MIKROBIOLOŠKO ONEČIŠĆENJE PITKE VODE BJELOVARSKO -BILOGORSKE ŽUPANIJE U RAZDOBLJU OD 2011. DO 2013. GODINE

Bermanec, Martina

Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni

2015

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Križevci college of agriculture / Visoko gospodarsko učilište u Križevcima**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:185:573369

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Repository Križevci college of agriculture - Final thesis repository Križevci college of agriculture

zir.nsk.hr

Image not found or type unknown

REPUBLIKA HRVATSKA
VISOKO GOSPODARSKO UČILIŠTE U KRIŽEVCIMA

Specijalistički diplomski stručni studij

Poljoprivreda

Usmjerenje: *Održiva i ekološka poljoprivreda*

MARTINA BERMANEC, *bacc. ing. agr.*

MIKROBIOLOŠKO ONEČIŠĆENJE PITKE VODE BJELOVARSKO -BILOGORSKE ŽUPANIJE U RAZDOBLJU OD 2011. DO 2013. GODINE

Završni specijalistički diplomski stručni rad

Povjerenstvo za obranu i ocjenu završnoga rada:

1. dr. sc. Damir Alagić, viši predavač, predsjednik povjerenstva i član
2. dr. sc. Tatjana Tušek, profesor visoke škole, mentorica i članica
3. dr. sc. Vesna Jaki-Tkalec, vanjski suradnik, članica

Križevci, 2015.

ZAHVALA

Zahvaljujem se djelatnicima Veterinarskog zavoda u Križevcima na susretljivosti i ustupljenim materijalima i opremi potrebnoj za izradu mog završnog rada. Zahvaljujem svojoj mentorici dr. sc. Tatjani Tušek na strpljenju, pomoći i vodstvu pri izradi ovog diplomskog rada.

Također bih zahvalila predsjedniku povjerenstva dr. sc. Damiru Alagiću na sugestijama te članici povjerenstva dr. sc. Vesni Jaki-Tkalec s Veterinarskog zavoda Križevci na konstruktivnim savjetima pri realizaciji ovog završnog rada.

PODATCI O RADU

Završni specijalistički diplomski stručni rad izrađen je na Visokom gospodarskom učilištu u Križevcima pod mentorstvom dr. sc. Tatjane Tušek.

Rad sadrži:

- 50 stranica
- 08 slika
- 21 tablicu
- 46 navoda literature.

SADRŽAJ

1. UVOD……6

2. PREGLED LITERATURE……8

2.1. Voda……..8

2.1.1. Slatkovodni sustav……8

2.1.2. Potrošnja i ugroženost zaliha vode.....9

2.1.3. Opskrbljenost vodom i zdravstvena ispravnost vode u Hrvatskoj.....10

2.1.4. Vodoopskrba i odvodnja Bjelovarsko-bilogorske županije.....11

2.2. Zahtjevi kvalitete vode.....13

2.3. Mikrobiološko onečišćenje pitke vode.....14

2.3.1. Escherichia coli.....16

2.3.2. Fekalni streptokok……...16

2.3.3. Ukupni koliformi……17

2.3.4. Clostridium perfrigens……....17

2.4. Kemijska onečišćenja pitkih voda.....18

2.4.1. Klor.....18

2.4.2. Nitrati i nitriti.....19

2.4.3. Amonijak.....19

2.4.4. Kloridi.....19

3. MATERIJAL I METODE.....20

3.1. Analize pitke vode iz zdenaca u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji……...20

3.2. Uzorkovanje pitke vode na sabiralištima mlijeka……..21

3.3. Mikrobiološke analize voda u laboratoriju……21

3.3.1. Pravilnik i sukladnost u mikrobiološkoj analizi vode……23

3.4. Kemijske analize voda u laboratoriju.....24

3.4.1. Pravilnik i sukladnost u kemijskoj analizi vode……..25

3.5. Raspored oborina u ispitivanim mjesecima…….....25

4. REZULTATI I RASPRAVA.....28

4.1. Mikrobiološke analize pitkih voda u razdoblju od 2011. do 2013. godine…….……..28

4.2. Kemijske analize pitkih voda u razdoblju od 2011. do 2013. godine……...31

4.3. Utjecaj meteoroloških prilika na mikrobiološko onečišćenje.....34

5. ZAKLJUČAK.....37

6. LITERATURA.....39

7. PRILOZI.....44

7.1. POPIS KRATICA.....46

8. SAŽETAK.....47

8.1. ABSTRACT.....48

8.2. ŽIVOTOPIS.....49

1. UVOD

Direktiva Vijeća 98/83/EZ o kvaliteti vode namijenjene za ljudsku potrošnju je sastavljena 3. studenog 1998. godine u Bruxellesu. Cilj ove Direktive je zaštita zdravlja ljudi od negativnih učinaka bilo kakvog zagađenja vode namijenjene za ljudsku potrošnju osiguravanjem njezine zdravstvene ispravnosti i čistoće.

Njezina definicija o vodi namijenjenoj za ljudsku potrošnju glasi: Sva voda, bilo u njezinu izvornom stanju ili nakon obrade, koja je namijenjena za piće, kuhanje, pripremu hrane ili druge potrebe domaćinstva, neovisno o njezinu podrijetlu te o tome opskrbljuju li se ljudi njome iz distribucijske mreže, iz cisterne ili u bocama odnosno posudama.

Sva voda koja se rabi u poduzećima za proizvodnju hrane u svrhe proizvodnje, obrade, očuvanja ili stavljanja na tržište proizvoda ili tvari namijenjenih za prehranu ljudi, osim ako nadležna nacionalna tijela nisu uvjerena da kvaliteta vode ne može utjecati na zdravlje hrane u njihovom konačnom obliku (I P[1]).

U prirodi gotovo i nema potpuno čiste vode. Već kod prolaza kišnih kapi kroz atmosferu voda otapa plinove i čestice dima i prašine, a na površini skuplja čestice minerala i stijena. U površinske vode ulaze različiti mikroorganizmi, dok se u podzemnoj vodi nastavljaju procesi otapanja minerala i stijena. Sve to mijenja svojstva vode i utječe na njezinu kvalitetu.

Što je to dobra i zdravstveno ispravna voda za piće? To je voda dobrih senzornih svojstava (bez boje, mutnoće i mirisa), bez prisutnosti tvari u koncentracijama koje bi mogle štetno djelovati na ljudski organizam (kemijski ispravna voda) i bez uzročnika bolesti koje se prenose vodom za piće (mikrobiološki ispravna voda). Opskrba stanovništva zdravstveno ispravnom vodom za piće je složen zadatak koji ovisi o mnogo čimbenika. To su prvenstveno kvaliteta i čistoća vode u prirodi zahvaćene za vodoopskrbu (vode izvora, bunara, jezera, vodotoka), način pročišćavanja i dezinfekcije vode te sanitarno-tehnički i higijenski uvjeti vodoopskrbnih objekata.

Predmet ovog završnog rada je istraživanje mikrobiološke ispravnosti voda uzorkovanih na sabiralištima mlijeka, koja se koristi za ljudsku konzumaciju, napajanje stoke, za kućanske namjene u domaćinstvu, za pranje laktofriza, suđa i pribora koji se koriste kod sakupljanja mlijeka. Kao izvori takve vode koriste se vlastiti bunari ili mjesni vodovodi. Ovim istraživanjem se želi utvrditi higijenska ispravnosti vode analizom mikrobioloških parametara.

Svrha ovog rada također je upoznati se sa stanjem vodoopskrbe na području

Bjelovarsko-bilogorske županije i njezinom zdravstvenom ispravnošću i čimbenicima, kao npr. meteorološki uvjeti, koji mogu utjecati na njezino mikrobiološko onečišćenje. Cilj ovog rada je da se uporabom dostupnih podataka dobije informacija o kakvoći vode koja obuhvaća cjelokupnu mikrobiološku „A“ analizu vode na ispitivane parametre. Uzimani su u obzir i određeni kemijski parametri, koji su obrađeni u Laboratoriju za analitičku kemiju i rezidue, radi dobivanja uvida u ukupnu kvalitetu pitke vode.

2. PREGLED LITERATURE

2.1. Voda

Voda je jedina prirodna anorganska tekućina bez boje, mirisa i okusa (Mayer, 2004). Gotovo 97,5% vode na Zemlji je slano, dok je samo 2,5% slatke vode. Od ukupne količine slatke vode 69,9% su ledenjaci, a dio je vezan u organizmima, u atmosferi ili čini vlagu u tlu što znači da je nedostupan za ljudske potrebe. Ostalih 30,1% slatke vode je tekuća slatka voda. Od tih 30,1% se 1% nalazi u rijekama, slatkim jezerima i močvarama, a 99% je podzemna slatka voda (Mayer, 2004).

Voda je jedinstvena zbog svojih svojstava, jedan od glavnih prirodnih izvora, osnovni element koji izgrađuje žive organizme. Ljudski organizam sadrži 70% vode dok većina biljaka ima oko 80%. Voda je temeljna potreba za život i za razvoj ljudskog društva. Pitka voda je jedinstvena potreba sveukupnog stanovništva bez obzira na zemljopisni položaj, položaj u društvu, vjeru i rasu, jer je voda neophodna za normalno funkcioniranje ljudskog organizma. Opskrbljenost pitkom vodom je ograničena hidrološkim ciklusom i općim klimatskim uvjetima, a potražnja za vodom kao poljoprivrednim, industrijskim, odnosno urbanim resursom raste proporcionalno uz rastuću globalnu populaciju.

2.1.1. Slatkovodni sustav

Voda neprestano cirkulira između atmosfere, oceana i kopna. Kruženje vode je bitan proces koji omogućuje održivost života na Zemlji. Voda koju danas koristimo se nalazi na Zemlji već stotine milijuna godina. Količina dostupne vode se vjerojatno nije mnogo promijenila od samih početaka Zemlje. Voda se kreće oko svijeta, pri tome mijenjajući pojavni oblik, konzumiraju je biljke i životinje, ali nikada stvarno ne nestaje.

Posljednjih tridesetak godina u svijetu se događaju intenzivne antropogene promjene u hidrološkom ciklusu površinskih voda, kakvoći voda, uopće u vodnim resursima i bilanci voda. Količine vodnih bogatstava, njihova dinamičnost u vremenu i zemljišna raspodjela danas su određeni ne samo s prirodnim kolebanjima klime, kao što je to bilo ranije, nego su određeni i s čovjekovim ekonomskim aktivnostima.

Najugroženiji ekosustav je slatkovodni sustav zbog toga što svi organizmi trebaju vodu za egzistenciju. Potrošnja vode od strane čovjeka je dvostruko veća naspram prošlog stoljeća. Ljudska potreba za slatkom vodom tolika je da mnoge velike rijeke, isušuju prije nego što stignu do mora. Korištena voda se vraća u vodene tokove otežana opasnim kemikalijama i kanalizacijskom otpadnom vodom.

Na globalnom planu ljudi već koriste polovicu dostupnih količina vode za osobne, industrijske i poljoprivredne potrebe. Ukoliko u budućnosti ova potreba naraste znatno će ugroziti ostale ekosustave, koji će se teško oporaviti. Danas već 1,5 milijardi ljudi nema dovoljno vode za upotrebu. Nedostatak vode ubrzo bi mogao ograničiti ekonomski razvoj (Gleick, 1993).

2.1.2. Potrošnja i ugroženost zaliha vode

Zabrinjavajuća je okolnost što je vidljiv stalni trend smanjivanja raspoloživih zaliha vode po stanovniku na svim kontinentima. Ovakav trend posljedica je prvenstveno porasta broja stanovnika i velikih gradova, te klimatskih promjena, sve većeg zagađivanja, posebno površinskih voda.

Veliki broj ljudskih aktivnosti djeluje na raspoloživost vode i njezinu kakvoću, naročito u područjima s većom gustoćom naseljenosti, koncentriranom industrijom i intenzivnom poljoprivredom. Raspoloživost vode je problem u zemljama ili područjima gdje su ograničeni vodni resursi. Kakvoća voda je ugrožena industrijskom proizvodnjom, poljoprivrednim aktivnostima, ispustom komunalne vode itd. Poljodjelstvo je zajažljiv potrošač vode jer je primjerice za proizvodnju jedne limenke povrća potrebno utrošiti oko četrdeset litara vode. Uzgoj stoke još više opterećuje vodene kapacitete, jer on u svijetu svakodnevno troši oko šezdeset milijardi litara vode. Voda u prirodi posjeduje zadivljujuću sposobnost samočišćenja. Ta sposobnost samočišćenja prirodnih voda ima i svoju granicu. Učinkovito pročišćavanje otpadne vode je osnova za smanjenje zagađenja voda.(Ball, 1999).

Potrošnja vode ima trend neprestanog porasta. Iako je čovjeku za održanje života potrebno između 1,5 l vode na dan, ovisno o klimatskim prilikama u kojima žive, stvarna potrošnja je više stotina puta veća. Približna potrošnja vode u Europi iznosi oko 570 l/stan/dan i od toga otpada na domaćinstva 50 %, industriju i trgovinu 25 % te komunalne potrebe 25 %. Gubitke u vodovodnoj mreži i instalacijama računamo s 20 % u optimističnoj varijanti (Međunarodna banka za obnovu i razvoj/Svjetska banka, 2003).

Od 1980. do 1999. godine ukupno zahvaćanje vode u većini europskih zemalja pokazuje stabilan iznos, iako je bilo značajnih varijacija po sektorima ili regionalno. Smanjuje se potrošnja u industriji u svim zemljama, dok se povećava potrošnja vode u poljoprivredi u južno-europskim zemljama. Količina potrošene vode po stanovniku godišnje pokazuje velike varijacije i kreće se od 142 m^3 do 1037 m^3. U Hrvatskoj to je količina od 410 m^3 u 1996. godini (Međunarodna banka za obnovu i razvoj/Svjetska banka, 2003).

