ukloniti filtriranjem (suspencijom). Boja vode je vrlo često fizikalno svojstvo koje se određuje u laboratorijskim pretragama. Promatranjem (vizualno) se boja uspoređuje prema standardnim skalama, a opisno se određuje jačina (intenzitet) obojenja. Boja vode, bez vezanih željeznih i magnezijevih spojeva, je žućkasta, a može biti: slabo žućkasta, žućkasta, žuta, žućkastosmeđa, smeđa, žućkastozielena ili zelena. Boja vode se određuje u čistoj staklenoj boci tako da se promatra uzorak držeći ga ispred sebe okrenut leđima izvoru svjetla.

### 3.4.2 pH vode

Kiselost ili pH pitke vode treba biti u granicama od 6,5 do 8. Kiselost vode je najbolje mjeriti pH metrima; elektroda se uranja u vodu i brzo se dobe jako točni rezultati. Kiselost je dobro mjeriti odmah nakon uzimanja vode. Prirodne vode rijetko imaju neutralnu reakciju zbog prisutnosti elektrolita kiselog i bazičnog (alkaličnog) karaktera koji narušavaju ravnotežu izmjenu ( $H^+$ ) i ( $OH^-$ ) iona. U kiselim sredinama koncentracija vodikovih iona je veća ( $pH < 7$ ), a u bazičnim je manja ( $pH > 7$ ). Visina pH u prirodnim vodama ovisi o fizikalno-kemijskim i biološkim čimbenicima. Od kemijskih čimbenika najvažniji su ugljikov dioksid  $CO_2$  i soli ugljične kiseline. Oni određuju aktivnu reakciju sredine (pH). Otapanjem slobodnog  $CO_2$  u vodi nastaje ugljična kiselina, koja se razlaže stvarajući ione ( $H^+$ ) i ( $HCO_3^-$ ). Vodikovi ioni zakiseljuju vodu. I soli ugljične kiseline, karbonati i bikarbonati, u rastvoru se razlažu i stvaraju hidroksilne ( $OH^-$ ) ione, a rezultat je povećanje alkalične vrijednosti vode.

Sve kopnene vode možemo, prema pH, podijeliti na dva osnovna tipa: vode s neutralno-alkaličnom reakcijom i vode s kiselom reakcijom. U prvu skupinu spadaju vode a kojima pH rijetko pada na manje od 6, a u nizu slučajeva povisi se i do 10. Drugoj skupini pripadaju vode s pH manjim od 5,0, a takve su vode uglavnom sfagnumskog porijekla. Vrijednost pH nije postojana veličina, nego se tijekom godine znatno mijenja. Naročito su važna sezonska variranja. Također, i dnevna kolebanja pH mogu biti dosta velika, naročito u uvjetima masovno razvijenog vodenog bilja.



Slika 10. Ph metar traka

### 3.4.3 Miris vode

Miris vode je vrlo važno obilježje vode, posebno u vodoopskrbi. On potječe od različitih hlapljivih tvari otopljenih ili suspendiranih u vodi. U prirodnim vodama najčešći su mirisi po sumporovodiku i zemlji, a u otpadnim vodama po fekalijama, i različitim hlapljivim kemijskim tvarima. Miris vode može biti zemljani, pljesnivi, truležasti, riblji ili kemijski. Kemijski mirisi vode mogu biti po sumpornim tvarima, kloru, mineralnim uljima, amonijaku, fenolu, klorofenolu (miris apoteke), katranu i drugo.

### 3.4.4 Ukupne otopljene tvari

Ukupne otopljene tvari ili TDS (engl. *Total Dissolved Solids*) su u vodi otopljene anorganske soli. Mjerna jedinica je miligram na litru (mg/l). Glavninu soli čine kationi kalcija, magnezija, natrija i kalija, te anioni karbonata, hidrogen-karbonata, klorida, sulfata i nitrata. Otopljene tvari uvodi mogu utjecati na njen okus. Na temelju izmjerenih vrijednosti ocjenjuje se ukusnost vode za piće.

**Tablica 2. Ukupne otopljene tvari ili TDS (mg l<sup>-1</sup>)**

Ukusnost vode	Ukupne otopljene tvari ili TDS (mg/l)
Odlična	< 300
Dobra	300 – 600
Dovoljna	600 – 900
Loša	900 – 1200
Neprihvatljiva	> 1200

Ukupne otopljene tvari u vodi potječu kako od prirodnih izvora tako i od onečišćenja. Na vrijednost ukupno otopljenih tvari mogu utjecati i miješanje morske vode sa slatkom, a i soli upotrijebljene za odleđivanje cesta. Neki sastojci ukupno otopljenih tvari, kao što su kloridi, sulfati, magnezij, kalcij i karbonati utječu na koroziju ili na stvaranje nakupina na vodo-distribucijskim sustavima (kamenac).

### 3.4.5 Slanost ili salinitet vode

Slanost ili salinitet je važno svojstvo vode, a iskazuje se u promilima težine, tj. salinitet od 1 promila kazuje da je u kilogramu vode otopljen 1 gram soli (natrijev klorid). Slanost se najčešće povezuje s morskom vodom i s njenim utjecajem na slatke vode. Što je veći utjecaj morske vode slanost se povećava. Obično se smatra da se vode koje imaju slanost manju od 0,5‰ mogu koristiti za piće. Povišena slanost može negativno utjecati na razvodne sustave, crpke, ventile, gdje se na metalnim površinama stvaraju naslage ili nastaje korozija.

### 3.4.6 Tvrdoća vode

Tvrdoća vode je mjerilo učinka vode za njeno reagiranje sa sapunom. Tvrdoj vodi potrebno je prilično više sapuna za stvaranje pjene. Uzrok tome nije jedna tvar, nego raznoliki otopljeni polivalentni metali ioni, uglavnom kationi kalcija i magnezija, iako, znatno manje tome doprinose i drugi kationi npr. barija, željeza, mangana, stroncija i cinka. Tvrdoća vode se najčešće izražava u mg/l kalcijevog karbonata  $\text{CaCO}_3$ , ali i preko njemačkih, francuskih i engleskih stupnjeva tvrdoće.

**Tablica 3. Tvrdoća vode u  $\text{mg l}^{-1}$**

Tvrdoća vode °dH	mg/l $\text{CaCO}_3$	Vrsta vode
manje od 4	< 71,4	Meka voda
71,4 – 142,8	< 71,4	Lagano tvrda voda
8 - 18	142,8 – 321,4	Umjereno tvrda voda
18 - 30	321,4 – 535,7	Tvrda voda
preko 30	> 535,7	Jako tvrda voda

### 3.4.7 Električna vodljivost

Električna vodljivost vode je sposobnost vode da provodi električnu energiju. Ta sposobnost ovisi o prisutnosti iona, o njihovoj ukupnoj koncentraciji, o pokretljivosti i valenciji iona i o temperaturi mjerenja. Otopine većine anorganskih spojeva relativno su dobri vodiči. Nasuprot tome molekule organskih spojeva, koje se ne razlažu u vodenoj otopini, električnu struju provode vrlo slabo (ako je uopće provode).

Jedinica mjere elektro-vodljivosti je mikrosimens po centimetru ( $\text{mS/cm}$ ), što je obrnuta vrijednost jedinici električnog otpora, mikrooomupo centimetru, tj.:  $1 \text{ S/cm} = 1/(1 \text{ om/cm})$ . Izmjerenom vrijednošću električne vodljivosti možemo procijeniti stupanj mineralizacije vode i tako ocijeniti o kojoj je vrsti vode riječ.

**Tablica 4. Električna vodljivost u mScm<sup>-1</sup>**

Vrsta vode	Električna vodljivost (mS/cm)
Jako čista voda (demineralizirana voda)	< 0,05
<u>Pitka voda</u>	< 1 000
Mineralna voda	1 000 – 3 000
<u>Bočata voda</u>	> 1 000
<u>Morska voda</u>	> 50 000

### 3.5 Primjer konkretnog ispitivanja vode – Vodovod Vinkovci

#### 3.5.1 Određivanje mjesta uzorkovanja

Uzorak vode treba uvijek uzeti na referentnom mjestu, tj. tamo gdje se voda puno troši jer već nakon dva sata nekorištenja dolazi do ustajalosti. Potrošnju vode prije samog uzorkovanja možemo provjeriti kod RJ Naplata, a ako je to nemoguće uzorak treba uzeti iz nekog caffè bara. Mjesta kao što su škole i trgovački centri nisu dobro mjesto za uzorkovanje, izuzev ako se to izričito traži, zbog velikog profila priključka i hidrantske mreže. Obično hidrantska mreža nije razdvojena od kućnog priključka nego se objekt snabdjeva vodom kroz hidrantsku mrežu. Škole često ne rade pa nema konstantne potrošnje, pogotovo u ljetnim mjesecima. Kada nema potrošnje, klor oksidira stjenke cjevovoda i pomalo ih otapa što rezultira višestrukim povećanjem željeza u uzorku. Isto tako može doći do ovog efekta i ako se voda ne dezinficira, ukoliko ima otopljenog kisika, ali ne u toj mjeri. Kada se klor potroši na oksidaciju željeza ostaje otvoren put razvoju mikroorganizama. Kod ustajale vode moramo ispustiti 6 – 10 puta veći volumen od volumena vode u priključku. U slučaju škola znači da moramo ispustiti i do 1000 litara za jedan uzorak.

Prilikom samog uzorkovanja treba regulirati mlaz iz slavine tako da ne stvara mjehuriće u boci. Ako je mlaz prejak voda se aerira i dolazi do promjene u karakteristikama vode (pH, provodnost, oksidira se željezo i dr.). Još jedna vrlo važna radnja je skidanje perlatora sa slavine kod uzimanja uzorka za fizikalno-kemijsku analizu zbog toga što on miješa vodu sa zrakom, a kod uzimanja uzorka za mikrobiološku analizu prilikom spanjivanja možemo oštetiti perlator jer je uglavnom napravljen od plastike.



### **3.5.2 Uzorkovanje vode za fizikalno kemijsku analizu**

Prije samog uzorkovanja treba osigurati čiste boce za uzorkovanje i označiti ih. Uzorak uzimamo tako da pustimo vodu na slavini da teče pod punim mlazom najmanje 2min. A zatim naglo zatvorimo. Ponovo naglo otvorimo vodu i pustimo da teče pod punim mlazom još 20sec. Naglo zatvorimo, i ponovo naglo otvorimo pod punim mlazom. Vrijeme ispiranja može se produžiti ovisno od duljini priključka, tj. udaljenosti mjesta uzorkovanja od lokalne vodovodne mreže. Najlakše je to utvrditi mjerenjem rezidualnog klora, ako znamo koliki je rezidual u lokalnoj vodovodnoj mreži. Sada smanjimo mlaz na pola ili još manje, tako da voda prilikom uzorkovanja u boci ne stvara mjehuriće. Neposredno prije uzorkovanja izmjerimo rezidual klora (ako se vrši dezinfekcija) prijenosnim klorimetrom, a pH prijenosnim pH-metrom. Ukoliko je potrebno izmjerimo i otopljeni kisik sa Oksi-metrom.

Bocu stavimo pod slavinu iskosa tako da se voda slijeva uz stjenku boce, a ne da curi direktno u bocu. Kada se boca napuni i dalje držati slavinu uronjenu u vodi u boci sve dok sav zrak ne izađe iz boce. Pod mlazom vode isperemo termometar i uronimo vrh termometra u bocu. Izmjerimo temperaturu uzorka. Začepimo bocu i odložimo je u hladnjak.

### **3.5.3 Uzorkovanje vode za mikrobiološku analizu**

Prije samog uzorkovanja treba osigurati čiste i sterilne boce za uzorkovanje. Boce označiti vodootpornim flomasterom. Uzorak uzimamo tako da pustimo vodu na slavini da teče pod punim mlazom najmanje 2min. A zatim naglo zatvorimo. Ponovo naglo otvorimo vodu i pustimo da teče pod punim mlazom još 20sec. Naglo zatvorimo, i ponovo naglo otvorimo pod punim mlazom. Vrijeme ispiranja može se produžiti ovisno od duljini priključka, tj. udaljenosti mjesta uzorkovanja od lokalne vodovodne mreže. Najlakše je to utvrditi mjerenjem rezidualnog klora, ako znamo koliki je rezidual u lokalnoj vodovodnoj mreži. Sa slavine skinemo perlator, ako ga ima. Pincetom uzmemo jedan komad vate i umočimo je u 96% alkohol. Vatom umočenoj u alkoholu pređemo preko otvora slavine. Zapalimo upaljačem vatu i dobro spalimo slavinu. Pustimo vodu iz slavine na pincetu i goreću vatu i ugasimo plamen. Vatu bacimo u smeće. Slavinu možemo spaliti i sa plinskom plamenikom sa kartušom. Oprezno otvorimo bocu za uzorkovanje ne dotičući grlić boce rukama i podmetnemo ju pod mlaz vode pazeći da ne dotaknemo ni bocom slavinu. Bocu ne napunimo do vrha nego ostavimo praznog prostora za debljinu prsta. Zatvorimo bocu i odložimo je u hladnjak. Pod mlaz vode postavimo termometar i izmjerimo temperaturu uzorka. Zatvorimo vodu na slavini.

### 3.6 Održavanje higijene pitke vode i vodoopskrbnog sustava Lipovac

## **PREDUVJETNI PROGRAM**

### **VODOOPSKRBNOG SUSTAVA LIPOVAC**

**Tablica 5. Obrazac vodoopskrbnog sustava**

Broj kopije:		Odjel:	
Korisnik:		Datum preuzimanja	
Primjerak podliježe kontroli izmjene:	<input type="checkbox"/>	DA	<input type="checkbox"/> NE
Obvezna primjena dokumenta od:	25.03.2014		
Izradio: Jozo Gavrić, dipl.ing.	M.P.	Odobrio: Jozo Gavrić, dipl.ing.	

### **S A D R Ž A J:**

- 3.6.1 Svrha**
- 3.6.2 Opseg**
- 3.6.3 Podloge**
- 3.6.4 Definicije**
- 3.6.5 Odgovornosti**
- 3.6.6 Postupak**
- 3.6.7 Drugi pripadajući dokumenti**
- 3.6.8 Prilozi**

### **3.6.1 SVRHA**

Ova radna uputa propisuje sve aktivnosti na održavanju higijene opreme, radnih prostora i higijeni osoblja na objektima distributivnog sustava Lipovac.

### **3.6.2 OPSEG**

Postupak se primjenjuje za vodoopskrbni sustav Lipovac od vodocrpilišta tj. zahvaćanja vode, prerade, preuzimanja, skladištenja, tlačenja, dezinfekcije i distribucije vode za piće do krajnjeg potrošača. Vodoopskrbni sustav Lipovac snabdjeva vodom slijedeća mjesta: Lipovac, Apševci, Podgrađe, Nijemci, Donje Novo Selo, Đeletovci, granični prijelaz Bajakovo i hotel Spačva.

### **3.6.3 PODLOGE**

- 3.1 HACCP studija
- 3.2. Codex alimentarius CAC/RCP 1-1969, Rev. 4 - 2003
- 3.3 Zakon o hrani NN 81/13
- 3.4. Zakon o vodi za ljudsku potrošnju NN 56/13
- 3.5. Zakon o higijeni hrane i mikrobiološkim kriterijima za hranu NN 81/13
- 3.6 Zakon o vodama NN 153/09
- 3.7 Zakon o kemikalijama NN 18/13
- 3.8. Zakon o materijalima i predmetima koji dolaze u neposredan dodir sa hranom NN 25/13
- 3.9. Zakon o informiranju potrošača o hrani nn 56/13
- 3.10. Pravilnik o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju NN 125/13
- 3.11. Pravilnik o uvjetima za utvrđivanje zona sanitarne zaštite izvorišta NN 66/11
- 3.12. Pravilnik o posebnim uvjetima za obavljanje djelatnosti javne vodoopskrbe NN 28/11
- 3.13. Pravilnik o načinu stjecanja osnovnog znanja o zdravstvenoj ispravnosti namirnica i osobnoj higijeni osoba koje rade u proizvodnji i prometu namirnica NN 23/94
- 3.12 Pravilnik o uvjetima za obavljanje djelatnosti proizvodnje, stavljanja na tržište i korištenja opasnih kemikalija NN 99/13
- 3.13 Pravilnik o načinu vođenja očevidnika o kemikalijama te o načinu i rokovima dostave podataka iz očevidnika NN 99/13
- 3.15 Pravilnik o gospodarenju otpadom NN 23/07

### **3.6.4 DEFINICIJE I KRATICE**

Higijena - znanost koja se bavi proučavanjem uvjeta i provođenjem mjera za čuvanje i unapređenje zdravlja.

### **3.6.5 ODGOVORNOSTI**

Rukovoditelj poslovne jedinice za proizvodnju i isporuku vode u distributivni sustav je odgovorna osoba za sve poslove koji se obavljaju na objektima za zahvaćanje, prerade, skladištenja, dezinfekcije i tlačenja vode u distributivnu mrežu sve u skladu sa dobrom proizvođačkom i higijenskom praksom.

Voditelj tehnološkog odjela je odgovorna osoba za kvalitetu vode odnosno:

- za poslove pri direktnom postupanju sa vodom
- za poslove u postupanju s tehnološkim kemikalijama
- za poslove na dezinfekciji vode, od mjesta zahvaćanja do mjesta isporuke vode u distributivni sustav
- za nadzor nad osiguranjem higijenskog minimuma djelatnika i higijeni prostora u neposrednom doticaju sa vodom za piće i tehnološkim kemikalijama.
- za kvalitetno uzorkovanje vode za analizu

Voditelj odjela održavanja pogona odgovoran je za preventivno i interventno održavanje pogona na objektima za zahvaćanje, preradu, skladištenje, dezinfekciju i tlačenje vode za piće u distributivnu vodovodnu mrežu, uključivo i odgovornost za osiguranje higijenskog minimuma ljudi, prostora i opreme.

Voditelj nadzorno-upravljačkog sustava odgovoran je za sve poslove nadzora, funkcioniranja, elektro – održavanja i upravljanja sustava.

Voditelj laboratorija odgovorna je osoba za kvalitetu izrade analiza vode za piće.

Rukovoditelj poslovne jedinice za održavanje vodovodne i kanalizacijske mreže odgovoran je za preventivno i interventno održavanje vodovodne mreže, izradu kućnih i poslovnih priključaka, sanaciju kvarova u lokalnoj i distributivnoj vodovodnoj mreži sve u skladu sa dobrom proizvođačkom i higijenskom praksom.

### **3.6.6 POSTUPAK**

Kontinuirano održavanje higijene prostora, objekata, opreme i higijene osoblja potrebno je da bi osigurali zdravstvenu ispravnost vode za piće. Postupak održavanja higijene možemo podijeliti na dovođenje istih u zadovoljavajuće stanje prije početka rada i stalnu kontrolu i održavanje higijene tijekom rada.