Odnos količina zahvaćenih voda u odnosu na raspoložive rezerve (zalihe vode) je veći u nekim „suhim“ zemljama, kao npr. u Španjolskoj gdje iznosi 37 %, u Italiji 32 % itd. te u gusto naseljenim zemljama, npr. Belgija ima 45 %. Odnos je najniži u slabo naseljenim

zemljama pa npr. Švedska ima 2,2 % itd. U Hrvatskoj se dobije 1, 2 % od ukupnih vodnih resursa, odnosno oko 7% od resursa vlastitih voda. Glavni uzrok tih velikih razlika nalazi se u različitostima općih uvjeta, klimatskih, geoloških i sl. kao i u različitostima korištenja vode po sektorima. Iz tih je razloga vrlo teško raditi usporedbe na razini država po tom pokazatelju (IP^2).

2.1.3. Opskrbljenost vodom i zdravstvena ispravnost vode u Hrvatskoj

Kontrola zdravstvene ispravnosti vode za piće obavlja se sukladno Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće u ovlaštenim laboratorijima. Prema rezultatima kontrolnih laboratorijskih analiza, prosječni broj uzoraka vode koji ne zadovoljavaju sanitarne standarde iznosi manje od 10% na razini države. Velika većina ovih nezadovoljavajućih voda dolazi iz lokalnih vodovoda i individualnih zdenaca. Najčešći uzroci neispravnosti vode jesu mikrobiološki pokazatelji, amonijak, nitrati, organski spojevi i stupanj zamućenosti. Za razliku od javne vodoopskrbe u kojoj je voda pod stalnim nadzorom i monitoringom javnozdravstvenih službi i sanitarne inspekcije, provedba ovih mjera u vodi iz lokalnih vodovoda i individualnih zdenaca je upitna.

Prema Organizaciji Ujedinjenih naroda za obrazovanje, znanost i kulturu (UNESCO), Hrvatska se između 188 zemalja po bogatstvu i dostupnosti vodnih izvora po stanovniku nalazi na petom mjestu u Europi, a na 42. u svijetu. Hrvatska je jedna od rijetkih zemalja i u Europi i u svijetu koja ima značajne rezerve neonečišćene pitke vode. Hrvatska ima dovoljno zaliha vode za svoje potrebe za nekoliko slijedećih desetljeća, iako raspoložive količine nisu jednoliko raspoređene u svim dijelovima zemlje, a hidrološki ciklus nije u skladu s neujednačenim potrebama za vodom u pojedinim dijelovima godine.

Sadašnji stupanj opskrbljenosti stanovništva vodovodnom vodom po županijama znatno se razlikuje. Najlošije stanje je u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji u kojoj oko 34% stanovništva ima zdravstveno ispravnu vodu iz javnih vodoopskrbnih sustava. U Brodsko-posavskoj županiji taj je postotak oko 40%, Koprivničko-križevačkoj županiji oko 42%, Vukovarsko-srijemskoj oko 47% i u Požeško-slavonskoj oko 48%. U Sisačko-moslavačkoj županiji, Virovitičko-podravskoj, Osječko-baranjskoj, Zadarskoj, Ličko-senjskoj, Krapinsko-zagorskoj i Karlovačkoj županiji taj postotak je ispod 80%. Zadovoljavajuće stanje priključenja na javnu vodoopskrbu je u Varaždinskoj, Međimurskoj, Zagrebačkoj i gradu Zagrebu te Šibensko-kninskoj i Dubrovačko-neretvanskoj županiji (više od 90%). Najveći postotak opskrbljenosti imaju Istarska i Primorsko-goranska županija s oko 97% opskrbljenosti. Vodoopskrba jadranskih otoka rješava se dovođenjem vode s kopna, a u manjem opsegu opskrbom iz vlastitih izvora, skupljanjem kišnice u cisterne (individualna

opskrba), putem vodonosaca (za vrlo male otoke), desalinacijom bočate vode, odnosno kombinacijom različitih izvora (Dadić, 2001).

Voda koja se pije u Hrvatskoj uglavnom dolazi iz dubine zemlje, iz prirodnih izvora, kroz podzemne tokove i pukotine ili se crpi iz dubokih bušotina. Podzemne su vode najčešće duboko u tlu, izvan dosega onečišćenja i bilo kakvog utjecaja s površine. Zato je izvorska voda vrlo čista, a često i ljekovita. Sadrži minerale, razne kemijske elemente u tragovima te ostale sastojke koji joj osiguravaju kvalitetu. U Hrvatskoj je 90% vodoopskrbe iz zaliha podzemnih voda. Vodom iz javne opskrbe služi se oko 80% stanovništva Republike Hrvatske. Prosječna potrošnja vode iz javne opskrbe u Hrvatskoj iznosi 138 l po stanovniku dnevno. Najbogatija regija pitkom vodom je Lika. Straha u Hrvatskoj od nestašice pitke vode zasada nema. Zahvaljujući geografskom položaju i posebnostima reljefa i klime, Hrvatska raspolaže znatnim količinama kvalitetne slatke vode. Prema službenim podacima, Hrvatska raspolaže s oko 45 milijardi m³ obnovljive slatke vode, što iznosi oko 9500 m³ po stanovniku (Dadić, 2001).

Kada je riječ o visokokvalitetnoj pitkoj vodi, posebno je važno kraško područje, s malo vode na površini, a mnogo vode u dubokom podzemlju, koje je rijedak i neprocjenjiv rezervoar pitke vode vrhunske kvalitete. Nažalost ni hrvatske rijeke ni zalihe čiste slatke vode nisu pošteđene onečišćavanja. To se prvenstveno odnosi na otpadne vode iz kućanstava, industrije i poljoprivrede, ali i nečistih oborinskih voda koje u tlo unose kemikalije iz atmosfere. Samo jedan g pesticida može onečistiti 10 milijuna litara vode (Roginić 2011).

2.1.4. Vodoopskrba i odvodnja u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji

U Bjelovarsko-bilogorskoj županiji živi 119.743 stanovnika prema popisu stanovništva iz 2011.godine (IP[4]).

Na temelju podataka iz 1995. godine i procjene o stopi rasta od 1% u godini, procjenjuje se sljedeća vodoopskrbljenost u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji. U Bjelovarsko-bilogorskoj županiji je procijenjena opskrbljenost vodom iz javnih vodoopskrbnih sustava u kojoj 29% stanovništva ima zdravstveno ispravnu vodu (Dadić, 2001).

Stanje u vodoopskrbi Bjelovarsko-bilogorske županije jedno je od najlošijih u Hrvatskoj, jer je tek 31% stanovništva (prema podacima *Hrvatskih voda* iz 2005.) obuhvaćeno javnom vodoopskrbom, što je najmanje u Hrvatskoj (prosjek vodoopskrbe 38 %) (Pretula, 2008).

Na tome se području za vodoopskrbu upotrebljava uglavnom podzemna voda, koju crpe pet javnih vodovoda (Bjelovar, Čazma, Daruvar, Garešnica, Grubišno Polje). Hercegovac i Đulovac opskrbljuju se pitkom vodom iz svojih mjesnih vodovoda. Ostala naselja u toj župa-

niji opskrbljuju se pitkom vodom iz vlastitih zdenaca (Ivanska, Kapela, Končanica, Nova Rača, Rovišće, Sirač, Štefanje, Trnovitički Popovac,Tužno, Velika Pisanica, Velika Trnovitica, Veliki Grđevac) (Dadić, 2001).

Vodoopskrba je neravnomjerno raspoređena jer je u gradovima poput Daruvara (najviše 91%) i Bjelovara opskrbljenost vrlo dobra, dobra je i u većini općinskih središta, ali ima i cijelih manjih općina u kojima uopće nema priključaka za pitku vodu (Nadilo, 2005). Općine koje su bez priključaka koriste vodu iz vlastitih bunara ili kišnice koja se prikuplja na krovovima ili na posebno građenim površinama i potom sprema u cisterne. Ovakva voda nije pod adekvatnim stručnim nadzorom, a njena kakvoća je promjenjiva budući može sadržavati isprana onečišćenja s krovova i slivnih ploha ili zagađenja podzemnih voda zbog neodgovarajuće riješene odvodnje iz vlastitog ili iz obližnjih objekata. Na području Bjelovarsko-bilogorske županije sustav odvodnje nije dovoljno razvijen. Samo pojedina veća naselja imaju manje ili više razvijen sustav kanalizacije, uz često puta nedovoljno efikasan sustav pročišćavanja otpadnih voda. Većina naselja otpadne fekalne vode odvode u septičke jame, često puta nepropisno izvedene, tako da zagađuju okolni teren, dok se oborinske i otpadne vode odvode uglavnom otvorenim kanalima ili cestovnim jarcima u obližnje vodotoke (IP[4])**.** Stanje vodoopskrbe Bjelovarsko-bilogorske županije je prikazano u tablici 1. Dok su fizikalne osobine voda u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji prikazane u tablici 2.

Tablica 1: *Stanje vodoopskrbe u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji*

Rb	Naselje	Tablica br./str.	Vodoopskrba
1.	Berek		Zdenac
2.	Bjelovar	I/1	JV Bjelovar
3	Čazma		JV Čazma
4	Daruvar	I/2	JV Daruvar
5	Dežanovac	I/2	JV Daruvar
6	Đulovac		LV Đulovac
7	Garešnica		JV Garešnica
8	Grubišno polje		JV Grubišno Polje
9	Hercegovac		LV Hercegovac
10	Ivanska		Zdenac
11	Kapela		Zdenac
12	Končanica		Zdenac
13	Nova rača		Zdenac
14	Rovišće		Zdenac
15	Sirač		Zdenac
16	Štefanje		Zdenac
17	Trnovitički popvac		Zdenac
18	Velika pisanica		Zdenac
19	Velika trnovitica		Zdenac
20	Veliki grđevac		Zdenac
21	Veliko trojstvo		JV Đurđevac

Izvor: *Dadić, 2001*.

Tablica 2: *Fizikalne osobine vode i njihove vrijednosti u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji*

Tablica II/1	Daruvar		
	Parametar	Mjera	Vrijednost
1	Elektrovodljivost	µS/cm	126
2	Ukupna otopljena tvar	mg/L	72
3	Salinitet		0
4	Ukupna tvrdoća	mg CaCO3/L/ºD	56/3,1
Tablica II/2	Bjelovar		
	Parametar	Mjera	Vrijednost
1	Elektrovodljivost	µS/cm	413
2	Ukupna otopljena tvar	mg/L	236
3	Salinitet		0
4	Ukupna tvrdoća	mg CaCO3/L/ºD	246/13,8

Izvor: *Dadić, 2001*.

U Bjelovarsko-bilogorskoj županiji elektrovodljivost vode kreće se u rasponu od 126 do 416 µS/cm, a ukupno je otopljenih tvari (TDS) od 72 do 236 mg/L po toj vrijednosti tj. po ukusnosti vode sve pregledane vode ubrajamo u kategoriju - odlične. Salinitet je voda ispod granice detekcije metode. Budući da su tvrdoće voda u ovoj Županiji od 56 mg/L CaCO3 (3,1 ºD) do 246 mg/L CaCO3 (13,8 ºD), one su u kategorijama od meke do umjereno tvrde vode (Dadić, 2001).

2.2. Zahtjevi kvalitete vode

Zbog izuzetnog značaja zdravstvene ispravnosti vode namijenjene za opskrbu stanovništva, svaka zemlja zakonski propisuje zahtjeve u pogledu njene kvalitete. U našoj zemlji je ovo regulirano Pravilnikom o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013) (IP[18]), koji je u suglasju s Direktivom Vijeća 1998/83/EZ (IP[17])(istovrsnim pravilnicima zemalja) Europske Unije. Ovime se Pravilnikom propisuje:zdravstvena ispravnost vode koja služi za ljudsku upotrebu, tj. vode koja se koristi kao voda za piće te za pripremanje, proizvodnju i promet hrane, granične vrijednosti pokazatelja zdravstvene ispravnosti vode, vrste i obim analiza uzoraka vode za piće te analitičke metode, učestalost uzimanja uzoraka (uzorkovanje) vode za piće. Sva izvorišta vode namijenjene ljudskoj uporabi i vodoopskrbni objekti moraju biti zaštićeni od slučajnog ili namjernog onečišćenja i drugih utjecaja koji mogu ugroziti zdravstvenu ispravnost vode za piće. Sve pravne osobe koje obavljaju djelatnost javne vodoopskrbe, moraju isporučiti zdravstveno ispravnu vodu za piće sukladno odredbama ovoga Pravilnika.

Zdravstveno ispravnom vodom za piće smatra se voda koja: ne sadrži mikroorganizme, parazite i njihove razvojne oblike u broju koji predstavlja opasnost po zdravlje ljudi, ne sadrži tvari u koncentracijama koje same ili zajedno s drugim tvarima predstavljaju opasnost

za zdravlje ljudi, ne prelazi maksimalne vrijednosti pojedinih pokazatelja, odnosno njihove maksimalno dopuštene koncentracije (MDK), svrstane su u četiri osnovne skupine.

Prva skupina su mikrobiološki pokazatelji: *Escherichia coli*, enterokoki, ukupni koliformi, *Clostridium perfringens*, *Salmonella spp*., *Vibrio cholerae*, paraziti, enterovirusi, *Pseudomonas aeruginosa* te broj kolonija na 22 °C i na 37 °C.

Kemijski pokazatelji su: akrilamid, aluminij, amonijak, antimon, arsen, bakar, barij, benzen, benzo (a) pyrene, berilij, boja, bor, bromat, cijanidi, cink, detergenti (anionski i neionski), epiklorhidrin, fenoli, fluoridi, fosfati, isparni ostatak, kadmij, kalcij, kalij, kloridi, klorit, kobalt, koncentracija vodikovih iona (pH), krom, magnezij, mangan, mineralna ulja, miris, mutnoća, natrij, nikal, nitrati, nitriti, okus, olovo, policiklički aromatski ugljikovodici (PAH), pesticidi, selen, silikati, slobodni klor, srebro, sulfati, temperatura, trihalometan - ukupni (THM), 1.2-dikloretan, suma tetrakloretan i trikloretan, ukupni organski ugljik (TOC), ukupna tvrdoća, ukupne suspenzije, utrošak kalijevog permanganata, KMnO4, vanadij, vinil klorid, vodikov sulfid, vodljivost, željezo i i živa. Treća skupina su radioaktivost i ostatci nakon obrade zrakom obogaćenim ozonom svrstavaju se pod četvrtu skupinu.

Granične vrijednosti pokazatelja zdravstvene ispravnosti vode propisane su za sve prethodno navedene parametre i navedene su u Pravilniku.

Provjeru sukladnosti vode namijenjene javnoj vodoopskrbi, odnosno poštivanje MDK vrijednosti iz Pravilnika, nadzire Hrvatski zavod za javno zdravstvo stalnim praćenjem (monitoringom). Izvršitelji monitoringa su zavodi za javno zdravstvo u županijama, odnosno Gradu Zagrebu, čiji laboratoriji obavljaju ispitivanja sukladno odredbama norme HRN EN ISO/IEC 17025.

Vrste i obujam analiza uzoraka vode za piće te analitičke metode propisani su za sve četiri prethodno navedene skupine pokazatelja zdravstvene ispravnosti vode za piće. Učestalost uzimanja uzoraka (uzorkovanje) vode za piće propisana je s obzirom na količinu isporučene vode za piće u [m^3 d-1] ili broja potrošača, uz pretpostavku da potrošnja vode iznosi 200 [l stanovnik-1 d-1]. Prema tome, svaka izvorišna voda namijenjena za javnu vodoopskrbu, koja posjeduje svojstva i sadrži tvari škodljive po zdravlje ljudi iznad dopuštenih vrijednosti, mora se prije upotrebe, odnosno distribucije potrošačima, podvrći odgovarajućem procesu kondicioniranja.

2.3. Mikrobiološko onečišćenje pitke vode

Mikroorganizme i njihova djelovanja u vodama kao što su jezera, bazeni, rijeke, ušća, mora i oceani predmet su istraživanja mikrobiologije voda. Velik broj mikroorganizama u vodi općenito ukazuje na veliku količinu nutrijenata u vodi. Voda kontaminirana dotokom

otpadne vode ili dotokom biorazgradivih organskih produkata industrije, sadrži relativno velik broj bakterija. Pitka voda mora biti bistra, hladna, bez neugodna okusa i mirisa te ne smije sadržavati kemikalije, odnosno mikroorganizme koji su štetni za ljudsko zdravlje. Od svih poželjnih svojstava najteže se postiže odsutnost mikroorganizama, jer se često u mnoge vodotokove ispuštaju različite otpadne i kanalizacijske vode, bez prethodnoga pročišćavanja. Zarazne bolesti koje se u europskom zemljopisnom području prenose uživanjem tako kontaminirane vode jesu bacilarna dizenterija, trbušni tifus, a izuzetno i kolera. Uzročnici tih zaraza: *Shigella dysenteriae*, *Salmonella typhosa* i *Vibrio cholerae* u vodu dospiju najčešće ljudskim fekalijama i mokraćom, koje potječu od oboljelih ljudi (Duraković, 1996).

Najbolji način za utvrđivanje higijenske ispravnosti pitke vode se sastoji u dokazivanju patogenih organizama koji se prenose vodom. No njihovo je izravno dokazivanje, na žalost izuzetno teško jer ih u vodi ima malo pa ih je praktički gotovo nemoguće izolirati. Normalne bakterije koje žive u crijevima, toliko naime premašuju patogene vrste da ih na običnim hranjivim podlogama obično prerastaju. To je istodobno razlog zbog kojega se svaka voda kontaminirana ljudskim fekalijama smatra potencijalnim izvorom trbušnoga tifusa ili ostalih crijevnih bolesti. Mnoge se metode primjenjuju za određivanje bakterijske kontaminacije vode, a odabiru se u suglasnosti s mogućnostima laboratorijskog testiranja. Budući da je za dokazivanje svih patogenih mikroorganizama nemoguće provoditi sve testove, bakteriolozi primjenjuju praktične testove za dokazivanje odabranih bakterija kao indikatora, a koje se kao normalna mikroflora nalaze u probavnome sustavu ljudi. Ako se te bakterije dokažu, nema sumnje da se zbila fekalna kontaminacija vode i zato je velika vjerojatnost da su u vodi nazočni i patogeni koji žive u probavnome sustavu čovjeka. Bakteriološka pretraga vode ima tri osnovna cilja. Prvi je određivanje kontaminacije vode ljudskim fekalijama. Drugi cilj je odrediti stupanj zaštite vodonosnog sloja, te treći cilj je istražiti djelotvornost tehnološkog postupka pročišćavanja vode. Prvi cilj postiže se dokazivanjem i određivanjem broja živih bakterija koje su indikator fekalne kontaminacije, a drugi i treći postižu se određivanjem broja svih živih bakterija.

Kao bakterije indikatori fekalne kontaminacije odabrane su one vrste koje se kao normalna mikroflora nalaze, gotovo isključivo ili pretežno, u ljudskim fekalijama, a ima ih toliko da se lako mogu dokazati i u velikim razrjeđenjima. Među takve ubrajaju se koliformne bakterije, fekalni streptokoki, sulfito-reducirajuće klostridije, vrste iz roda *Salmonella* i vrste iz roda *Proteus*. One u okolišu mogu dugo preživjeti i tako omogućuju pouzdanu indikaciju fekalne kontaminacije još dugo nakon što su bile izbačene iz probavnog sustava. Najvažnija u toj skupini je bakterija *Escherichia coli*, budući da je, osim u probavnome sustavu čovjeka, rijetko gdje prisutna (Duraković, 1996).

2.3.1. Escherichia coli

Escherichia coli je otkrivena od pedijatra i bakteriologa Theodora Eschericha. Jedna je od glavnih vrsta bakterija koje žive u donjem dijelu probavnog trakta sisavaca. Važne su za pravilnu probavu hrane te sudjeluju u radu crijevne flore. Njezina prisutnost u podzemnim vodama je obično indikator fekalne zaraze. Pripada skupini Enterobacteriaceae te je često korištena kao modelni organizam za bakterije općenito. Korijenska riječ koju nalazimo u znanstvenom nazivu te porodice, "entero-", se odnosi na crijevo, pa je često u istom značenju kao i "feces". Boja se po Gramu, i to gram-negativno. Ima oblik bacila. Broj jedinki bakterije *E. coli* se u prosječnom dnevnom fecesu čovjeka kreće između 100 milijardi i 10 bilijuna. Svi različiti podtipovi fekalnih bakterija s oznakom *coli* i sve slične bakterije koje žive u tlu (ili biljnoj truleži od kojih je najpoznatija skupina *Enterobacter aerogenes*) su okupljeni u "koliformnu skupinu". Stanice *E. coli* su izdužene, duljine 1-2 μm i promjera 0.1-0.5 μm (IP^5).

E.coli je odličan indikator onečišćenja vode. Fekalni koliformi i *E.coli* daju podatke o količini fekalnih koliforma koji su prisutni u vodi, a mogu biti povezani s patogenima (Texas Clean Rivers program, 2003). Dokumentom iz 1968. (Kriteriji bakteriološke kvalitete vode), EPA (United States Environmental Protection Agency) uspostavlja *E.coli* i enterokoke kao indikatore fekalnog onečišćenja, a njihovo korištenje se preporučuje za testiranje kvalitete površinske vode. Pokazalo se da je *E.coli* zajedno s fekalnim koliformima bolji pokazatelj fekalnog onečišćenja od samih fekalnih koliforma (Texas Clean Rivers program, 2003.).

2.3.2. Fekalni streptokok

Fekalni streptokoki su grupa crijevnih bakterija. Široko su rasprostranjeni u okolišu, a nalaze se u fekalijama čovjeka i mnogih drugih kralježnjaka. Broj fekalnih streptokoka u pravilu raste s porastom broja ukupnih koliformnih bakterija. U slučaju da ukupne koliformne bakterije nisu dokazane u uzorku, a fekalni streptokoki jesu, to je pouzdan znak da se radi o fekalnom zagađenju zraka.

Fekalni streptokoki ili enterokoki spadaju u 17. grupu Bergey-evog priručnika za determinativnu bakteriologiju (Gram-pozitivni koki). To su Gram-pozitivni, jajoliko izduženi koki, raspoređeni u parove i kratke lance. Posjeduju grupno-specifični polisaharid i spadaju u Lancefield-ovu grupu D. Ovu grupu čine bakterije roda *Enterococcus* sa ukupno 16 vrsta (*E.*

faecalis, E. faecium, E. avium, E. hirae, E. galinarium). Široko su rasprostranjeni u okolišu, nalaze se u fekalijama vertebrata. Ponekad mogu uzrokovati gnojne infekcije (IP[6]).

Fekalni streptokoki ili enterokoki su najpodobnija grupa bakterija za vrednovanje higijenske kvalitete vode. Broj fekalnih streptokoka visoko korelira s prisutnošću patogenih bakterija (npr. *Campylobacter, Listeria, Salmonella, Yersinia*), fekalnih i ukupnih koliformnih bakterija i enterovirusa. Jedina negativna strana ove indikatorske grupe bakterija je da se ne mogu zbog ugibanja dokazati u okolišu temperature iznad 55 °C (IP[6]).

2.3.3. Koliformne bakterije

Koliformne bakterije su primarno nepatogene bakterije koje normalno obitavaju u donjem intestinalnom traktu (debelom crijevu) čovjeka i toplokrvnih životinja. Štite crijevo od infekcija patogenim bakterijama te osiguravaju pravilnu probavu hrane i sintezu vitamina grupe B (Bitton,2005.).

Koliformne bakterije se izlučuju fekalijama iz organizma, dospijevaju u komunalne otpadne vode, a preko otpadnih voda i u prirodne vode. U jednom g ljudskog fecesa nalazi se od 106 do 109 koliformnih bakterija. Koncentracija koliformnih bakterija u kućanskim otpadnim vodama kreće se od 1011 do 1013 u 100 mL otpadne vode (Henze i sur., 2008.).

Ukoliko fekalije potječu iz oboljelog čovjeka ili životinje, u njima će biti prisutne i patogene bakterije, koje uzrokuju crijevne infekcije i teška oboljenja, poznata kao hidričke infekcije (prenose se vodom). Od patogenih bakterija mogu biti prisutni uzročnici: kolere (*Vibrio cholerae*), tifusa (*Salmonella typhi*), salmoneloza (*Salmonella* sp.), dizenterije (*Shigella dysenteriae*), gastroenteritisa (*Campylobacter jejuni*)i dr. Mnoge patogene bakterije prisutne su u okolišu u niskim brojčanim vrijednostima te je njihova detekcija teška (Henze i sur., 2008.).

Zbog navedenog, koliformne se bakterije koriste u sanitarnoj analizi vode od 1912. godine kao indikatori fekalnog zagađenja i moguće prisutnosti patogenih crijevnih bakterija. Koliformne bakterije su fakultativno anaerobne, Gram-negativne, štapićaste, nesporogene bakterije koje fermentiraju laktozu stvarajući kiselinu i plin. Uključuju vrstu *Escherichia coli* i srodne vrste, koje normalno obitavaju u debelom crijevu, kao što su vrste rodova *Citrobacter, Enterobacter* i *Klebsiella* (Holt i sur., 1994).

2.3.4. Clostridium perfrigens

Bakterije roda *Clostridium* svrstavaju se u 18. grupu Bergey-evog priručnika za determinativnu bakteriologiju (Gram-pozitivni štapići i koki koji formiraju endospore). Radi se o Gram-pozitivnim sporogenim štapićima, koji kod sporulacije poprimaju oblik vretena zbog

velikih endospora (lat. closter = vreteno). Obligatni su anaerobi, što znači da žive u medijima bez otopljenog kisika. Bakterije roda *Clostridium* su široko rasprostranjene u prirodi. Mnoge vrste produciraju egzotoksine i patogene su za čovjeka i životinje zbog primarno izazvane infekcije ili potencijalne apsorpcije egzotoksina.

Clostridium perfringens je jedna od čestih patogenih klostridija. Izvori zaraza (plinska gangrena, sekundarne infekcije rana, enteritis, sepsa) su probavni trakt već zaraženih životinja i ljudi. Preko fecesa dolazi u vodu, zemlju, zrak, a u organizam se unosi pasivno. Širok rang klostridija (osim spomenutog *C. perfringens*) sposoban je u anaerobnim uvjetima iz sulfita producirati H_2S - od tuda dolazi i naziv sulfit-reducirajuće klostridije za cijeli rod *Clostridium* (Duraković i sur., 2005).

2.4. Kemijski pokazatelji onečišćenja pitkih voda

Pitkost vode određuje se ispitivanjem kemijskih pokazatelja: otopljeni plinovi ugljikov dioksid i kisik, potrošnja kisika kojom se određuje sadržaj organske tvari u pitkoj vodi, dušikovi spojevi, ostatak nakon isparavanja, željezo, mangan, alkalnost, kloridi i tvrdoća. (Đikić i sur. 2001). Ispitivanje vode na pojedine kemijske parametre kao što su npr. pesticidi, detergenti, nitrati, ukazuje na stupanj onečišćenja vode kemikalijama koje mogu predstavljati opasnost za ljudsko zdravlje.