## a) **Zaštita izvorišta i pripadajućeg slivnog područja**

Prema zakonskoj regulativi RH (Zakon o vodama NN153/09, Pravilnik o uvjetima za utvrđivanje zona sanitarne zaštite izvorišta NN 66/11) izvorišta pitke vode i pripadajuća slivna područja zaštićuju se propisivanjem zona sanitarne zaštite.

Unutar definiranih granica izvorišta provodi se aktivna i pasivna zaštita izvorišta.

## b) **Analize vode**

Interne analize vode obavljamo u laboratoriju sa slavine na izlaznom cjevovodu u strojarnici jednom tjedno. Analize obavljaju inženjeri-analitičari. Analize se provodi na HACH Spectrophotometru DR/4000, HACH kemikalijama.

Upisivanje rezultata je u bilježnici A4 formata, tvrde korice, označene sa brojem stranica i potpisom analitičara na kraju analize. Iz iste se podaci upisuju u knjigu evidencije analiza.

- Analiza mutnoće:

HACH metodom 10 047 - Metoda smanjenog zračenja (direktna metoda)

- Analiza boje:

HACH metoda 8025 - Platina-Kobalt standardna metoda, (0-500 jedinica)

- Analiza ukupnog željeza:

HACH metodom 8008 – FerroVer metoda – IRON, (0,008 – 3,00 mg/l)

- Analiza ferrous iona:

HACH metoda 8146 - 1,10 fenantrolin metoda, (0,008 - 3mg/l)

- Analiza klora:

HACH metoda 8021 – DPD metoda – (0,01 – 2,00mg/l)

- Analiza mangana:

HACH metoda 8149 – PAN metoda (0,005 – 0,7mg/l)

- Analiza amonijaka:

HACH metoda 8038 – Nessler metoda, (0,02 – 2,5 mg/l NH<sub>3</sub>-N)

- Analiza nitrita:

HACH metoda 8507 – Diazotization metoda, (0,004 -0 ,3 mg/l NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N)

- Analiza nitrata:

HACH metoda 8192 - Kadmij redukcijaska metoda - nisko područje, (0,01 - 0,50mg/l)

- Analiza arsena:

HACH metoda 8013 - Srebro dietilditiokarbamat metoda, (0 - 0,200mg/l)

- Analiza oksidativnosti:

Titracijska metoda po Kuebel-Tiemannu sa kuhanjem u kiseloj sredini

Postupak: u Erlenmeyer-ovu tikvicu od 300ml odmjeriti 100ml uzorka, 5ml otopine H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (1:3) i dodati nekoliko stakleni kuglica. Tikvica se poklopi satnim staklom i zagrije do ključanja, zatim se iz birete doda 15ml 0,002 M KMnO<sub>4</sub> i

nastavi zagrijavati točno 10minuta od početka ponovnog vrenja. Nakon toga, ako još postoji ružičasta boja, tikvica se skine s plamenika, doda 15ml 0,005 M otopinom oksalne kiseline i dalje zagrijava do potpunog obezbojenja. Zatim se još vruća otopina titrira s 0,002 M otopinom  $\text{KMnO}_4$  do pojave ružičaste boje stabilne 30sekundi.

Voda koja sadrži organske tvari troši određenu količinu  $\text{KMnO}_4$  za njihovu oksidaciju, a sam  $\text{KMnO}_4$  se reducira u kiseloj sredini od organskih tvari te se utrošak  $\text{KMnO}_4$  smatra kao mjerilo prisutnih organskih tvari koje su se oksidirale.

- Provodljivost vode ( $\square$  S/cm) i ukupne topive tvari TDS (mg/l)  
mjerimo pomoću konduktometra WTW 720 i TETRACON 325 elektrode, tako da se elektroda konduktometra uroni u uzorak vode i očita vrijednost na displeju.
- Mjerenje koncentracije vodikovih iona (pH)  
mjerimo pomoću pH-metra WTW 720 i SENTX 41 elektrode, elektroda se uroni u uzorak i očita na displeju koncentracija vodikovih iona (pH).

Uzorkovanje vode sa slavine na izlazu iz D.C. Barbine vrši se:  
jednom tjedno

Uzorkovanje vode sa vodovodne mreže vrši se:

- za Lipovac - jednom mjesečno
- za Apševce - jednom mjesečno
- za Podgrađe - jednom mjesečno
- za Nijemce - jednom mjesečno
- za Donje Novo Selo - jednom mjesečno
- za Đeletovce - jednom mjesečno

### **c) Održavanje higijene opreme i radnih prostora (objekata, okoliša)**

Zdravstvena ispravnost vode za piće uvjetovana je higijenskim stanjem i održavanjem opreme, objekata, okoliša i osoblja.

Prije puštanja u pogon stanje opreme i radnih prostora mora zadovoljavati određene sanitarno higijenske uvjete sa definiranim prostorima i opremi koja se održava, opisanim načinom održavanja tj. čišćenja istog, učestalost tj periodičnost te popis odgovornih osoba za održavanje pojedinih prostorija:

**Tablica 6. Opis prostora te način i učestalost čišćenja**

Naziv prostora/stroja/ proizvodne opreme	Opis načina čišćenja	Učestalost	Odgovornost
Krug	Košenje, pometanje,	2 x M	pomoćni radnik
Cjevovodi	Brisanje	1 x M	pomoćni radnik
Podovi	Pranje, brisanje	1 x M	čistačica
Stropovi	Brisanje	2 x G	čistačica
Toalet	Pranje, brisanje	1 x M	čistačica

Sredstva za pranje: Arf, WC Sanitar, Domestos, WC Net, Perin

Vodosprema: pražnjenje, pranje, dezinfekcija i ispiranje – jednom u dvije godine

1. Zaustavlja se punjenje vodospreme zatvaranjem ventila na ulazu u vodospremu.
2. Pražnjenje vodospreme u distributivnu mrežu vrši se pomoću crpki iz crpne stanice i drenažnog ventila sve dok razina vode ne padne na cca 0,5m.
3. Zatvara se izlazni ventil na usisnom cjevovodu prema pumpama, samo na onoj vodospremi koju namjeravamo prati, dok pumpe crpe vodu iz druge vodospreme, tako da stanovništvo ne ostane bez vode.
4. Preostala voda iz vodospreme pušta se u tehnološku kanalizaciju preko drenažnog ventila koji nadalje mora biti otvoren tijekom cijelog postupka čišćenja.
5. Kada je vodosprema prazna, kratkotrajno otvoriti ventil za punjenje vodospreme (oko 10sec.) i pričekati da voda ponovo preko drenažnog ventila ode u kanalizaciju. Ovaj postupak potrebno je ponoviti 5-6 puta tako da nema vidljivih naslaga taloga.
6. Trojica djelatnika ulaze u vodospremu, tako da dvojica četkaju stijenke zidova i pod, dok treći odmah za njima sapire površine sa hidrantskim crijevom. Hidrantska crijeva namaču se prije same akcije čišćenja 24h u otopinu natrij-hipoklorita konc. najmanje 5mg/l. Gumene čizme djelatnika i sav pribor također se peru u otopini natrijeva-hipoklorita konc. 5mg/l, prije samog silaska u vodospremu. Gumirana zaštitna odjeća mora biti također čista.
7. Nakon čišćenja četkama, kada djelatnici izađu iz vodospreme, ponovo kratkotrajno otvoriti ventil za punjenje vodospreme (oko 10sec.) i pričekati da voda ode u kanalizaciju. Ovaj postupak ponoviti 2-3 puta.
8. Tehnolog će sići u vodospremu preko spužve namočenoj u otopinu natrij-hipoklorita i kontrolira očišćenost vodospreme.

9. Ponovo kratkotrajno otvoriti ventil za punjenje vodospreme (oko 15sec.), a zatim i drenažni ventil i pričekati da voda ode u kanalizaciju. Ovaj postupak ponovimo još dva puta.
10. Zatvoriti drenažni ventil i otvoriti ventil za punjenje vodospreme. Vrata vodospreme zaključati. Cijelu operaciju vodi, nadzire i izdaje potrebne radne naloge tehnolog.

Prostor unutar pogona – čistačica 1 x mjesečno, pomoćni radnik 2 x mjesečno

Čistačica čisti radne prostorije unutar tehnološkog objekta i upravne zgrade, toalete u upravnoj zgradi. Ne dirati spojne kablove, niti druge vidljive kablove. Ne dirati instrument za mjerenje rezidualnog klora. Ne dirati tlačne crpke u strojarnici. Dozirnicu čisti pomoćni radnik jednom mjesečno on je zadužen i za održavanje kruga pogona i košnju. Ne dirati dozirne crpke u dozirnoj stanici.

Higijena cjevovoda – dezinfekcija i ispiranje najmanje 1 x godišnje

Dezinfekcija je kontinuirana na samom vodocrpilištu, tako da nema potrebe za dodatnom dezinfekcijom cjevovoda. Cjevovod od zdenca do filtera u strojarnici ne smije se dezinficirati zbog zaštite korisne mikroflora u samim filterima. Koncentracija klora koja se dozira određuje se u ovisnosti o rezidualu klora u vodovodnoj mreži, koncentraciji aktivnog klora u otopini natrij hipoklorita i protoku. Jednom godišnje vršiti preventivno ispiranje cjevovoda mjesne vodovodne mreže, da se ukloni možebitni talog. Ispiranje vršiti otvaranjem muljnih ispusta ili hidranata po pojedinim dionicama na kojima se vrši ispiranje, naročito u slijepim krakovima vodovodne mreže. Djelatnik koji ispire vodovodnu mrežu treba uzeti uzorak vode prije samog ispiranja, a drugi nakon. Uzorci se donose u laboratorij vodovoda i naprave kemijske analize, ako ne zadovoljava nastaviti sa ispiranjem cjevovoda sve dok analiza vode ne bude u granicama MDK.

#### **d) Održavanje higijene cjevovoda kod popravka, priključka ili produženja linije**

##### **Popravak:**

Zatvaranje vode ispred i iza cjevovoda na kojemu je kvar, otkopavanje cjevovoda na mjestu kvara, cjevovod na mjestu kvara oprati vodom i dezinficirati sa izosanom ili NaOCl u dozi 5 mg/l, sve sanirane i novo-ugrađene dijelove dezinficirati prije ugradnje,



nakon sanacije odzračiti cjevovod i isprati sanirani dio na prvom hidrantu u smjeru strujanja vode. Napraviti analizu i pustiti vodu u sistem ili nastaviti sa ispiranjem.

#### **Novi priključak:**

Otkopavanje cjevovoda, pranje mjesta priključka vodom, dezinfekcija mjesta priključka sa izosanom ili NaOCl u dozi 5 mg/l, dezinfekcija nabušne ogrlice, ispiranje priključka do prvog ventila i ugradnja i blombiranje vodomjera, kratko ispiranje kroz vodomjer.

#### **Produženje linije:**

Hiper kloriranje pomoću dozirne crpke sa NaOCl kod punjenja novoizgrađene linije cjevovoda s dozom od 20 mg/l Cl<sub>2</sub>. Nakon 24 sata stajanja cjevovod se ispire sve dok svježa voda ne ispuni novu liniju cjevovoda. Voditelj gradilišta uzima uzorak vode u sterilnu bocu i donosi na analizu u naš laboratorij, ako je analiza negativna tada se naručuje analiza iz ovlaštenog laboratorija (Veterinarskog zavoda), a u slučaju pozitivne analize ponavljamo postupak hiperkloriranja sve dok se ne dobiju rezultati analize u granicama MDK.

#### **Zamjena vodomjera:**

Kod zamjene vodomjera ugraditi novi ili baždareni vodomjer koji je dezificiran.

### **e) Tehničko održavanje opreme, objekata i okoliša**

#### Održavanje pogona

- a) crpka zdenca – prema uputama proizvođača
- b) kompresor za aeraciju – ovlaštenu servis
- c) upravljački kompresor – kontrola ulja jednom mjesečno
- d) puhalo za pranje bioloških filtera – zamjena filtera jednom godišnje i kontrola ulja 2 puta godišnje
- e) pneumatski ventili DN 125 na filterima – provjera membrane i zamjena brtvila jednom godišnje
- f) pneumatski ventili DN 100 na vodospremama – provjera membrane i zamjena brtvila jednom godišnje
- g) pneumatski ventili DN 80 na filterima – provjera membrane i zamjena brtvila jednom godišnje
- h) tlačna crpka za pranje filtera – ovlaštenu servis prema uputama proizvođača
- i) tlačna crpka – provjera mehaničke brtve i ležaja elektromotora jednom godišnje
- j) potopne pumpe u taložnici – prema uputama proizvođača
- k) dozirne crpke NaClO, KMnO<sub>4</sub>, FeCl<sub>3</sub>, – zamjena nepovratnih ventila i membrane jednom godišnje
- l) agregatska stanica - servisiranje jednom godišnje od strane ovlaštenog servisera
- m) elektromagnetni mjerač protoke - ovlaštenu servis

n) ispitivanje tlačne posude - svake druge godine

Evidencija održavanja pogona vodi se preko pisanih radnih naloga.

#### **f) Higijena osoblja**

Radna odjeća /obuća/ zaštitna sredstva -

Zaštitno radno odijelo - koristiti svakodnevno, pri svim radnim zadacima

Zaštitne radne cipele - koristiti svakodnevno, pri svim radnim zadacima

Zaštitne rukavice - koristiti kada postoji opasnost ozlijeđivanja ruku

Mantil - koristiti svakodnevno, pri svim radnim zadacima

Kabanica - koristiti kada pada kiša

Gumirana zaštitna pregača - koristiti kod prepumpavanja kemikalija i košnje trave trimerom

Gumirano zaštitno odijelo - koristiti kod prepumpavanja kemikalija

Gumene rukavice - koristiti kod prepumpavanja kemikalija

Gumene čizme - koristiti kod prepumpavanja kemikalija i kada pada kiša

Zaštitna plinska maska - koristiti kod prepumpavanja kemikalija

Polumaska - koristiti u radnom prostoru sa dosta prašine

Zaštitni vizir - koristiti kod košnje trave trimerom

Zaštitne slušalice - koristiti kod košnje trave trimerom

Zdravstveni pregledi:

- sanitarni pregled svakih 6 mjeseci – sanitarne knjižice - Voditelj službe zaštite na radu vodi brigu o redovitom slanju djelatnika na pregled. Sanitarne knjižice nalaze se u službi zaštite na radu.

- sistematski pregled jednom godišnje – svjedodžba o zdravstvenoj sposobnosti - Voditelj službe zaštite na radu vodi brigu o redovitom slanju djelatnika na pregled. Svjedodžbe se nalaze u službi zaštite na radu.

- Higijenski minimum – svake 4 godine - Voditelj službe zaštite na radu vodi brigu o redovitom slanju djelatnika na polaganje. Uvjerenja o položenom higijenskom minimumu nalaze se u službi zaštite na radu.

Ponašanje unutar pogona:  
Za praćenje rada uređaja i opreme odgovoran je dežurni operater. Obavezna je korištenje zaštitne opreme kod radova s kemikalijama. Ne pušiti u pogonu i ne unositi hranu u pogon.

Edukacija

Edukaciju planira, izrađuje i ocjenjuje potrebu za edukacijom voditelj službe zaštite na

radu. Plan edukacije čuva se u službi zaštite na radu. Edukacija stručnih djelatnika vrši se putem sudjelovanja na različitim stručnim skupovima koje organizira ZZJZ, Grupacija vodovoda, ministarstvo, fakulteti, Zavod za toksikologiju i dr., a stečeno znanje prenosi se dalje na sve ostale djelatnike.

Obavezne teme za edukaciju novih zaposlenika, a sukladno radnom mjestu i iskustvu istog su :

- Osobna higijena (bolesti, odjeća, ponašanje)
- Čišćenje i sanitacija (radne površine, oprema, podovi, zidovi, priprema otopina za sanitaciju)
- Zaprimanje i skladištenje materijala
- Pravilno skladištenje
- Postupanje s otpadom
- Postupanje s kemikalijama
- Tehnološki proces proizvodnje vode
- Opasnosti - mikrobiološke, kemijske, fizičke
- Bolesti uzrokovane hranom i pićem
- Prijavljivanje opasnih stanja

Posjetitelji: uz prethodnu najavu i upisivanje u evidenciju posjetitelja (ime i prezime, broj osobne iskaznice, datum i vrijeme ulaska i izlaska iz kruga postrojenja) ulaz je dopušten samo uz prisustvo tehnologa. Posjetitelji se prije ulaska upoznaju sa Pravilima ponašanja za posjetitelje (OB 02).

#### **g) Kontrola štetnika**

Kontrola štetnika regulirana je Ugovorom sa “Veterinarska stanica” d.o.o. Vinkovci. Organizacija je izradila tlocrt pogona za pročišćavanje vode sa ucertanim mjestima gdje su postavljane meke, te posjeduje prateću dokumentaciju za sredstva koja se koriste za DDD. Potvrde o obavljenim radnjama čuvaju se kod voditelja službe zaštite na radu.

#### **h) Skladištenje**

- Tehnološke kemikalije za pročišćavanje vode:  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{NaOCl}$  i  $\text{KMnO}_4$  nalaze se uskladištene u tankovima od 200L u dozirnici. Kemikalije se dovoze i dopunjuju iz skladišta u Vinkovcima. Dozirnica je zaključana. Ključ se nalazi kod dežurnog strojara i tehnologa.

#### **i) Otpad**

U organizaciji javljaju se slijedeće vrste otpada:

- komunalni otpad
- industrijski otpad

**Tablica 7. Identifikacija, uklanjanje i zbrinjavanje otpada**

Prostor	Vrsta otpada	Učestalost uklanjanja sa mjesta nastanka	Odgovorna osoba za uklanjanje otpada	Mjesto i oblik zbrinjavanja otpada
objekt	Komunalni otpad	N	Pomoćni radnik	Kontejner u Vinkovcima
taložnica	Industrijski otpad	N	voditelj održavanja	Deponija

Legenda učestalosti uklanjanja otpada sa mjesta nastanka:

N - po nastanku S - smjenski, D - dnevno, T - tjedno

**Popis vanjskih dobavljača usluga zbrinjavanja otpada:**

- zbrinjavanje komunalnog otpada

Nevkoš d.o.o., H. V. Hrvatinića 10, Vinkovci

**j) Praćenje pravilnika i zakona**

Odgovorna osoba za praćenje pravilnika i zakona je voditelj pravne službe, a zakoni i pravilnici čuvaju se u arhivi u upravi.

Popis važećih pravilnika i zakona nalazi se na obrascu OB 01.