2.4.1. Klor

Klor je najrasprostranjeniji halogeni element u prirodi. Kao ni ostalih halogenih elemenata, u prirodi ga nema u elementarnom stanju zbog velike kemijske reaktivnosti. Najčešće se nalazi u kloridima (NaCl, KCl i $MgCl_2$), kojih ima u morskoj vodi, isušenim slanim jezerima i podzemnim nalazištima. Maseni udio kloridnih iona u moru je oko 1.94%, a u zemljinoj kori oko 0,013% (oko 130 ppm). Elementarni klor je plin zelenkasto-žute boje, gustoće 2,5 puta veće od zraka ($2,9 \times 10^{-3}$ g/cm^3 pri 25°C), što će reći da amonijak je dva i pol puta teži od zraka. Pritiskom i hlađenjem lako se pretvara u žutu tekućinu normalnog vrelišta (IP[7]).

Klor na tržište dolazi u čeličnim bocama ili spremnicima pod tlakom. Klorirana voda za piće sadrži svega 0,1 mg klora po litri vode. U bazenima se osjeća miris klora iako voda u bazenu sadrži svega 0,3mg klora po litri vode. U industriji se proizvodi elektrolizom taljevine ili koncentrirane vodene otopine natrijeva klorida. Posebno je važna elektroliza vodene otopine jer se time dobivaju dvije vrlo važne sirovine za kemijsku industriju: klor i natrijeva lužina (IP[7]).

2.4.2. Nitriti i nitrati

Nitrati, nitriti i nitrozo spojevi /nitrozamini i nitrozamidi/ potencijalno su toksične tvari za čovjeka i životinje. Među njima su u okolišu najzastupljeniji nitrati ($NO3^-$), ali su i najmanje toksični. Redukcijom prelaze u mnogo toksičnije nitrite (NO_2^-), ali je poznata i oksidacija nitrita u nitrate. Nitriti se pak *in vitro* i *in vivo* mogu spajati s aminima ili amidima i prijeći u nitrozamine koji su karcinogeni i imunomodulatori te u nitrozamide koji su teratogeni. Neki su nitrozo-spojevi mutageni (Srebočan, 1993).

Općenito izvor otrovanja nitratima je pitka voda u koju te tvari dospiju iz septičkih jama, gradske kanalizacije, s poljoprivrednih površina obilno obrađenih dušičnim gnojivima, te s gusto naseljenih mjesta i velikih stočnih aglomeracija (Singer, 1972). Opisano je kliničko otrovanje tovne teladi koja je napajana vodom u kojoj je bilo 10-45 mg/l nitrata (Krutsch, 1979). Koncentracija od 500 ppm dušika u obliku nitrata u vodi uzrokuje, u eksperimentu, kliničko otrovanje i uginuće ovaca (Wang i sur., 1961).

2.4.3. Amonijak

Amonijak u vodi može biti u slobodnom i albuminskom obliku. Prema podrijetlu može biti organski i anorganski. Prisutnost slobodnog amonijaka organskog podrijetla, dokaz je da je voda onečišćena organskim tvarima i da je posrijedi svježe onečišćenje (Krsnik, Pavičić, 1998).

Količina amonijaka u vodi ne smije prelaziti 0,1 N mg/l. Albuminski amonijak gotovo uvijek nalazimo u površinskim vodama, dok ga u dubinskim vodama nema. Nastaje kao proizvod nepotpune razgradnje bjelančevina, osobito životinjskog, a u manjoj mjeri biljnog podrijetla. Amonijak (NH_3, NH_4^+) je izrazito otrovan za ribe (IP^8).

2.4.4. Kloridi

Otopljeni kloridi uglavnom čine najveći udio otopljenih aniona u vodi. Uglavnom je njihova koncentracija u izvorištima stalna i svaka značajna promjena može ukazati na sekundarno zagađenje izvorišta fekalijama i/ili otpadnim vodama. Kloridi mogu potjecati iz otpadnih voda, tvornica, kuhinja, a posebice iz životinjskih i ljudskih fekalija i urina. Nalaz veće koncentracije klorida toga podrijetla ocjenjuje se negativno jer upućuje na mogućnost da bi tom vodom mogla biti kontaminirana pitka voda. Kada se ustanove povećane koncentracije klorida, obavezno treba odrediti podrijetlo tih spojeva (Asaj, 1974).

Većina voda za piće sadrži do 30 mg/dm3 klorida i ne smije imati više od 250 mg/dm3 klorida, jer u tom slučaju ima slan okus (Generalić i Krka, 2012).

3. MATERIJAL I METODE

3.1. Analize pitke vode iz zdenaca u Bjelovarsko bilogorskoj županiji

Zdenci na sabiralištima mlijeka, u kojima su napravljene analize, u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji se koriste za ljudsku konzumaciju, napajanje stoke te za kućanske namjene u domaćinstvu. Između ostalog se koriste i za pranje laktofriza, suđa i pribora koji se koriste kod sakupljanja mlijeka (Jaki, Majnarić, Lukačić 2010).

Kvalitetu bunarske vode ugrožavaju brojne septičke jame, većinom zidane od opeke, koje su u nekim slučajevima bile smještene i na nekoliko metara od zdenaca te neodgovarajuća odvodnja iz vlastitih i obližnjih objekata npr. staja (Pichler, 2006).

Slična istraživanja provedena su na uzorcima voda uzetih iz privatnih zdenaca s područja grada Zagreba. Od 34 uzoraka uzeta iz privatnih zdenaca 21 uzorak je bio zdravstveno neispravan 61,8% (Senta i Marjanović–Rajčić, 2007).

Kontrolom zdravstvene ispravnosti vode za piće u petogodišnjem razdoblju od 2004. do 2008. u Međimurskoj županiji, 83% uzoraka vode iz individualnih vodoopskrbnih objekata (bunara i sl.) bilo je zdravstveno neispravno, od toga 32,5% odnosi se na mikrobiološko onečišćenje (Smilović i sur., 2010).

Istraživanje provedeno na križevačkom području 2010. godine na 72 pretražena uzorka voda mikrobiološki je ispravno 26, odnosno 36,1% uzoraka. Uzorci koji su mikrobiološki ispravni, podrijetlom su iz lokalnih, mjesnih vodovoda. Uzorci koji mikrobiološki nisu ispravni podrijetlom su iz vlastitih bunara (Jaki, Majnarić, Lukačić 2010).

Radi veće izloženosti individualnih vodoopskrbnih objekata utjecaju oborinskih voda i njihovom doprinosu ispiranja organskih onečišćenja, uzeti su i podaci Državnog hidrometeorološkog zavoda (DHZ-a) za oborinske prilike u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji. Kakvoća bunarske vode je promjenjiva jer može sadržavati onečišćenja poslije oborina, kada se površinske vode ulijevaju u bunare (Asaj, 2003).

Padaline i zagađena atmosfera relativno manje djeluju na kvalitetu podzemne vode. Više su poznata ugrožavanja rezervi pitke podzemne vode propuštanjem kanalizacije, kao što se dogodilo u Zagrebu,zbog čega su zatvoreni neki bunari, te ugrožavanja pitke vode nekontroliranim odlaganjem tekućih, muljevitih i krutih (topljivih) otpadaka (Matas i sur., 1992).

3.2. Uzorkovanje pitke vode na sabiralištima mlijeka

Ovisno o vrsti analiza koje treba obaviti, uzorci vode se uzimaju na različite načine i u različitoj količini. Uzorak vode za mikrobiološko ispitivanje treba biti uzet u sterilnu bocu (spremnik), koja se ne smije napuniti do ruba već tako da nakon stavljanja čepa ostane prostor ispunjen zrakom. To pomaže miješanju prije ispitivanja i izbjegavanju slučajnog onečišćenja. Nakon uzorkovanja uzorak je potrebno dostaviti u laboratorij i ispitati što je moguće prije, po mogućnosti unutar 6 sati, i pri transportu omogućiti uvjete od 4 +/- 2^{o}C (priručni hladnjak).

Uzorak vode za kemijsku analizu uzima se u kemijski čistu bocu opranu krom-sumpornom kiselinom, zatim je dobro isprati i isplahnuti destiliranom vodom. Količina vode mora biti dostatna da se izvrši potrebna analiza, to su plastične boce volumena 0,50 l ili 1 l.

Kada se uzorak vode uzima s bunara potrebno je kantom izvaditi vodu iz bunara i direktno iz kante napuniti bocu. Kod uzorkovanja treba navesti lokaciju kao i potencijalni izvor onečišćenja. Uzorci vode od mjesta uzorkovanja do obrade u laboratoriju prenose se u hladnjaku radi zaštite od promjene temperature ili djelovanja svjetlosti. Vrijeme između uzorkovanja i analize bi trebalo biti što kraće. U iznimnim slučajevima uzorci mogu biti analizirani najduže 24 sata. U međuvremenu moraju biti pohranjeni na temperaturi od 4°C ± 3°C. uzorci koji se ne mogu odmah analizirati čuvaju se u hladnjaku i tamnom mjestu radi mogućeg zagađenja ili promjene sadržaja. Prije ispitivanja uzorak se mora dobro promiješati snažnim protresanjem radi postizanja homogenosti uzoraka.

3.3. Mikrobiološke analize voda u laboratoriju

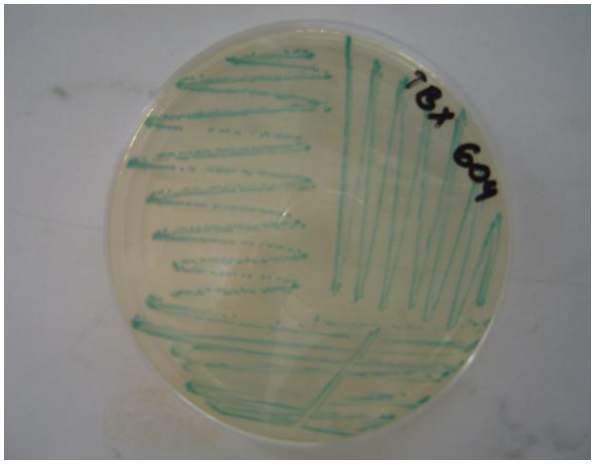
U laboratoriju treba slijediti upute i pravila laboratorijske prakse koje prakticira stručno osposobljeno osoblje Laboratorija. Analize treba započeti u što kraćem vremenu nakon uzorkovanja, ukoliko je uzorak držan na temperaturi okoline (na tamnom, ne više od 25°C) unutar 6h ili unutar 24h ako je držan na 5± 3 °C. Pribor i laboratorijsko posuđe koje se koristi kod mikrobioloških analiza uzoraka voda su: sustav za membransku filtraciju, membranski filtri veličina pora 0,45 μm, sterilni, termostat za temperaturu 36± 2°C, termostat za temperaturu 44± 0,5°C, pinceta te plamenik za dezinfekciju.

U svrhu dokazivanja i određivanja broja ukupnih koliformnih bakterija i bakterije *Escherichia coli* u vodi korištena je metoda membranske filtracije prema standardnom postupku HRN EN ISO 9308 – 1: 2000. / Ispr. 1: 2008. dok je za dokazivanje i određivanje broja fekalnih streptokoka korišten postupak prema HRN EN ISO 7899-2:2000. Za određivanje broja kolonija nacjepljivanjem na hranjivi agar korištena je metoda HRN EN ISO 6222:2000.

Postupak pretraživanja uzoraka proveden je sukladno zahtjevima navedenih standarda pri čemu je postupkom membranske filtracije filtrirano po 100 ml uzorka vode kroz membranu veličine pora 0,45 μm te inkubirano na čvrstim selektivnim agarima, TTC agar za ukupne koliforme, TTC i TBX agar za *Escherichiu coli* te Slanetz i Bartley agar za fekalni streptokok. Za potvrđivanje i indentifikaciju poraslih mikroorganizama korištene su morfološke osobine i biokemijska svojstva. Koliformne bakterije potvrđene su produkcijom indola iz triptofana te negativnom oksidazom. Bakterijska vrsta *Escherichia coli* raste kao plavo-zelena kolonija na TBX agaru (Slika 1), indol je pozitivna i oksidaza negativna. Fekalni streptokoki hidroliziraju eskulin iz žučno eskulin azid agara, a krajnji proizvod, 6,7 – dihidroksikumarin s ionima željeza, daje tamno žutosmeđe do crno obojenje medija oko kolonije streptokoka (Slika 2).

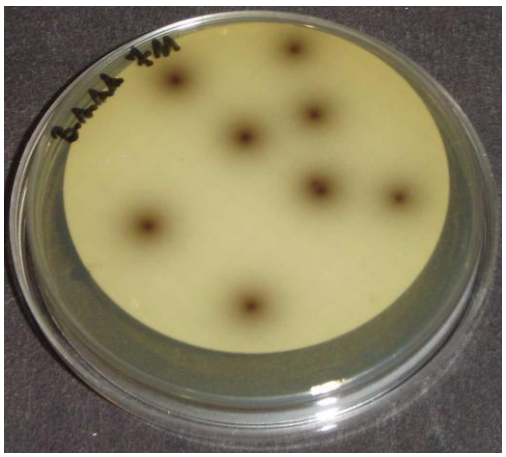
Detekciju i broj spora *Clostridium perfrigens* nakon membranske filtracije i inkubiranja na 44 ºC tijekom 24 sata određene su na m-CP agaru (*Clostridium perfrigens* agar base, prema uputi u NN 47/2008.). Kolonije su mutno žute, a postaju ružičaste ili crvene kada ih se izloži parama amonijevog hidroksida kroz 20-30 s. Za određivanje broja kolonija mikroorganizama u 1 ml uzorka vode korištene su Yeast extract agar metodom nalijevanja te inkubacijom ploče na dvije temperature, 22 ºC kroz 68 sati inkubacije te 37 ºC kroz 44 sata.

Slika 1: *Kolonije E. Coli na Chromocult TBX agaru*



Izvor: *Veterinarski zavod Križevci, 2014.*

Slika 2: *Kolonije fekalnih streptokoka na bile-aesculin-azide agaru (BAA)*



Izvor: *Veterinarski zavod Križevci, 2014.*

3.3.1. Pravilnik i sukladnost u mikrobiološkoj analizi vode

Da bi se voda djelatno štitila od onečišćenja, potrebno je upravljati kvalitetom voda, odnosno potrebno je nadzirati onečišćenje voda i učiniti brojne druge aktivnosti u istraživanju, planiranju i otklanjanju uzročnika onečišćenja voda (Črnjar, 2002).