**3.6.7 DRUGI PRIMJENJIVI DOKUMENTI**

**3.6.8 PRILOZI**

Popis zakona i pravilnika, OB 01

Pravila ponašanja za posjetitelje, OB 02

Zapis o internoj edukaciji zaposlenika, OB 03

Kontrolna lista, OB 04


Interna kontrola deratizacijskih kutija, OB 05

Evidencija ulaska posjetitelja, OB 06

### 3.7 Obrazci HZJZ

#### 3.7.1 Obrazac HZJZ za ispitivanje tj analizu vode

Tablica 8. Obrazac za analizu vode uzorak za objekte

 <b>HZJZ</b> <small>Hrvatski zavod za hidrološki i vodoopskrbni poslovanje</small>	<b>Služba za zdravstvenu ekologiju</b> <b>Odjel za kontrolu zdravstvene ispravnosti voda i vodoopskrbu</b>	<b>Rockefellerova 7</b> <b>10000 Zagreb</b> <b>Tel/fax: 01/46 83 009</b>
	<b>ZAHTEJ ZA ISPITIVANJE VODE – A ANALIZA</b>	
Oznaka: <b>O-VODE-P2-2</b>	Izdanje/preradba: 1/7	Stranica: 1/1

#### PODACI O NARUČITELJU:

Ime i prezime:   
Adresa:   
E-mail:

Ispunjava odjel: Analitički broj

Tel.:

Mjesto i poštanski broj:

OIB:

#### PODACI O UZORKU:

Vrsta uzorka (označiti):

- podzemna voda (zdenac kopani, bušeni, arteški)  
 izvorska voda (izvor kaptiran, nekaptiran)  
 vodovodna voda

- kišnica  
 površinska voda (rijeka, jezero)  
 voda za kupanje i rekreaciju  
 ostalo:

Datum i vrijeme uzorkovanja:

Lokacija (adresa) na kojoj je uzorak uzet:

Mikrolokacija (označiti):

- slavina (sanitarni čvor, kuhinja)  
 glava zdenca  
 izvor  
 cisterna

- bazen  
 obala  
 uzvodno ili nizvodno od   
 ostalo:

Način uzorkovanja (označiti):

- vedrica  
 pumpa

- hidrofor   
 ostalo:

Razlog zahtijevanja ispitivanja (označiti):

- zdravstvena ispravnost  
 usluge mjerenja

- ostalo:

**ISPITIVANJE VODE** (Molimo označiti križićem ukoliko se slažete s ispitivanjem vode na navedene parametre s ponuđenim metodama rada)

#### **Parametar**

- Boja  
 Mutnoća  
 Miris  
 Okus  
 Utrošak KMnO<sub>4</sub>  
 Elektrovodljivost  
 pH  
 Amonij  
 Nitrati  
 Nitriti  
 Kloridi

#### **Metoda**

- HRN EN ISO 7887:2001  
HRN EN ISO 7027:2001\*  
HRN EN 1622:2008  
HRN EN 1622:2008  
HRN EN ISO 8467:2001  
HRN EN 27888:2008\*  
HRN EN ISO 10523:2009\*  
HRN ISO 7150-1:1998\*  
SM 4500-NO3- B (21. izd., 2005.)  
HRN EN 26777:1998\*  
HRN ISO 9297:1998

#### **Parametar**

- Pseudomonas aeruginosa*  
 *Clostridium perfringens*  
 *E.coli*  
 Ukupni koliformi  
 Enterokoki  
 Broj aerobnih bakt. 37°C/48h  
 Broj aerobnih bakt. 22°C/72h  
  
\*Akreditirane metode

#### **Metoda**

- HRN EN ISO 16266:2008  
anaerobna kultivacija na m-CP  
agaru  
P-VODE-80, Izdanje: 1/4  
(Colilert)\*  
P-VODE-80, Izdanje: 1/4  
(Colilert)\*  
HRN EN ISO 7899-2: 2000  
HRN EN ISO 6222:2000  
HRN EN ISO 6222:2000


Navedene analize predstavljaju osnovne fizikalno-kemijske i mikrobiološke pokazatelje koji se najčešće određuju u svrhe ispitivanja zdravstvene ispravnosti vode za piće iz individualnih objekata. Međutim zbog mogućnosti onečišćenja i zagađenja voda raznim drugim onečišćivačima na osnovu ovih analize nije moguće potvrditi da je voda «sigurna» za piće, ali one daju osnovnu informaciju.

Pojedini parametar može se odrediti različitim metodama, o čemu ovisi granica detekcije pojedinog analita kao i cijena analize. O metodama kojima se pojedina analiza provodi možete se raspitati na Odjelu.

Uzorci se primaju svakog radnog dana od 9 do 14 h, a najkasnije 6 sati nakon uzorkovanja. Sterilne boce za uzorkovanje mogu se dobiti u HZJZ-u od 9 do 15,30 h. Analiza traje 4 dana. Nalazi se izdaju svakog radnog dana od 13 do 15,30 h.

Potpis naručitelja ispitivanja \_\_\_\_\_

**Tablica 9. Obrazac zahtjeva za ispitivanje vode –vodovodnog sustava**

	Služba za zdravstvenu ekologiju Odjel za kontrolu zdravstvene ispravnosti voda i vodoopskrbu	Rockefellerova 7 10000 Zagreb Tel/fax: 01/46 83 009
	<b>ZAHTJEV ZA ISPITIVANJE VODE</b>	
Oznaka: <b>O-VODE-P2-3</b>	Izdanje/preradba: 1/3	Stranica: 1/2

**PODACI O NARUČITELJU:**

Naziv:  Email:   
 Adresa:  Račun poslati na:   
 Mjesto i poštanski broj:  Izvještaj poslati na:   
 OIB:   
 Kontakt osoba:  Tel.:

**PODACI O UZORKU/UZORCIMA:**

<b>Vrsta uzorka:</b>	Voda za piće	Izvorska voda	Mineralna voda	Tehnološka voda
	Podzemna voda	Površinska voda	Voda za kupanje i rekreaciju	Otpadna voda
				Kišnica


Br.	Oznaka uzorka	Vrsta uzorka	Zahtijevane analize (i/ili označiti na Popisu parametara O-VODE-P2-1 - dostupan na Odjelu)	Datum i vrijeme uzorkovanja	Analitički br. (ispunjava Odjel)
1.					
2.					
3.					
4.					

Dodatne informacije:

Uzorak/ke u HZJZ dostavio

Ime i prezime	Potpis	Datum i vrijeme

Uzorak/ke u HZJZ-u zaprimio \_\_\_\_\_

 <b>HZJZ</b> <small>HRVATSKI ZAPOSIBNA          JAVNO ZDRAVSTVO</small>	<b>Služba za zdravstvenu ekologiju</b> <b>Odjel za kemiju voda i mineralne vode</b> <b>Odjel za kontrolu zdravstvene ispravnosti voda i vodoopskrbu</b>	<b>Rockefellerova 7</b> <b>10000 Zagreb</b> <b>Tel/fax: 01/46 83 009</b>
	<b>ZAHTJEV ZA ISPITIVANJE VODE</b>	
Oznaka: <b>O-VODE-P2-3</b>	Izdanje/preradba: 1/2	Stranica: 2/2

Parametar	Red.br.	Parametar	Red.br.	Parametar	Red.br.
<b><u>Fizikalno-kemijski pokazatelji</u></b>					
<input type="checkbox"/> Temperatura		<input type="checkbox"/> Ukupno otopljene tvari		<input type="checkbox"/> Alkalitet	
<input type="checkbox"/> Boja		<input type="checkbox"/> Sumporovodik		<input type="checkbox"/> Ukupna tvrdoća	
<input type="checkbox"/> Mutnoća		<input type="checkbox"/> Otopljeni kisik		<input type="checkbox"/> Karbonatna tvrdoća	
<input type="checkbox"/> Miris		<input type="checkbox"/> Slobodni rezidualni klor		<input type="checkbox"/> Stalna tvrdoća	
<input type="checkbox"/> Okus		<input type="checkbox"/> Slobodni ugljični-dioksid		<input type="checkbox"/> Kalcijeva tvrdoća	
<input type="checkbox"/> pH		<input type="checkbox"/> Isparni ostatak 105°C		<input type="checkbox"/> Magnezijeva tvrdoća	
<input type="checkbox"/> Električna vodljivost		<input type="checkbox"/> Isparni ostatak 180°C			
<input type="checkbox"/> Salinitet		<input type="checkbox"/> Suspendirane tvari na 105°C		<input type="checkbox"/> Ukupna tvar sušena na 105°C	
<b><u>Hranjive tvari</u></b>					
<input type="checkbox"/> Amonij		<b><u>Organska tvar</u></b>		<b><u>Organski spojevi</u></b>	
<input type="checkbox"/> Nitrati		<input type="checkbox"/> Utrošak KMnO <sub>4</sub>		<input type="checkbox"/> Fenoli	
<input type="checkbox"/> Nitrati		<input type="checkbox"/> TOC		<input type="checkbox"/> Ukupna ulja i masti	
<input type="checkbox"/> Nitriti		<input type="checkbox"/> DOC		<input type="checkbox"/> Mineralna ulja	
<input type="checkbox"/> Ukupni dušik		<input type="checkbox"/> BPK <sub>5</sub>		<input type="checkbox"/> Anionski tenzidi	
<input type="checkbox"/> Ukupni fosfor		<input type="checkbox"/> KPK <sub>Cr</sub>		<input type="checkbox"/> THM	
		<input type="checkbox"/> KPK <sub>Mn</sub>		<input type="checkbox"/> PAH	
				<input type="checkbox"/> Pesticidi	
<b><u>Anioni i kationi</u></b>					
<input type="checkbox"/> Natrij		<input type="checkbox"/> Kloridi		<input type="checkbox"/> Kloriti	
<input type="checkbox"/> Kalij		<input type="checkbox"/> Kloridi		<input type="checkbox"/> Klorati	
<input type="checkbox"/> Magnezij		<input type="checkbox"/> Sulfati		<input type="checkbox"/> Bromidi	
<input type="checkbox"/> Kalcij		<input type="checkbox"/> Fluoridi		<input type="checkbox"/> Bromati	
<input type="checkbox"/> Litij		<input type="checkbox"/> Fosfati		<input type="checkbox"/> Cijanidi	
<input type="checkbox"/> Hidrogenkarbonat		<input type="checkbox"/> Silikati		<input type="checkbox"/> Ionski balans	
<b><u>Metali</u></b>					
<input type="checkbox"/> Aluminij		<input type="checkbox"/> Kadmij		<input type="checkbox"/> Srebro	
<input type="checkbox"/> Antimon		<input type="checkbox"/> Krom		<input type="checkbox"/> Selen	
<input type="checkbox"/> Arsen		<input type="checkbox"/> Krom (VI)		<input type="checkbox"/> Stroncij	
<input type="checkbox"/> Arsen		<input type="checkbox"/> Kobalt		<input type="checkbox"/> Talij	
<input type="checkbox"/> Bakar		<input type="checkbox"/> Mangan		<input type="checkbox"/> Vanadij	
<input type="checkbox"/> Barij		<input type="checkbox"/> Molibden		<input type="checkbox"/> Željezo	
<input type="checkbox"/> Berilij		<input type="checkbox"/> Nikal		<input type="checkbox"/> Živa	
<input type="checkbox"/> Cink		<input type="checkbox"/> Olovo			
<b><u>Mikrobiološki pokazatelji</u></b>					
<input type="checkbox"/> <i>E. coli</i>		<input type="checkbox"/> <i>Pseudomonas aeruginosa</i>		<input type="checkbox"/> Broj aerobnih bakt. 37°C/48h	
<input type="checkbox"/> Enterokoki		<input type="checkbox"/> Ukupni koliformi		<input type="checkbox"/> Broj aerobnih bakt. 22°C/72h	
<input type="checkbox"/> Enterovirusi		<input type="checkbox"/> <i>Legionella spp</i>		<input type="checkbox"/> Fekalni streptokoki	
<input type="checkbox"/> Sulfireducirajuće klostridije		<input type="checkbox"/> <i>Clostridium perfringens</i>			

**Redni broj odgovara izabranoj metodi rada s O-VODE-P2-1 (dostupan na Odjelima).**

### 3.7.2 Obrazac HZJZ – Ispitni izvještaj



Republika Hrvatska  
Hrvatski zavod za javno zdravstvo  
Služba za zdravstvenu ekologiju  
Odjel za kontrolu zdravstvene ispravnosti voda i vodoopskrbu  
Zagreb, Rockefellerova 7  
Tel: (01) 46 83 009, Fax: (01) 46 83 009



Datum: 09.02.2015.

## ISPITNI IZVJEŠTAJ

**Broj ispitnog izvještaja:** 148829 **Oznaka uzorka:** 4773/14  
**Naziv uzorka:** voda, Crpilište Nedelišće, zdenac Z-5  
**Vrsta uzorka:** Voda na izvorištu (sirova)  
**Naručitelj:** **MEDIMURSKE VODE d.o.o.**  
Matice hrvatske 10, 40000 Čakovec  
**Tip zahtjeva:** Ugovor  
Ur.br.: 40-20-024/1-2014. od 29.01.2014.  
**Uzorkovatelj HZJZ-a:** Ivan Karaba, preh. teh.  
**Lokacija uzorkovanja:** Nedelišće, Z-5  
**Vrijeme uzorkovanja:** 03.12.2014.  
**Vrijeme dostave:** 03.12.2014.  
**Vrsta ispitivanja:** C analiza - Prilog I Tablica 1 Mikrobiološki parametri, Tablica 3 Kemijski parametri, Tablica 4 Indikatorski parametri  
**Početak/kraj ispitivanja:** 04.12.2014. / 09.02.2015.  
**Konačna ocjena:** **UZORAK ODGOVARA**  
Zaključci su navedeni uz ispitne rezultate.

Voditelj Odjela za kontrolu zdravstvene ispravnosti voda i vodoopskrbu  
dr. sc. Željko Dadić, dipl. ing.

Dostaviti:  
**1. MEDIMURSKE VODE d.o.o.**  
Matice hrvatske 10, 40000 Čakovec

**Napomena:**

- 1) Zabranjuje se isticanje imena Zavoda u tekstu deklaracije proizvoda osim ako nije ugovoreno posebnim ugovorom.
- 2) Ispitni izvještaj rezultat je elektroničke obrade podataka te je punovažeći bez žiga i potpisa.
- 3) Rezultati ispitivanja odnose se isključivo na ispitivani uzorak. Ne smiju se umnožavati bez odobrenja Zavoda.
- 4) Akreditirane metode označene su u Ispitnom izvještaju ■

O-SZE-28

Izdanje/preradba: 1/0

Stranica: 1/11

148829/2014



## Tablica 11. Rezultati ispitivanja vode

Broj ispitnog izvještaja/Oznaka uzorka: 148829 / 4773/14 VODE

Odjel za kontrolu zdravstvene ispravnosti voda i vodoopskrbu

Početak/kraj ispitivanja: 04.12.2014. / 09.02.2015.

### Rezultati ispitivanja

Naziv uzorka: voda, Crpilište Nedelišće, zdenac Z-5

Naziv parametra	Metoda	Mjerna jedinica	Rezultat	MDK**	Ocjena ispravnosti
Temperatura	SM 2550 B (21.izd., 2005)	°C	14,9	<25	DA
Boja	SM 2120 C (21.izd., 2005) <sup>■</sup>	mg/PtCo skale	<5	<20	DA
Mutnoća	HRN EN ISO 7027: 2001 <sup>■</sup>	NTU	0,29	<4	DA
Miris	HRN EN 1622:2008	bez			DA
Okus	HRN EN 1622:2008	bez			DA
pH vrijednost	HRN EN ISO10523: 2012 <sup>■</sup>	pH jedinica	7,5	6,5- 9,5	DA
Temperatura uzorka pri kojoj je izmjerena pH vrijednost: 22,3 °C					
Vodljivost	HRN EN 27888: 2008 <sup>■</sup>	µS/cm/20°C	433	<2.500	DA
Vodikov sulfid	SM 4500-S <sup>2-</sup> I (21. izd.2005)- prilagođeno	mg/L H <sub>2</sub> S	<0,005		DA
Ukupna tvrdoća	HRN ISO 6059: 1998 <sup>■</sup>	mg/L CaCO <sub>3</sub>	251		DA
Utrošak KMnO <sub>4</sub>	HRN EN ISO 8467: 2001	mg/L O <sub>2</sub>	0,5	<5	DA
Amonij	HRN ISO 7150-1: 1998 <sup>■</sup>	mg/L NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	<0,01	<0,5	DA
Nitriti	HRN EN 26777: 1998 <sup>■</sup>	mg/L NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	<0,01	<0,5	DA
Nitrati	HRN EN ISO 10304-1:2009/Ispr.1:2012 <sup>■</sup>	mg/L NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	12,8	<50	DA
Fluoridi	HRN EN ISO 10304-1:2009/Ispr.1:2012 <sup>■</sup>	µg/L F <sup>-</sup>	160	<1.500	DA

<sup>■</sup> - Metode za koje je Odjel akreditiran prema HRN EN ISO/IEC 17025:2007

\*\* maksimalno dozvoljena koncentracija prema zakonskim propisima navedenim u zaključku

### ZAKLJUČAK:

Uzorak prema fizikalnim, kemijskim i fizikalno-kemijskim zahtjevima ODGOVARA Zakonu o vodi za ljudsku potrošnju (NN br. 56/2013).

Voditelj Odsjeka  
Jurica Štiglic, dipl.ing.

## **4. ZAKONSKE ODREDBE**

### **4.1 Zakon o zaštiti okoliša**

#### **4.1.1 Opće odredbe**

##### Članak 1.

Ovim se Zakonom uređuju: načela zaštite okoliša u okviru koncepta održivog razvitka, zaštita sastavnica okoliša i zaštita okoliša od utjecaja opterećenja, subjekti zaštite okoliša, dokumenti održivog razvitka i zaštite okoliša, instrumenti zaštite okoliša, praćenje stanja u okolišu, informacijski sustav zaštite okoliša, osiguranje pristupa informacijama o okolišu, sudjelovanje javnosti u pitanjima okoliša, osiguranje prava na pristup pravosuđu, odgovornost za štetu u okolišu, financiranje i instrumenti opće politike zaštite okoliša, upravni i inspekcijski nadzor, te druga pitanja s tim u vezi.

#### **4.1.2 Ciljevi zaštite okoliša**

##### Članak 7.

Ciljevi zaštite okoliša u ostvarivanju uvjeta za održivi razvitak jesu:

- zaštita života i zdravlja ljudi,
- zaštita biljnog i životinjskog svijeta, georaznolikosti, bioraznolikosti i krajobrazne raznolikosti te očuvanje ekološke stabilnosti,
- zaštita i poboljšanje kakvoće pojedinih sastavnica okoliša,
- zaštita ozonskog omotača i ublažavanje klimatskih promjena,
- zaštita i obnavljanje kulturnih i estetskih vrijednosti krajobraza,
- sprječavanje velikih nesreća koje uključuju opasne tvari,
- sprječavanje i smanjenje onečišćenja okoliša,
- trajna uporaba prirodnih dobara,
- racionalno korištenje energije i poticanje uporabe obnovljivih izvora energije,
- uklanjanje posljedica onečišćenja okoliša,

- poboljšanje narušene prirodne ravnoteže i ponovno uspostavljanje njezinih regeneracijskih sposobnosti,
- ostvarenje održive proizvodnje i potrošnje,
- napuštanje i nadomještanje uporabe opasnih i štetnih tvari,
- održivo korištenje prirodnih dobara,
- osiguranje i razvoj dugoročne održivosti,
- unaprjeđenje stanja okoliša i osiguravanje zdravog okoliša.