Zakonom se uređuje pravni status voda i vodnog dobra, način i uvjeti upravljanja vodama – korištenje vode, uređenje vodotokova i drugih voda i zaštita od štetnog djelovanja voda (Vidaček, 1998). Kvaliteta vode ocjenjena je prema Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (NN 47/2008.) (IP[9]).

Svi uzorci pitke vode na mikrobiološke pretrage moraju biti sukladni Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (NN 47/2008.) (IP[9]) i Direktivi vijeća 98/83/EZ o kvaliteti vode namijenjene za ljudsku potrošnju od 3. studenoga 1998.) (Internet portal[17]).

Voda je zdravstveno ispravna kada su ustanovljene vrijednosti ispitivanih svojstava ispod maksimalno dopuštene količine (MDK). Laboratorijski nalazi ocjenjuju se usporedbom s graničnim vrijednostima. Granične vrijednosti za RH propisane su u Pravilniku te ako koncentracija bilo koje od mjerenih tvari prelazi dopuštenu granicu, analizirana voda se ocjenjuje kao zdravstveno neispravna.

Tablica 3: *Maksimalne dopuštene vrijednosti osnovne mikrobiološke „A“ analize pitkih voda*

Parametar pretraživanja	Mjerna jedinica	MDK
Escherichia coli/100 ml	cfu/100 ml	0
Ukupni koliformi	cfu/100 ml	0
Fekalni streptokoki	cfu/100 ml	0
Clostridium perfri-gens/100 ml	cfu/100 ml	0
Broj kolonija na 22 ºC / 68h	cfu/1 ml	100
Broj kolonija na 37 ºC/ 44 h	cfu/1 ml	20

Izvor: *Arhiva Veterinarskog zavoda Križevci 2011.*

3.4. Kemijske analize voda u laboratoriju

Analizirano je sveukupno 113 uzoraka voda kroz razdoblje od tri godine, uzorkovanih na sabiralištima mlijeka od strane stručnog osoblja, što je garantiralo reprezentativni uzorak. Vodeći se pravilima dobre laboratorijske prakse (DLP) uzorci su odmah uzeti u postupak.

Pri dezinfekciji vode klorom mora se osigurati potpuna dezinfekcija uz odgovarajuću količinu klora i uz dovoljno vrijeme dodira. U vodi mora ostati višak neutrošenog klora (rezidualnog klora). Ukupni klor u višku obično iznosi 0,4 do 1,0 mg/l od čega mora biti najmanje 50% u obliku slobodnog klora u višku (Asaj, 2003).

Slobodni klor se mjeri aparatom za “mjerenje klora”. Prije mjerenja instrument se mora provjeriti. Količinu klora određujemo usporedbom nastale ružičaste boje (u prisutnosti klora) s priloženim standardom. Dozvoljena koncentracija klora u vodi za piće je do 0,50 mg/L.

Otopljeni anioni (kloridi, nitrati, nitriti) određivani su metodom ionsko-tekućinske kromatografije prema normi: HRN EN ISO 10304 – 1 :2009. Metoda je postavljena na instrumentu za ionsku kromatografiju, a detekcija je rađena uz konduktometrijski detektor sa supresijom. Kao eluent korištena je otopina 1,7 mmol/l Na2CO3 i 1,8 mmol/l NaHCO, uz dodatak 5% acetona. Korištena je kolona Metrosep A Supp 4-250. Protok je 1 ml/min. Za pripremu eluenta korištena je demineralizirana voda koja mora imati vodljivost < 0,1 µS/cm. Uzorak je filtriran kroz membranski Ø 45 µm, uvlačen u plastičnu brizgalicu te potom injektiran.

Otopljeni kationi (natrij, amonijak, kalij, kalcij, magnezij) u vodi određivani su metodom ionsko-tekućinske kromatografije prema normi HRN EN ISO 14911 :2009. Detekcija određivanih kationa rađena je uz konduktometrijski detektor bez supresije. Kao

eluent korištena je otopina 1,7 mmol/l HNO4 i 1,25 mmol/l dipikolinske kiseline uz protok od 0,9 ml/min. Za pripremu eluenta korištena je demineralizirana voda koja mora imati vodljivost < 0,1 μS/cm. Korištena je kolona METROSEP C4 150/4.0. Uzorak je filtriran kroz membranski Ǿ 45 μm, uvlačen u plastičnu brizgalicu te potom injektiran.

3.4.1. Pravilnik i sukladnost u kemijskoj analizi vode

Svi uzorci pitke vode na mikrobiološke pretrage moraju biti sukladni Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (NN 47/2008.) i Direktivi vijeća 98/83/EZ o kvaliteti vode namjenjene za ljudsku potrošnju od 3. studenoga 1998.). Voda je zdravstveno ispravna kada su ustanovljene vrijednosti ispitivanih svojstava ispod maksimalno dopuštene količine (MDK). Laboratorijski nalazi ocjenjuju se usporedbom s graničnim vrijednostima. Granične vrijednosti za RH propisane su u Pravilniku, te ako koncentracija bilo koje od mjerenih tvari prelazi dopuštenu granicu, analizirana voda se ocjenjuje kao zdravstveno neispravna.

Tablica 4: *Maksimalne dopuštene vrijednosti kemijske analize pitkih voda*

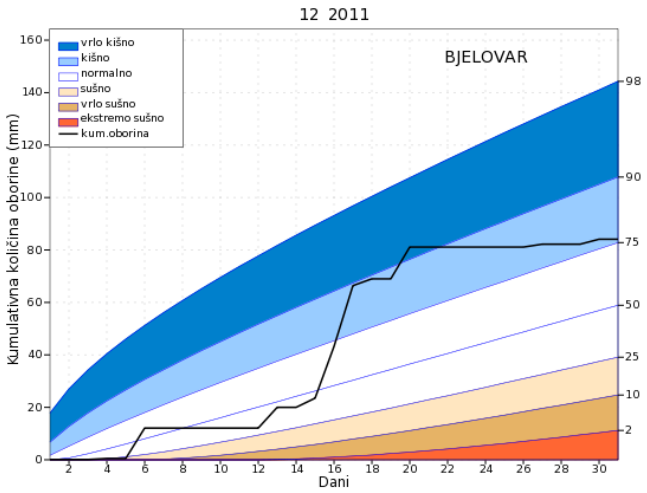
Parametar pretraživanja	Mjerna jedinica	MDK
Rezidualni klor	mg/L	0,5
Kloridi	Cl mg/l	250
Amonijak	NH4 mg/l	0,5
Nitriti	NO2 mg/l	0,5
Nitrati	NO3 mg/l	50

Izvor: *Arhiva Veterinarskog zavoda Križevci 2011.*

3.5. Raspored oborina u ispitivanim mjesecima u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji

Poznato je da količina oborina utječe na kvalitetu bunarske ili izvorske vode te su u rad korišteni podatci Državnog hidrometeorološkog zavoda o količini dnevnih oborina na području Bjelovarsko-bilogorske županije. Vrijednosti mjesečne količine oborina na području Bjelovarsko-bilogorske županije su prikazane na slikama 3, 4, 5 i 6.

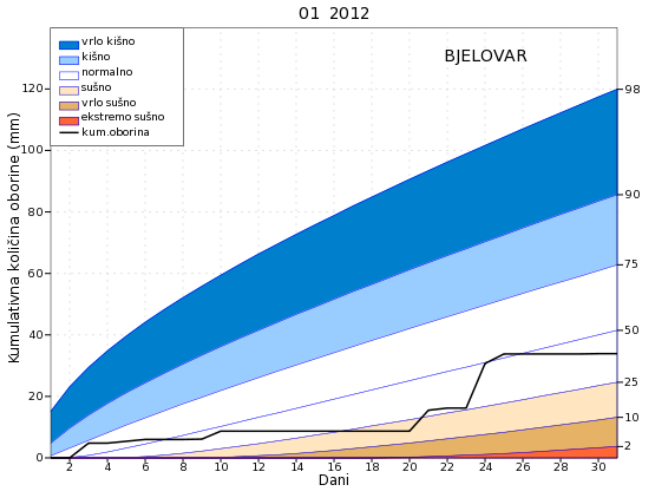
Slika 3: *Kišni i sušni uvjeti u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji u prosincu 2011.*



Izvor: *IP*[12].

Vrijednost akumulirane količine oborine za pojedini dan u mjesecu prosincu 2011. je veća od 25. percentila (prvi i drugi kvartil) upućuje na normalno razdoblje za taj dio mjeseca, a vrijednost veća od 75. percentila (treći i četvrti kvartil) ukazuju na kišne prilike.

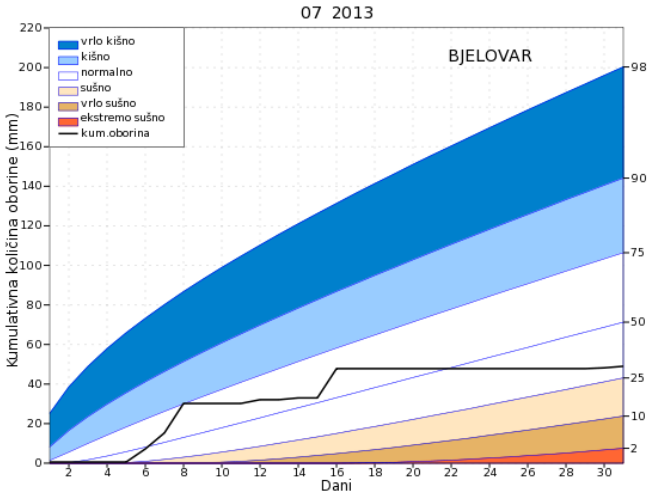
Slika 4: *Kišni i sušni uvjeti u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji u siječnju 2012.*



Izvor*: IP*[13].

Vrijednost akumulirane količine oborine u mjesecu siječnju 2012. u prvom i drugom kvartilu je veća od 25. percentila što upućuje na normalno razdoblje za taj dio mjeseca, dok je za treći kvartil manja od 25. percentila što upućuje na sušno razdoblje za taj dio mjeseca. Vrijednost veća od 25. percentila u četvrtom kvartilu ukazuje na normalno razdoblje u mjesecu.

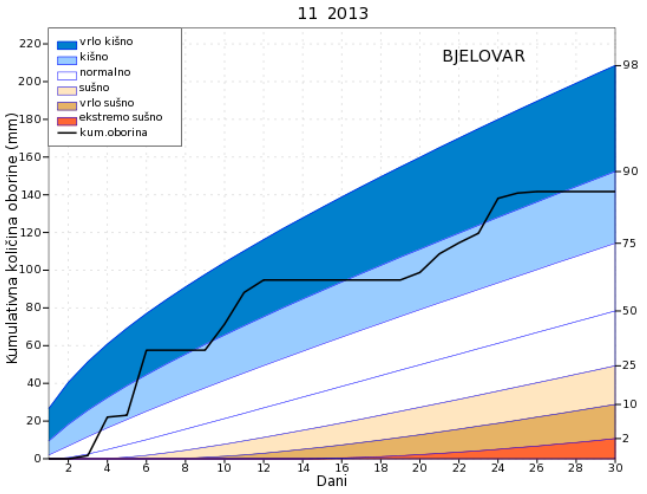
Slika 5: *Kišni i sušni uvjeti u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji za srpanj 2013.*



Izvor: *IP*[14].

Vrijednost akumulirane količine oborine za pojedini dan u mjesecu srpnju 2013. je veća od 25. percentila (sva četiri kvartila) upućuje na normalno razdoblje za taj mjesec.

Slika 6: *Kišni i sušni uvjeti u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji za studeni 2013.*



Izvor: *IP*[15].

Vrijednost akumulirane količine oborine u mjesecu studenom 2013. u prvom i trećem kvartilu je veća od 75. percentila što upućuje na kišno razdoblje za taj dio mjeseca, dok je za drugi i četvrti kvartil veća od 90. percentila što upućuje na vrlo kišno razdoblje za taj dio mjeseca.

4. REZULTATI I RASPRAVA

4.1. Mikrobiološke analize pitkih voda u razdoblju od 2011. do 2013. godine

Analize pitkih bunarskih voda su provedena u razdoblju od 2011. do 2013. godine. U 2011. analiziran je 31 uzorak vode koji je uzorkovan u jesen 08.12.2011. godine. U 2012. godini analizirano je 14 uzoraka uzorkovano u zimi 19.01.2012. godine. U 2013. godini uzorci su analizirani iz dva perioda. Prvi period je bio 12.07.2013 sa 32 uzorka, a drugi period analiza pitkih voda je bio 26.11.2013. i imao je 24 uzorka. Uzorci su sakupljeni u sterilne boce i transportirani u hladnim kutijama do laboratorija unutar 6 sati od uzorkovanja. Neposredno nakon dolaska u laboratorij, uzorci su podvrgnuti mikrobiološkoj pretrazi.

Rezultati mikrobiološkog pretraživanja 31 uzorka vode uzorkovanih 08.12.2011. godine s područja Bjelovarsko-bilogorske županije prikazani su u tablici 5. kao udio mikrobiološki neispravnih uzoraka unutar broja pretraženih, obzirom na MDK vrijednosti propisane u Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (NN 47/08),važeći u tom razdoblju, a rezultati uzoraka koji ne odgovaraju propisanim MDK vrijednostima prema Pravilniku u odnosu na pojedini parametar pretraživanja prikazani su u tablici 6.

Tablica 5: *Udio mikrobiološki neispravnih uzoraka unutar broja pretraženih obzirom na MDK vrijednosti*

Broj pretraženih uzoraka	Broj neispravnih uzoraka	Izraženo u postocima (%)
31	16	51,6

Izvor: *Veterinarski zavod Križevci, 2011.*

Tablica 6: *Rezultati uzoraka koji ne odgovaraju propisanim MDK vrijednostima*

Parametar pretraživanja	Broj neispravnih uzoraka	%
Ukupni koliformi	12	38,7
Escherichia coli	9	29,1
Enterokoki	13	41,9
Broj mikroorganizama na 22ºC	13	41,9
Broj mikroorganizama na 37ºC	15	48,4
Clostridium perfrigens	0	0

Izvor: *Veterinarski zavod Križevci, 2011.*

Od ukupno 31 uzorka mikrobiološki je ispravno 15, odnosno 48,4% uzoraka. U 12 uzoraka vode dokazano je postojanje ukupnih koliformnih bakterija, odnosno 38,7%, a *Escherichia coli* pozitivna je u 9, odnosno 29,1% uzoraka. Enterokoki su dokazani u 13, odnosno 41,9% uzoraka, a bakterija *Clostridium perfrigens* nije dokazana.

Aerobne bakterije uzgajane na temperaturi inkubacije 22 ºC nađene su iznad maksimalno dopuštene vrijednosti u 13, odnosno 41,9% uzoraka, a na 37 ºC u 15, odnosno 48,4% uzoraka.

Rezultati mikrobiološkog pretraživanja 14 uzorka vode uzorkovanih 19.01.2012. godine s područja Bjelovarsko-bilogorske županije prikazani su u tablici 7. kao udio mikrobiološki neispravnih uzoraka unutar broja pretraženih, obzirom na MDK vrijednosti propisane u Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (NN 47/08), a rezultati uzoraka koji ne odgovaraju propisanim MDK vrijednostima prema Pravilniku u odnosu na pojedini parametar pretraživanja prikazani su u tablici 8.

Tablica 7: *Udio mikrobiološki neispravnih uzoraka unutar broja pretraženih obzirom na MDK vrijednosti*

Broj pretraženih uzoraka	Broj neispravnih uzoraka	Izraženo u postocima (%)
14	11	78,6

Izvor: *Veterinarski zavod Križevci, 2012.*

Tablica 8: *Rezultati uzoraka koji ne odgovaraju propisanim MDK vrijednostima*

Parametar pretraživanja	Broj neispravnih uzoraka	%
Ukupni koliformi	2	14,3
Escherichia coli	0	0
Fekalni streptokoki	5	35,7
Broj mikroorganizama na 22ºC	8	57,1
Broj mikroorganizama na 37ºC	10	71,4
Clostridium perfrigens	0	0

Izvor: *Veterinarski zavod Križevci, 2012.*

Od ukupno 14 uzoraka mikrobiološki je ispravno 3, odnosno 21,4% uzorka. U 2 uzorka voda dokazana je prisutnost ukupnih koliformnih bakterija, odnosno 14,3%, a *Escherichia coli* nije dokazana u niti jednom uzorku. Fekalni streptokoki su dokazani u 5, odnosno 35,7% uzoraka, a također u niti jednom uzorku nije dokazana bakterija *Clostridium perfrigens*

Aerobne bakterije uzgajane na temperaturi inkubacije 22 ºC nađene su iznad maksimalno dopuštene vrijednosti u 8, odnosno 57,1% uzoraka, a na 37 ºC u 10, odnosno 71,4% uzoraka.

Rezultati mikrobiološkog pretraživanja prve grupe uzoraka vode uzorkovanih 12.07.2013. godine s područja Bjelovarsko-bilogorske županije prikazani su u tablici 9. kao udio mikrobiološki neispravnih uzoraka unutar broja pretraženih, obzirom na MDK vrijednosti propisane u Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (NN 47/08 u prilogu I, III) (Internet portal[11]), i Direktivi vijeća 98/83/EZ o kvaliteti vode namijenjene za ljudsku potrošnju od 3. studenoga 1998.), a rezultati uzoraka koji ne odgovaraju propisanim

MDK vrijednostima prema Pravilniku u odnosu na pojedini parametar pretraživanja prikazani su u tablici 10.

Tablica 9: *Udio mikrobiološki neispravnih uzoraka unutar broja pretraženih obzirom na MDK vrijednosti*

Broj pretraženih uzoraka	Broj neispravnih uzoraka	Izraženo u postocima (%)
32	23	71,9

Izvor: *Veterinarski zavod Križevci, 2013.*

Tablica 10: *Rezultati uzoraka koji ne odgovaraju propisanim MDK vrijednostima*

Parametar pretraživanja	Broj neispravnih uzoraka	%
Ukupni koliformi	10	31,2
Escherichia coli	7	21,9
Fekalni streptokoki	23	71,9
Broj mikroorganizama na 22ºC	21	65,6
Broj mikroorganizama na 37ºC	23	71,9
Clostridium perfrigens	0	0

Izvor: *Veterinarski zavod Križevci, 2013.*

Od ukupno 32 uzorka mikrobiološki je ispravno 9, odnosno 28,1% uzorka. U 10 uzoraka voda dokazana je prisutnost ukupnih koliformnih bakterija, odnosno 31,2%, a *Escherichia coli* pozitivna je u 7, odnosno 21,9% uzoraka. Fekalni streptokoki su dokazani u 23, odnosno 71,9% uzoraka, dok bakterija *Clostridium perfrigens* nije dokazana.

Aerobne bakterije uzgajane na temperaturi inkubacije 22 ºC nađene su iznad maksimalno dopuštene vrijednosti u 21, odnosno 65,6% uzoraka, a na 37 ºC u 23, odnosno 71,9% uzoraka.

Rezultati mikrobiološkog pretraživanja druge grupe uzoraka vode uzorkovanih 26.11.2013. godine s područja Bjelovarsko-bilogorske županije prikazani su u tablici 11. kao udio mikrobiološki neispravnih uzoraka unutar broja pretraženih, obzirom na MDK vrijednosti propisane u Pravilniku o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013), njegovoj izmjeni (NN 141/2013) (IP[10]), i Direktivi vijeća 98/83/EZ o kvaliteti vode namijenjene za ljudsku potrošnju od 3. studenoga 1998.), a rezultati uzoraka koji ne odgovaraju propisanim MDK vrijednostima prema Pravilniku u odnosu na pojedini parametar pretraživanja prikazani su u tablici 12.

Tablica 11: *Udio mikrobiološki neispravnih uzoraka unutar broja pretraženih obzirom na MDK vrijednosti*

Broj pretraženih uzoraka	Broj neispravnih uzoraka	Izraženo u postocima (%)
24	0	0

Izvor: *Veterinarski zavod Križevci,2013.*

Tablica 12: *Rezultati uzoraka koji ne odgovaraju propisanim MDK vrijednostima*

Parametar pretraživanja	Broj neispravnih uzoraka	%
Ukupni koliformi	0	0
Escherichia coli	0	0
Fekalni streptokoki	0	0
Broj mikroorganizama na 22ºC	0	0
Broj mikroorganizama na 37ºC	0	0
Clostridium perfrigens	0	0

Izvor: *Veterinarski zavod Križevci, 2013.*

U drugoj grupi uzoraka uzetih 26.11.2013. godine od ukupno 24 uzorka mikrobiološki je ispravno 24, odnosno 100% uzoraka.

Prisutnost ukupnih koliformnih bakterija u pretraživanim uzorcima dokazuje veliku vjerojatnost prisutnosti patogenih bakterija u vodi. Onečišćenje vode sa bakterijskom vrstom *Escherichia coli* i fekalni streptokok najčešće je dokaz fekalne kontaminacije koja je dokazana u pojedinim uzorcima. *Clostridium perfrigens* može neodređeno dugo preživjeti jer u nepovoljnim uvjetima tvori spore. Prisutnost *Clostridium perfrigens*, stoga, indicira svaku kontaminaciju s fecesom ili otpadnom vodom i u dužem razdoblju što je u ovom slučaju nedokazana jer niti jedan uzorak u periodu od tri godine nije bio pozitivan na njenu prisutnost.

Do onečišćenja vode dolazi najčešće prodorom organske tvari iz septičkih jama, nepravilno građenih ili dotrajalih kanalizacijskih sustava, stočarskih staja i farmi s nepravilnim odlaganjem stajskog gnoja. Propusnost kanalizacijske mreže velika je opasnost za stanovništvo koje se koristi vodom iz individualnih vodoopskrbnih objekata jer se tlo natapa tvarima koje izlaze iz kanalizacijske mreže, a među njima se mogu naći i patogeni mikroorganizmi.

4.2. Kemijske analize pitkih voda u razdoblju od 2011. do 2013. godine

Rezultati kemijskog pretraživanja 31 uzorka vode uzorkovanih 08.12.2011. godine s područja Bjelovarsko-bilogorske županije prikazani su u tablici 13. kao udio kemijski neispravnih uzoraka unutar broja pretraženih, obzirom na MDK vrijednosti propisane u Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (NN 47/08), a rezultati uzoraka koji ne odgovaraju propisanim MDK vrijednostima prema Pravilniku u odnosu na pojedini parametar pretraživanja prikazani su u tablici 14.

Tablica 13: *Udio kemijski neispravnih uzoraka unutar broja pretraženih obzirom na MDK vrijednosti*

Broj pretraženih uzoraka	Broj neispravnih uzoraka	Izraženo u postocima (%)
31	17	54,8

Izvor: *Veterinarski zavod Križevci, 2011.*

Tablica 14: *Rezultati uzoraka koji ne odgovaraju propisanim MDK vrijednostima*

Parametar pretraživanja	Broj neispravnih uzoraka	%
Slobodni klor	0	0
Nitriti	2	6,4
Nitrati	17	54,8
Amonijak	0	0
Kloridi	0	0

Izvor: *Veterinarski zavod Križevci, 2011.*

Od ukupno 31 uzorka kemijski je ispravno 14, odnosno 45,2% uzoraka. U 2 uzorka vode dokazano je postojanje nitrita, odnosno 6,4%, a nitrati su dokazani u 17, odnosno 54,8% uzoraka. Slobodni klor, amonijak i kloridi nisu prelazili dopuštene koncentracije.

Rezultati kemijskog pretraživanja 14 uzorka vode uzorkovanih 19.01.2012. godine s područja Bjelovarsko-bilogorske županije prikazani su u tablici 15. kao udio kemijski neispravnih uzoraka unutar broja pretraženih, obzirom na MDK vrijednosti propisane u Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (NN 47/08), a rezultati uzoraka koji ne odgovaraju propisanim MDK vrijednostima prema Pravilniku u odnosu na pojedini parametar pretraživanja prikazani su u tablici 16.

Tablica 15: *Udio kemijski neispravnih uzoraka unutar broja pretraženih obzirom na MDK vrijednosti*

Broj pretraženih uzoraka	Broj neispravnih uzoraka	Izraženo u postocima (%)
14	8	57,1

Izvor: *Veterinarski zavod Križevci, 2012.*

Tablica 16: *Rezultati uzoraka koji ne odgovaraju propisanim MDK vrijednostima*

Parametar pretraživanja	Broj neispravnih uzoraka	%
Slobodni klor	0	0
Nitriti	1	7,1
Nitrati	8	57,1
Amonijak	0	0
Kloridi	0	0

Izvor: *Veterinarski zavod Križevci, 2012.*

Od ukupno 14 uzoraka kemijski je ispravno 6, odnosno 42,9% uzorka. U jednom uzorku voda dokazano je postojanje nitrita, odnosno 7,1%, a nitrati su dokazani u 8, odnosno 57,1% uzoraka. Slobodni klor, amonijak i kloridi nisu prelazili dopuštene koncentracije.

Rezultati kemijskog pretraživanja prve grupe uzoraka vode uzorkovanih 12.07.2013. godine s područja Bjelovarsko-bilogorske županije prikazani su u tablici 17. kao udio

kemijski neispravnih uzoraka unutar broja pretraženih, obzirom na MDK vrijednosti propisane u Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (NN 47/08 u prilogu I, III), i Direktivi vijeća 98/83/EZ o kvaliteti vode namijenjene za ljudsku potrošnju od 3. studenoga 1998.) (IP[17]).

Rezultati uzoraka koji ne odgovaraju propisanim MDK vrijednostima prema Pravilniku u odnosu na pojedini parametar pretraživanja prikazani su u tablici 18.

Tablica 17: *Udio kemijski neispravnih uzoraka unutar broja pretraženih obzirom na MDK vrijednosti*

Broj pretraženih uzoraka	Broj neispravnih uzoraka	Izraženo u postocima (%)
32	19	59,4

Izvor: *Veterinarski zavod Križevci, 2013.*

Tablica 18: *Rezultati uzoraka koji ne odgovaraju propisanim MDK vrijednostima*

Parametar pretraživanja	Broj neispravnih uzoraka	%
Slobodni klor	0	0
Nitriti	1	3,1
Nitrati	18	56,2
Amonijak	0	0
Kloridi	0	0

Izvor: *Veterinarski zavod Križevci, 2013.*

Od ukupno 32 uzorka kemijski je ispravno 13, odnosno 40,6% uzorka. U jednom uzorku voda dokazano je postojanje nitrita, odnosno 3,1%, a nitrati su dokazani u 18, odnosno 56,2% uzoraka. Slobodni klor, amonijak i kloridi nisu prelazili dopuštene koncentracije.

Rezultati kemijskog pretraživanja druge grupe uzoraka vode uzorkovanih 26.11.2013. godine s područja Bjelovarsko-bilogorske županije prikazani su u tablici 19. kao udio kemijski neispravnih uzoraka unutar broja pretraženih, obzirom na MDK vrijednosti propisane u Pravilniku o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013), njegovoj izmjeni (NN 141/2013) (Internet portal[10]), i Direktivi vijeća 98/83/EZ o kvaliteti vode namijenjene za ljudsku potrošnju od 3. studenoga 1998. (Internet portal[17]), a rezultati uzoraka koji ne odgovaraju propisanim MDK vrijednostima prema Pravilniku u odnosu na pojedini parametar pretraživanja prikazani su u tablici 20.