Ciljevi iz stavka 1. ovoga članka postižu se primjenom načela zaštite okoliša i instrumenata zaštite okoliša propisanih ovim Zakonom i propisima donesenim na temelju ovoga Zakona, te primjenom načela i instrumenata propisanih posebnim propisima kojima se uređuje zaštita pojedinih sastavnica, odnosno zaštita od pojedinih opterećenja okoliša.

#### **4.1.3 Načela zaštite okoliša**

Načelo održivog razvitka

Načelo predostrožnosti

Načelo zamjene i/ili nadomještaja

Načelo otklanjanja i sanacije štete u okolišu na izvoru nastanka

Načelo cjelovitog pristupa

Načelo suradnje

Načelo »onečišćivač plaća«

Načelo pristupa informacijama i sudjelovanja javnosti

Načelo poticanja

Načelo prava na pristup pravosuđu

#### **4.1.4 Zaštita voda**

Članak 24.

(1) Zaštita voda obuhvaća mjere zaštite voda te poboljšanja stanja voda radi sprječavanja ili smanjivanja štetnih posljedica za ljudsko zdravlje, vodne ekosustave, kakvoću života i okoliš u cjelini.

(2) Zaštita voda od onečišćavanja provodi se radi očuvanja života i zdravlja ljudi i zaštite okoliša, te omogućavanja održivog, neškodljivog i neometanog korištenja voda za različite namjene, u skladu s posebnim propisom koji uređuje upravljanje vodama.

### **4.2 Zakon o vodama**

#### **4.2.1 Opće odredbe**

Članak 1.

Ovim se Zakonom uređuju pravni status voda, vodnoga dobra i vodnih građevina, upravljanje kakvoćom i količinom voda, zaštita od štetnog djelovanja voda, detaljna melioracijska odvodnja i navodnjavanje, djelatnosti javne vodoopskrbe i javne odvodnje, posebne djelatnosti za potrebe upravljanja vodama, institucionalni ustroj obavljanja tih djelatnosti i druga pitanja vezana za vode i vodno dobro.

Ovim se Zakonom ne uređuju radiološka onečišćenja voda i vodnoga dobra.

Članak 2.

Odredbe ovoga Zakona odnose se na:

1. podzemne vode i površinske vode isključujući priobalne vode,
2. priobalne vode u pogledu njihove zaštite,
3. vode teritorijalnog mora u pogledu njihovog kemijskog stanja te u odnosu na nalazišta vode za piće i
4. mineralne i termalne vode, osim mineralnih i geotermalnih voda iz kojih se mogu pridobivati mineralne sirovine ili koristiti akumulirana toplina u energetske svrhe što se uređuje Zakonom o rudarstvu.

## **4.2.2 Upravljanje vodama**

### **Članak 4.**

Upravljanje vodama čine svi poslovi, mjere i radnje koje na temelju ovoga Zakona i zakona kojim se uređuje financiranje vodnoga gospodarstva poduzimaju Republika Hrvatska, Hrvatske vode, jedinice lokalne i područne (regionalne) samouprave radi postizanja ciljeva iz članka 4. ovoga Zakona, osim poslova, mjera i radnji u djelatnostima detaljne melioracijske odvodnje, javnoga navodnjavanja i vodnih usluga.

## **4.2.3 Ciljevi upravljanja vodama**

Ciljevi upravljanja vodama su:

1. osiguranje dovoljnih količina kvalitetne pitke vode za vodoopskrbu stanovništva,
2. osiguranje potrebnih količina vode odgovarajuće kakvoće za različite gospodarske i osobne potrebe,
3. zaštita ljudi i njihove imovine od poplava i drugih oblika štetnog djelovanja voda i
4. postizanje i očuvanje dobrog stanja voda radi zaštite života i zdravlja ljudi, zaštite njihove imovine, zaštite vodnih i o vodi ovisnih ekosustava.

## **4.2.4 Načela upravljanja vodama**

### **Članak 5.**

Voda nije komercijalni proizvod kao neki drugi proizvodi, nego je naslijeđe koje treba čuvati, štiti i mudro i racionalno koristiti.

Vodama se upravlja prema načelu jedinstva vodnog sustava i načelu održivog razvitka kojim se zadovoljavaju potrebe sadašnje generacije i ne ugrožavaju pravo i mogućnost budućih generacija da to ostvare za sebe.

Upravljanje vodama prilagođava se globalnim klimatskim promjenama.

Zaštita i korištenje voda temelji se na načelu predostrožnosti, poduzimanja preventivnih mjera, otklanjanja štete nanižete vodnom okolišu na mjestu njezinog nastanka te načelima »onečišćivač plaća«, odnosno »korisnik plaća«.

### **4.3 Zakon o vodi za ljudsku potrošnju**

#### **4.3.1 Temeljne odredbe**

##### *Svrha Zakona*

##### Članak 1.

(1) Ovim se Zakonom uređuje zdravstvena ispravnost vode za ljudsku potrošnju, nadležno tijelo za provedbu ovoga Zakona i način izvještavanja Europske komisije o provedbi ovoga Zakona, obveze pravnih osoba koje obavljaju opskrbu vodom za ljudsku potrošnju u Republici Hrvatskoj, načini postupanja i izvješćivanja u slučaju odstupanja od parametara za provjeru sukladnosti vode za ljudsku potrošnju, monitoring (praćenje) i druge službene kontrole zdravstvene ispravnosti vode za ljudsku potrošnju i njihovo financiranje, a u cilju zaštite ljudskog zdravlja od nepovoljnih utjecaja bilo kojeg onečišćenja vode za ljudsku potrošnju i osiguravanja zdravstvene ispravnosti vode za ljudsku potrošnju na području Republike Hrvatske.

(2) Izrazi koji se koriste u ovome Zakonu i propisima koji se donose na temelju ovoga Zakona, a koji imaju rodno značenje, bez obzira na to jesu li korišteni u muškom ili ženskom rodu, obuhvaćaju na jednak način muški i ženski rod.

##### *Instrumenti usklađivanja*

##### Članak 2.

Ovaj Zakon sadrži odredbe koje su u skladu s Direktivom Vijeća 1998/83/EZ od 3. studenoga 1998. o kvaliteti vode namijenjene za ljudsku potrošnju (SL L 330, 05. 12. 1998.) – u daljnjem tekstu: Direktiva Vijeća 1998/83/EZ.

#### **4.3.2 Područje primjene**

##### Članak 3.

(1) Odredbe ovoga Zakona primjenjuju se na sve vode bez obzira na njihovo porijeklo u prirodnom (izvornom) stanju ili nakon obrade, ako se koriste kao voda za ljudsku potrošnju ili u svrhu proizvodnje, prerade, očuvanja i distribucije hrane, predmeta koji dolaze u neposredni dodir s hranom i predmeta opće uporabe, neovisno o tome je li isporučena iz razvodne mreže ili u ambalaži koja udovoljava posebnim propisima.

(2) Odredbe ovoga Zakona primjenjuju se i na projektiranje građevina u kojima se koristi voda za ljudsku potrošnju i na ispitivanje zdravstvene ispravnosti vode za ljudsku potrošnju u građevinama.

(3) Odredbe ovoga Zakona ne primjenjuju se na vodu namijenjenu za medicinske svrhe, prirodne mineralne, prirodne izvorske vode i stolne vode koje su uređene posebnim propisima, osim u dijelu u kojem se isti pozivaju na odredbe ovoga Zakona.

### 4.3.3 Pojmovi

#### Članak 4.

U smislu ovoga Zakona pojedini pojmovi imaju sljedeće značenje:

1. *Voda namijenjena za ljudsku potrošnju* je:

a) sva voda koja je u svojem izvornom stanju ili nakon obrade namijenjena za piće, kuhanje, pripremu hrane ili druge potrebe kućanstava, neovisno o njezinom porijeklu te neovisno o tome potječe li iz sustava javne vodoopskrbe, iz cisterni ili iz boca odnosno posuda za vodu,

b) sva voda koja se rabi u industrijama za proizvodnju hrane u svrhu proizvodnje, obrade, očuvanja ili stavljanja na tržište proizvoda ili tvari namijenjenih za ljudsku potrošnju, osim ako nadležno tijelo ne utvrdi da kakvoća vode ne može utjecati na zdravstvenu ispravnost hrane u njezinom konačnom obliku.

2. *Javna vodoopskrba* je djelatnost zahvaćanja vode namijenjene ljudskoj potrošnji iz tijela podzemnih i površinskih voda i njezine obrade te isporuke do krajnjeg korisnika ili do drugoga javnog isporučitelja vodne usluge za više od 50 ljudi ili 10 m<sup>3</sup>/dan, ako se ti poslovi obavljaju putem vodnih građevina javne vodoopskrbe kojima upravljaju pravne osobe registrirane za obavljanje javne vodoopskrbe – javni isporučitelji vodnih usluga javne vodoopskrbe.

3. *Lokalna vodoopskrba* je zahvaćanje vode namijenjene ljudskoj potrošnji iz tijela podzemnih i površinskih voda te isporuka do krajnjeg korisnika putem vodnih građevina za lokalnu vodoopskrbu kojima ne upravlja pravna osoba registrirana za obavljanje djelatnosti javne vodoopskrbe.