Tablica 19: *Udio kemijski neispravnih uzoraka unutar broja pretraženih obzirom na MDK vrijednosti*

Broj pretraženih uzoraka	Broj neispravnih uzoraka	Izraženo u postocima (%)
24	6	25

Izvor: *Veterinarski zavod Križevci,2013.*

Tablica 20: *Rezultati uzoraka koji ne odgovaraju propisanim MDK vrijednostima*

Parametar pretraživanja	Broj neispravnih uzoraka	%
Slobodni klor	0	0
Nitriti	1	4,2
Nitrati	0	0
Amonijak	6	25
Kloridi	0	0

Izvor: *Veterinarski zavod Križevci, 2013.*

Od ukupno 24 uzorka kemijski je ispravno 18, odnosno 75% uzorka. U jednom uzorku voda dokazano je postojanje nitrita, odnosno 4,2%, a amonijak je dokazan u 6, odnosno 25% uzoraka. Slobodni klor, nitrati i kloridi nisu prelazili dopuštene koncentracije.

Prisutnost rezidualnog klora u analiziranoj vodi je u izrazito malim koncentracijama. U analiziranim vodama koncentracije rezidualnog klora su manje od 0,05 mg/l. Koncentracija slobodnog rezidualnog klora u rasponu od 0,05 do 0,5 mg/l u vodi za piće garantira mikrobiološku ispravnost vode za piće i sprečava hidrične epidemije. Povećane koncentracije nitrata dokazane u uzorcima uglavnom su posljedica ispiranja viška hranjiva s poljoprivrednih površina. Nitriti koji su dokazani u vodi mogu biti dokaz svježeg fekalnog zagađenja. Amonijak koji je dokazan u pojedinim uzorcima je indikator moguće bakterijske aktivnosti, kanalizacijskog i životinjskog otpada. Kloridi predstavljaju onečišćenje u vodama iz domaćinstava i otpadnim vodama, jer su sastavni dio mokraće, ali nisu dokazani u ovom istraživanju.

4.3. Utjecaj meteoroloških prilika na mikrobiološko onečišćenje

Tablica 21: *Karakter razdoblja obzirom na oborine u vrijeme uzorkovanja i količina onečišćenja*

Datum uzorkovanja	Karakter razdoblja	Mikrobiološko onečišćenje u %	Kemijsko onečišćenje u %
08.12.2011.	Normalno razdoblje	51,6	54,8
19.01.2012.	Sušno razdoblje	78,6	57,1
12.07.2013.	Normalno razdoblje	71,9	59,4
26.11.2013.	Vrlo kišno razdob-lje	0	25

Izvor: *IP*[15]

Ponekad do velikih promjena u kvaliteti vode dolazi isključivo prirodnim putem ili indirektnim utjecajem čovjeka. Tlo sadrži mnoge hranjive tvari, a neke se od njih, poput nitrata, oslobađaju tijekom oranja travnjaka i poljoprivrednih površina, te se isprane jačim padalinama izlijevaju u obližnji vodotok. Ovo je uistinu isključivo prirodni utjecaj. Snijeg zadržava

veliku količinu kemijskih spojeva koji se u proljeće, s promjenom temperature, izliju u rijeke i potoke te polako pronalaze put do vodenih tokova (Đikić, 2005). U poljoprivrednim krajevima izvor najvećeg onečišćenja uopće nije upitan. Neprerađeni izmet životinja sakuplja se na farmama i rasprostire po tlu. Mnogi sastojci, isprani kišom, nepogrešivo nalaze put do izvora slatke vode.

Tijekom dana 08.12.2011. je bilo normalno kišno razdoblje sa srednjim mikrobiološkim onečišćenjem što dovodi do zaključka da je mogući i ljudski utjecaj kao i prirodni. Kiše mogu pridonijeti curenju tekućeg gnoja, koji je smješten u otvorenim lagunama, što može pokvariti zalihe vode, uključujući vodu za navodnjavanje, koje tada zagađuju usjeve koji dovode do potencijalne kontaminacije *Escherichiom coli* koje je bilo najviše u odnosu na sva ispitivana razdoblja.

Tijekom dana 19.01.2012. je bio sušni period bez kiše s većim mikrobiološkim onečišćenjem. S obzirom da u ovom periodu nije bilo padalina, mogućnost je zagađenja vode uzrokovanog ljudskim utjecajem. Također u ovom razdoblju vidljivo je veće kemijsko zagađenje. U kemijskom zagađenju najviše je bilo zagađenja nitratima. Istjecanje iz septičkih jama i neodgovarajuće izgrađeni kanalizacijski sustavi te primjena organskih gnojiva (gnojnice, gnojovke i krutog stajskog gnojiva) doprinose onečišćenju nitratima kao i problemima povezanim s tim onečišćenjem (Wakida i Lerner, 2005).

Tijekom dana 12.07.2013. pod utjecajima visokih temperatura i kiša povećan je rast mikroorganizama i vidljivo je povećano kemijsko zagađenje vode. Uočeno je da se najčešće bolesti vezane za vodu javljaju ljeti i za kišnih perioda (Wijik van i sur., 2005).

Hidrološke prilike izravno utječu na geokemijske karakteristike vode. Kod kemijskog zagađenja najveće je zagađenje nitratima. Oborine utječu na brzinu procjeđivanja nitrata i procese razgradnje gnojiva, te se s povećanjem oborina povećava i koncentracija dušika u podzemnim vodama (Rozemeijer i sur., 2009).

Tijkom dana 26.11.2013. godine voda nije bila mikrobiološki onečišćena, a bilo je vrlo kišno razdoblje. Vjerojatnost je da je provedena dezinfekcija bunarskih voda. Što je više kiše, više vode dolazi u podzemlje i karakteristični ioni (sulfati i kloridi) se razrjeđuju, dok za vrijeme suše dolazi do povećanja njihove koncentracije (Vranješ, 2011).

U kemijskoj analizi jedino je amonijak bio izvan dopuštenih koncentracija. Sličan primjer imamo u studiji rađenoj 2007. godine u Sisačko-moslavačkoj županiji gdje je voda iz lokalnog vodovoda u Jasenovcu sadržavala amonijak koji nije bio fekalnog, nego geološkog

podrijetla. Provedena ispitivanja su pokazivala da je voda s tog područja bila mikrobiološki ispravna, iako je sadržavala povišene koncentracije amonijaka u odnosu na granične vrijednosti propisane važećim Pravilnikom o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće. Osim amonijaka analizama su potvrđene i povišene koncentracije željeza i mangana prirodnog podrijetla (Kodrić-Šmit, Pajtlar-Gaćeša, 2007). Ovaj problem posebno dolazi do izražaja u vrijeme elementarnih nepogoda, poplava, kad općenito nivo voda poraste kao što je i bio slučaj u ovom danu vrlo kišnog razdoblja.

5. ZAKLJUČAK

1. U radu su prikazani rezultati istraživanja mikrobiološke kakvoće vode uzorkovane na sabiralištima mlijeka područja Bjelovarsko-bilogorske županije. Analiziran je 101 uzorak voda u razdoblju od 2011 do 2013.
2. *Escherichia coli* je normalni stanovnik probavnog trakta ljudi i životinja i indikator je nedavne fekalne kontaminacije. Prisustvo ovih mikroorganizama u vodi za piće pokazatelj je nedovoljne dezinfekcije vode.
3. Ukupni koliformi su indikatori učinkovitosti tretmana vode te odraz čistoće distribucijskog sustava i potencijalnog prisustva biofilma.
4. Fekalni streptokoki su indikatori ljudskog ili životinjskog fekalnog zagađenja, ali i onečišćenja zemljom. Bolje se odupiru dezinfekciji od *Escherichie coli* pa mogu duže preživjeti u vodo-distribucijskom sustavu. Ukupni broj kolonija na 37° C i 22° C su dobri indikatori integriteta i čistoće distribucijskog sustava, a povećavaju se prilikom pogoršanja čistoće, stagnacije vode ili stvaranja biofilma.
5. *Clostridium perfringens* je visokospecifični indikator fekalnog zagađenja, a također je i indeks mogućeg prisustva virusa i protozoa.
6. Rezultati mikrobiološke analize uzorka uzorkovanog prve godine mikrobiološki je neispravno 15 od ukupno 31 uzorka ili 48,4%. Od uzoraka uzorkovanih druge godine broj neispravnih je 11 od 14 uzoraka ili 78,6%. Kod uzoraka u ljeti treće godine, od 32 uzorka, broj neispravnih je 23 (71,9%). Od pretražena 24 uzorka u jesen treće godine nema neispravnih uzoraka.
7. Kemijsko ispitivanje kakvoće vode u ovom radu korišteno je radi dobivanja uvida u ukupnu kvalitetu pitke vode.
8. Nitriti su nađeni u svim ispitivanjima, nitrati u prva tri ispitivanja, a u zadnjem ih nije bilo. Amonijak je utvrđen samo u posljednjem ispitivanju. Nalaženje nitrita u vodi za piće upućuje na svježije zagađenje, najčešće nastalo razlaganjem bioloških tvari koje su dospjele u nezaštićena izvorišta ili bunare ili ako je došlo do prodora zagađenih industrijskih otpadnih voda. Sadržaj nitrata iznad dozvoljenih granica najčešće je znak zagađenja vode organskim tvarima koje mogu biti fekalnog podrijetla. Povećanje amonijaka možemo povezati s fekalnim zagađenjem.
9. Budući da je kemijsko uzorkovanje uzoraka voda izvršeno samo jednom u prve dvije godine, dok je posljednje uzorkovanje izvršeno dva puta u jednoj godini, na temelju dobivenih rezultata ne može se utvrditi, da li je sadržaj nitrata u vodi geološkog podrijetla (upućuje na veću

starost vode) ili je riječ o sekundarnom zagađenju bunara (ispiranje tla nakon gnojidbe umjetnim gnojivima). Da bi se ustvrdilo o kakvom je onečišćenju riječ potrebno bi bilo analizirati uzorke vode kroz duža vremenska razdoblja, kroz sva četiri godišnja doba.

10. Iz rezultata je vidljivo kako mikrobiološka kvaliteta vode varira ovisno o razdoblju godine, kišnom razdoblju i lokalitetu, odnosno blizini naselja. Kako rezultati mikrobioloških ispitivanja pokazuju stanje vode samo u trenutku kad je uzorak uzet, prava slika o zdravstvenoj ispravnosti bunarske vode i njezinim promjenama može se odrediti samo češćim analizama i odgovarajućim nadzorom.
11. Pri donošenju zajedničkog zaključka o kakvoći vode nekog područja najpravilniji izbor bila bi podjela s obzirom na podrijetlo vode, s tim da se svaku vodu obradi uzimajući u obzir sve osobitosti lokaliteta (geološko, hidrološko, ekološko, kvalitativno i kvantitativno). Ipak, ovdje je napravljen prikaz kakvoće vode samo na teritorijalnom (administrativnom) principu.
12. Javna vodoopskrba je sigurniji način korištenja vode jer se redovito kontroliraju osnovna mikrobiološka, kemijska i senzorna svojstva vode pa je preporučeno rješenje, priključenje domaćinstava koje imaju individualne objekte na javni vodoopskrbni sustav. Potrebno je potaknuti izgradnju magistralnih i distributivnih cjevovoda regionalnog vodoopskrbnog sustava Bjelovarsko-bilogorske županije čiji bi cilj bio da pitka voda bude dostupna svakom stanovniku Županije, kao i za potrebe gospodarstva. Ako iz ekonomskih razloga nije moguće priključiti stanovnike na vodovod, tada im se može pomoći i drugim mjerama. Neke od mjera su informiranje i educiranje stanovništva te kako popraviti kakvoću vode, njima prihvatljivim postupcima, npr. dezinfekcijom.

6. LITERATURA

1. Asaj, A., (1974): Zoohigijena u praksi. Školska knjiga Zagreb. Zagreb.
2. Asaj, A., (2003): Higijena na farmi i u okolišu. Medicinska naklada Zagreb.
3. Ball, P., (1999): H2O Biografija vode preveo Predrag Raos. Zagreb IZVORI 2004.
4. Bitton, G., (2005): *Wastewater Microbiology*. John Wiley&Sons, Inc. Hoboken, New Jersey.
5. Črnjar, M., (2002): Ekonomika i politika zaštite okoliša: ekologija, ekonomija, menađment, politika Tiskara i grafika Žagar – Rijeka.
6. Dadić, Ž., (2001): Priručnik o temeljnoj kakvoći vode u Hrvatskoj, Zepter International Zagreb.
7. Dadić Ž., (2001): Javna vodoopskrba u Hrvatskoj – opskrbljenost, razvitak i zdravstvena ispravnost. Predavanje u za članove društva inženjera PBF – ispostava Zadar.
8. Duraković, S.,(1996): Primjenjena mikrobiologija, Prehrambeno tehnološki inženjering, Durieux, d.o.o. Zagreb.
9. Duraković, S., Redžepović, S., Duraković, L., (2005): Bakteriologija u biotehnologiji. Knjiga druga – II. dio. Kugler Zagreb.
10. Đikić, D., Glavač, H., Glavač, V., Hršak, V., Jelavić, V., Njegač, D., Simončič, V., Springer, O., P., Tomašković, I., Vojvodić, V., (2001): Ekološki leksikon. Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja. Sveučilišna tiskara d. o. o., Zagreb.
11. Generalić, E., Krka, S., (2012): Analiza realnih uzoraka-Vježbe. Kemijsko- tehnološki fakultet u Splitu. Zavod za analitičku kemiju. Split.
12. Gleick P. H. (ed.), (1993): *Water in Crisis: A Guide to the World's Freshwater Resources*. Oxford University Press, New York.
13. Henze, M., Loosdrecht van, M., C., M., Ekama, G., A., Brđanović, D., (2008): Biological Wastewater Treatment. Principles, Modeling and Design. IWA Publishing, London.
14. Holt, J., G., Krieg, N., R., Sneath, P., H., A., Staley, I., T., Williams, S., T., (1994): Bergey's Manual of Determinative Bacteriology. Williams and Wilkins, Baltimore.
15. HRN EN ISO 9308 – 1: 2000./ Ispr. 1: 2008. – Detekcija i brojenje Escherichia coli i koliformnih bakterija – 1. dio: Metoda membranske filtracije. Državni zavod za normizaciju i mjeriteljstvo (ISO 9301-1:2000/Cor 1:2007.; EN ISO 9301-1:2000/AC:2008.).