4. *Uzorak vode* je količina vode uzeta jednokratno na jednom mjestu na propisani način u svrhu laboratorijske analize.

5. *Uzorkovanje* je postupak uzimanja uzorka vode za laboratorijsku analizu iz izvorišta, pojedinih vodoopskrbnih objekata i drugih mjesta propisanih ovim Zakonom u određenim vremenskim razmacima.

6. *Analiza vode* je određivanje senzorskih, fizikalno-kemijskih, kemijskih, mikrobioloških i drugih svojstava vode radi utvrđivanja njezine zdravstvene ispravnosti.

7. *Vodocrpilište* (vodozahvat) je zahvat vode na mjestu gdje voda prirodno izvire na površinu odnosno na mjestu gdje se putem zdenca voda crpi iz tijela podzemne vode. Vodocrpilište je i zahvat vode na mjestu na kojem se zahvaća voda iz tijela površinske vode.

8. *Vodoopskrbni sustav* je sustav opskrbe vodom za ljudsku potrošnju koji ima uređeno i zaštićeno vodocrpilište, uređaj za kondicioniranje, vodospremu, crpne stanice, glavni dovodni cjevovod i vodoopskrbnu mrežu.

9. *Vodne građevine za vodoopskrbu* su građevine i pripadajući uređaji pomoću kojih se zahvaća voda te prikuplja, prerađuje i isporučuje potrošačima.

10. *Vodoopskrbna mreža* je sustav vodoopskrbnih cjevovoda kojima se voda transportira od vodocrpilišta do potrošača. Hidranti i zasuni su sastavni dijelovi vodoopskrbne mreže.

11. *Unutarnja vodoopskrbna mreža* je sustav cijevi, ventila, slavina, sanitarnog pribora i drugih priključaka unutar stambenih i drugih građevina nakon vodomjera. Za unutarnju mrežu odgovoran je korisnik odnosno vlasnik građevine, a ne javni isporučitelj vodnih usluga javne vodoopskrbe.

12. *Ekvivalent stanovnika (ES)* je potrošnja vode od 200 litara na dan po stanovniku.

13. *Iznenadno onečišćenje* je nagli prodor štetnih i/ili opasnih tvari i/ili mikroorganizama u količinama koje mogu biti štetne ili opasne za zdravlje ljudi u vodocrpilište ili vodoopskrbne objekte, a posljedica je ljudske aktivnosti.

14. *Izvanredno onečišćenje* je stanje nakon elementarne i druge nepogode ili nakon akcidentalnog onečišćenja voda koje nije posljedica ljudske aktivnosti, a proglašava ga nadležno tijelo državne uprave.

15. *Higijensko-epidemiološke indikacije* su indikacije koje ukazuju na mogućnost onečišćenja vode mikrobiološkim, fizikalnim, kemijskim i radioaktivnim tvarima, zbog tehničkog stanja vodoopskrbnih objekata, stanja okoliša, elementarnih nepogoda, akcidentalnog i drugog iznenadnog onečišćenja i epidemiološke situacije.

16. *M.D.K.* je kratica za »maksimalno dopuštena koncentracija«.

17. *Sukladnost* je usklađenost dobivenih rezultata s M.D.K. vrijednostima.

18. *Hidrološka godina* je razdoblje punog hidrološkog ciklusa koje je promjenjivo i traje od sedam do sedamnaest mjeseci, ovisno o klimatskim karakteristikama i zemljopisnom položaju.

19. *Službena kontrola* je svaki oblik kontrole uključujući inspekcijski nadzor koju obavlja osoba ovlaštena za provedbu službenih kontrola nadležnog tijela.



20. *Monitoring vode za ljudsku potrošnju* podrazumijeva sustavno praćenje zdravstvene ispravnosti vode provođenjem niza planiranih mjerenja i analiza pojedinih parametara vode za ljudsku potrošnju, kako bi se utvrdila njezina sukladnost s propisanim vrijednostima, a obuhvaća redovni i revizijski monitoring (praćenje).

#### *Zdravstveno ispravna voda za ljudsku potrošnju*

##### Članak 5.

Zdravstveno ispravnom vodom za ljudsku potrošnju smatra se voda koja:

- ne sadrži mikroorganizme, parazite i njihove razvojne oblike u broju koji predstavlja opasnost za zdravlje ljudi,
- ne sadrži štetne tvari u koncentracijama koje same ili zajedno s drugim tvarima predstavljaju opasnost za zdravlje ljudi,
- ne prelazi vrijednosti parametara zdravstvene ispravnosti vode, propisane pravilnikom iz članka 10. stavka 2. podstavka 1. ovoga Zakona.

#### **4.3.4 Parametri za provjeru sukladnosti vode za ljudsku potrošnju**

##### Članak 6.

(1) Parametri za provjeru sukladnosti vode za ljudsku potrošnju su parametri zdravstvene ispravnosti i indikatorski parametri, propisani pravilnikom iz članka 10. stavka 2. podstavka 1. ovoga Zakona.

(2) Voda za ljudsku potrošnju mora ispunjavati parametre za provjeru sukladnosti vode za ljudsku potrošnju na sljedećim mjestima:

- na mjestu potrošnje vode,
- na slavini cisterne ako se koristi kao voda za ljudsku potrošnju,
- na mjestu punjenja u boce ili drugu ambalažu za vode u originalnom pakiranju te tijekom trajanja roka valjanosti proizvoda i
- u objektima za poslovanje s hranom, na mjestu gdje se voda koristi u proizvodnji hrane, predmeta koji dolaze u neposredan dodir s hranom i predmeta opće uporabe.

(3) Za vode u originalnom pakiranju koje se stavljaju na tržište u bocama ili drugoj ambalaži ne može se podnijeti zahtjev za izdavanje odobrenja iz članaka 21., 22. i 23. ovoga Zakona.

(4) Pravne osobe koje obavljaju djelatnost punjenja vode u boce i drugu ambalažu, a koja je namijenjena stavljanju na tržište, obvezne su izraditi i provoditi plan uzorkovanja s propisanom učestalošću i definiranim parametrima ispitivanja, u skladu s pravilnikom iz članka 10. stavka 2. podstavka 1. ovoga Zakona.

#### **4.3.5 Zaštita od onečišćenja vode za ljudsku potrošnju**

##### **Članak 7.**

(1) Sva vodocrpilišta vode koja su namijenjena ljudskoj potrošnji, kao i vodoopskrbni objekti, moraju biti zaštićeni od slučajnog ili namjernog onečišćenja i drugih utjecaja koji mogu ugroziti zdravstvenu ispravnost vode za ljudsku potrošnju.

(2) Kod korištenja vode za javnu vodoopskrbu prednost ima voda kojoj nije potrebna dodatna obrada.

(3) Vodi se ne smiju dodavati nikakve tvari osim onih koje zahtijeva postupak obrade ili dezinfekcije.

(4) Materijali i drugi predmeti koji su u dodiru s vodom za ljudsku potrošnju, a čija se sukladnost dokazuje po posebnom propisu, ne smiju imati utjecaj na njezinu zdravstvenu ispravnost.

## 5. ZAKLJUČAK

Osnovni cilj bio bi regulirati kvalitetu vode: „Cjelokupno stanovništvo snabdijevati zdravom vodom za piće i osiguravati potpunije zaštite podzemnih i površinskih voda“, što se djelomično može ostvariti:

- usklađivanjem razvoja vodo snabdijevanja sa porastom broja korisnika i količine upotrijebljene vode;
- razdvajanjem vode za piće od vode za tehničku upotrebu;
- formiranjem nacionalnog centra;
- zaštitom i odabirom izvorišta koji se mogu koristiti bez znatnijih intervencija;
- osiguravanjem stalne zdravstvene kontrole ispravnosti i kvaliteta vode;
- podizanjem nivoa znanja postojećih i novozaposlenih kadrova.

Uvođenjem odgovarajućeg monitoringa nadzora, kontrole, i provjere dobivenih rezultata je put i obaveza, za regionalne i lokalne vodovode i druge vrste vodnih objekata, kako bi se stekli uvjeti za sigurnu vodu za piće i zaštitu zdravlja potrošača, ali i ispravili nedostaci u tehnologiji pripreme vode. U zaštiti zdravlja stanovništva prioritet su rutinska ispitivanja koja u osnovi trebaju podržati preciznija definiranja dodatnih parametara ispitivanja a i veća odgovornost na lokalnom i regionalnom nivou u osiguravanju dovoljnih količina zdravstveno sigurne vode za piće.

## 7. LITERATURA

- [1] "Kvaliteta vode", [www.um-ng.hr](http://www.um-ng.hr), 2012.
- [2] "Voda - Mythos, Ethos, Praxis", Predavanje povodom Svjetskog dana voda, u nedjelju
- [3] "Hidrokemija", Agronomski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, [www.agr.unizg.hr](http://www.agr.unizg.hr), 2006.
- [4] "Predled kvalitete pitke vode u Hrvatskoj", Literatura: "Priručnik o temeljnoj kakvoći vode u Hrvatskoj", Dr. sc. Željko Dadić [www.um-ng.hr](http://www.um-ng.hr), [www.waterline.hr](http://www.waterline.hr), 2012.
- [5] "Higijena voda", [www.hlede.net](http://www.hlede.net), 2012.
- [6] "Kondicioniranje vode", [www.grad.unizg.hr](http://www.grad.unizg.hr), 2012.
- [7] Wikipedija
- [8] NN Zakon o zaštiti okoliša
- [9] NN Zakon o vodama