16. HRN EN ISO 6222 : 2000. – Brojenje ugojenih mikroorganizama – Broj kolonija nacjepljivanjem na hranjivi agar. Državni zavod za normizaciju i mjeriteljstvo (ISO 6222:1999.; EN ISO 6222:1999.).
17. HRN EN ISO 7899- 2 : 2000. – Detekcija i brojenje fekalnih streptokoka – 2. dio: Metoda membranske filtracije. Državni zavod za normizaciju i mjeriteljstvo (ISO 7899-2:2000.; EN ISO 7899-2:2000.).
18. HRN EN ISO 10304 -1 :2009., Kakvoća vode – Određivanje otopljenih aniona ionskom kromatografijom -1. dio: određivanje bromida, klorida, fluorida, nitrata, nitrita, fosfata, i sulfata (ISO 10304- 1:2007.; EN ISO 10304- 1:2009.).
19. HRN EN ISO 14911:2001. Kakvoća vode – Određivanje otopljenih Li, Na, NH4, K, Mn2, Ca2, Mg2, Sr2 i Ba2 ionskom kromatografijom-metoda za vode i otpadne vode.
20. Hrvatski veterinarski institut (2011):110 godina Veterinarskog zavoda Križevci, Hrvatski veterinarski institut, Zagreb.
21. Hrvatski veterinarski institut (2013): Godišnji pregled rada 2013.Intregrafika -TTŽ d. o. o. Zagreb.
22. Internet portal (IP):

IP[1] – https://www.google.hr/search?q=DIREKTIVA+VIJE%C4%86A+98%2F83%2FEZ&ie=utf-8&oe=utf-8&client=ubuntu&channel=fs&gfe_rd=cr&ei=1ssbVpKLCMWo8weCgI2QCg&gws_rd=ssl, Direktiva Vijeća 98/83/EZ od 3. studenoga 1998. o kvaliteti vode namijenjene za ljudsku potrošnju, 12.10.2015., 18:03.

IP[2] - http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/themes, 14.08.2014. 19:03.

IP[3] - http://bbz.hr/bjelovarsko-bilogorska-zupanija/detaljnije/demografska-struktura, 15.07.2014. 16:04.

IP[4] - http://bbz.hr/images/uploads/564/slika-zdravlja-bbz.pdf, 08.07.2014. 19:30.

IP[5] - http://hr.wikipedia.org/wiki/Escherichia_coli, 07.05.2015., 12.42.

IP[6] - http://e-skola.biol.pmf.unizg.hr/odgovori/odgovor258.htm, 16.07.2014., 22:12.

IP[7] - http://hr.wikipedia.org/wiki/Klor, 07.05.2015., 17:22.

IP[8] - http://hr.wikipedia.org/wiki/Kakvo%C4%87a_vode, 07.05.2015., 17:34.

IP[9] - http://www.nn.hr/Default.aspx, Pravilnik o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (NN 47/08), 12.06.2014. 17:23.

IP[10] - http://www.nn.hr/Default.aspx, Pravilnik o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013) i njegovoj izmjeni (NN 141/2013), 12.06.2014. 17:23.

IP[11] - http://www.nn.hr/Default.aspx, Pravilnik o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (NN 47/08 u prilogu I, III), 12.06.2014. 17:23.

15:15.

IP[12] - http://klima.hr/spi.php?id=postaja&Godina=2011&Mjesec=12&Code=BJELOVAR, Državni hidrometeorološki zavod 15.07.2014., 19:11.

IP[13] - http://klima.hr/spi.php?id=postaja&Godina=2012&Mjesec=01&Code=BJELOVAR, Državni hidrometeorološki zavod 15.07.2014., 19:19.

IP[14] - http://klima.hr/spi.php?id=postaja&Godina=2013&Mjesec=07&Code=BJELOVAR, Državni hidrometeorološki zavod 15.07.2014., 19:37.

IP[15] - http://klima.hr/spi.php?id=postaja&Godina=2013&Mjesec=11&Code=BJELOVAR, Državni hidrometeorološki zavod 15.07.2014., 19:56.

IP[16] - http://klima.hr/ocjene_arhiva.php, Državni hidrometeorološki zavod 15.07.2014., 20:18.

IP[17] - http://propisi.hr/print.php?id=9886, Direktiva Vijeća 98/83/EZ od 3. studenoga 1998. o kakvoći vode namijenjenoj za ljudsku potrošnju (SL L 330, 5. 12. 1998.) – članci 1., 2.1. i 4.2. 12.10.2015. 17:57.

IP[18] - http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013_10_125_2694.html, Pravilnik o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013), 12.10.2015., 18:25.

IP[19] - http://bbz.hr/images/uploads/550/zupanijska-razvojna-strategija.pdf, 20.06.2014., 16:54.

23. Jaki, V., Majnarić, D., Lukačić, M., (2010): Analiza pitke vode na sabirnim mjestima mlijeka križevačkog područja. Zbornik sažetaka, 39. Hrvatski simpozij mljekarskih stručnjaka, Opatija 24.-27.10.2010.
24. Kodrić-Šmit, M., Pajtlar-Gaćeša (2007): Studija procjene mogućeg utjecaja ekoloških čimbenika na zdravstveno stanje stanovništva Sisačko-moslavačke županije. Zavod za javno zdravstvo Sisačko-moslavačke županije Sisak.
25. Krsnik, B., Pavičić, Ž., (1998): Zoohigijena. Udžbenik za srednje veterinarske škole.

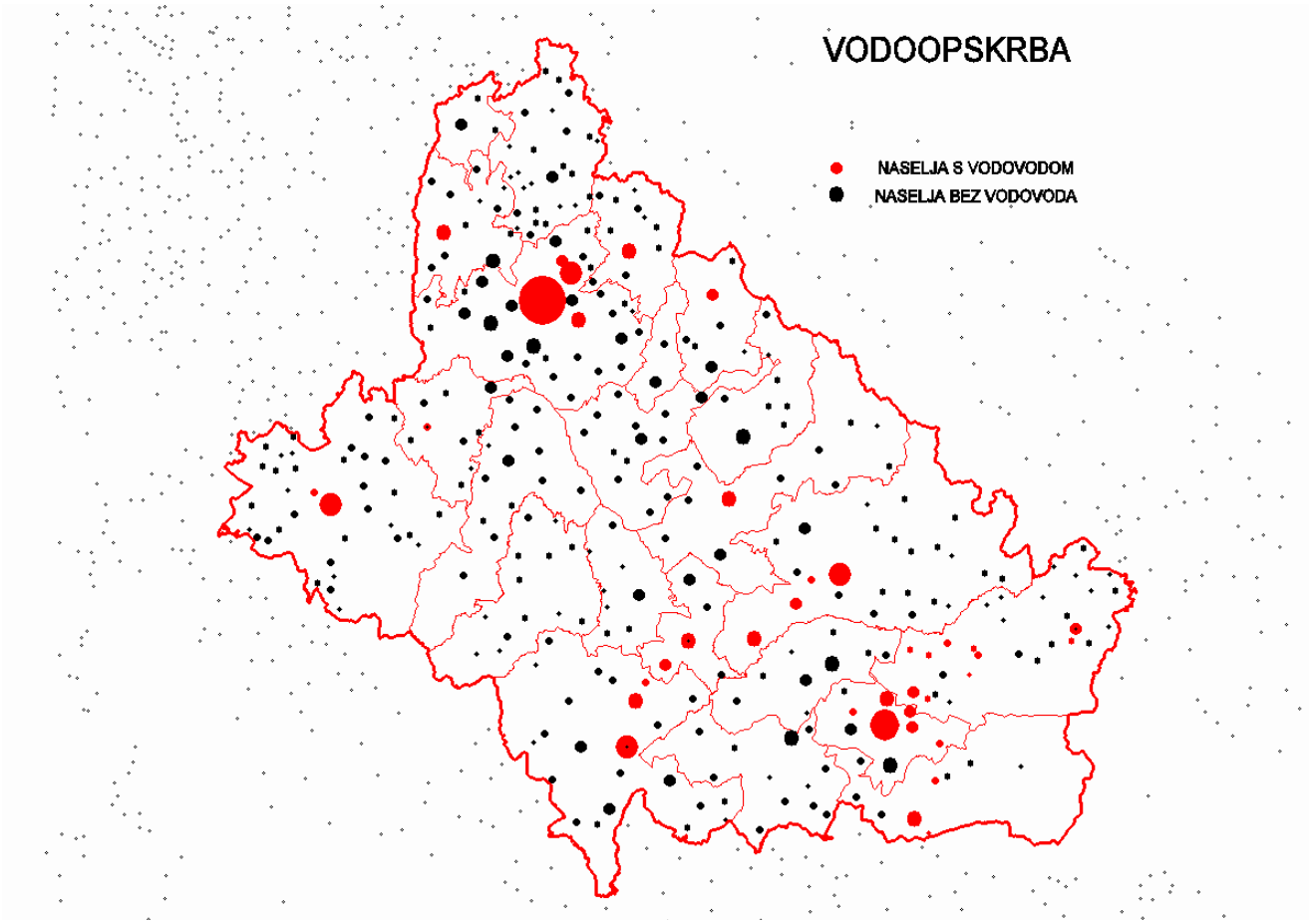
Izdavač Profil, str. 63-71 Zagreb.

26. Krutsch, H., W., (1979): Toxische Wirkung der Nitrate aus den Trinkwasser auf den Organismus der Kälber. T. U. 34, 398-402.
27. Matas, M., Simončič, V., Šobot, S., (1992): Zaštita okoliša danas za sutra, II izmjenjeno i dopunjeno izdanje, Školska knjiga – Zagreb.
28. Mayer, D., (2004): VODA od nastanka do upotrebe, Prosvjeta, Zagreb.
29. Međunarodna banka za obnovu i razvoj/Svjetska banka (2003): Upravljanje vodnim resursima u jugoistočnoj Europi, Tom II. (Odjeljenje za okolišno i socijalno održiv razvoj). Washington, DC, USA.
30. Nadilo, B., (2005): Vodoopskrba Bjelovarsko-Bilogorske županije. Časopis Građevinar br. 57 str: 987-994. Hrvatski savez građevinskih inženjera (HSGI) Zagreb.
31. Petlevski, S., (2004): Knjiga o vodi, Kigen d.o.o. Zagreb.
32. Pichler, T., (2006): Vodoopskrba Bjelovarsko-bilogorske županije (2). Časopis Građevinar br. 58 str: 129-132. Hrvatski savez građevinskih inženjera (HSGI) Zagreb.
33. Pretula, Z., (2008): Vodoopskrbni sustav Bjelovarsko-bilogorske županije. Časopis Građevinar br. 61 str: 347-357. Hrvatski savez građevinskih inženjera (HSGI) Zagreb.
34. Roginić, J. (2011): Svjetski dan voda,(http://www.stampar.hr/SvjetskiDanVoda, 5.5.2014.)
35. Rozemeijer J.C., Broers, H.P., van Geer, F.C., Bierkens,M.F.P. (2009.): Weather-induced temporal variations in nitrate concentrations in shallow groundwater. *Journal of Hydrology*, 378, 1-2, 119-127.
36. Senta, A., Marjanović-Rajčić, M., (2007): Zdravstvena ispravnost pitke vode iz privatnih zdenaca u Zagrebu. Liječnički vjesnik broj 129, str: 39-43 Zagreb.
37. Singer, R., H., (1972): The nitrate poisoning complex. Proc. 76-th. Ann. Meeting U. S. Anim. Health Assoc. 310-322.
38. Smilović, V., Vrbanec-Megla, L., Tarandek-Strnad, S., (2010): Zdravstvena ispravnost vode za piće u javnim i individualnim vodoopskrbnim objektima u Međimurskoj županiji. Hrvatski časopis za javno zdravstvo Vol. 6. Br. 23. Hrvatski zavod za javno zdravstvo.
39. Srebočan, V., (1993): Veterinarska toksikologija. Medicinska naklada Zagreb. Zagreb.
40. Strategija upravljanja vodama (2009): Strategija upravljanja vodama, AKD Zagreb.
41. Texas Clean Rivers Program (2003): Basin Summary Report for the San Antonio River Basin; Texas.
42. Vidaček, Ž.,(1998): Gospodarenje melioracijskim sustavima odvodnje i natapanja, „Vajčner“ d.o.o. Zagreb.

43. Vranješ., M., (2011): Problemi s vodama u dolini rijeke Neretve, Zbornik radova konferencije: Voda- značajan prirodni resurs u razvoju Dubrovačko-neretvanske županije.
44. Wakida, F.T., Lerner, D.N. (2005.): Non-agricultural sources of groundwater nitrate: a review and case study. *Water Res.*, 39 (1), 3–16.
45. Wang, L., C., Garcia-Rivera, J., Burris, R., H., (1961): Metabolism of nitrate in cattle. Biochem. J.: 81, 237-242.
46. Wijk van, C., Christoffers, T., Clasen, T., (2005): Household Water Treatment, Storage and Handling. The WELL resource centre for water, sanitation and environmental health.http://www.lboro.ac.uk/well/resources/fact-sheets/fact-sheets-htm/Household%20WT.htm 14.09.2014. 12:19.

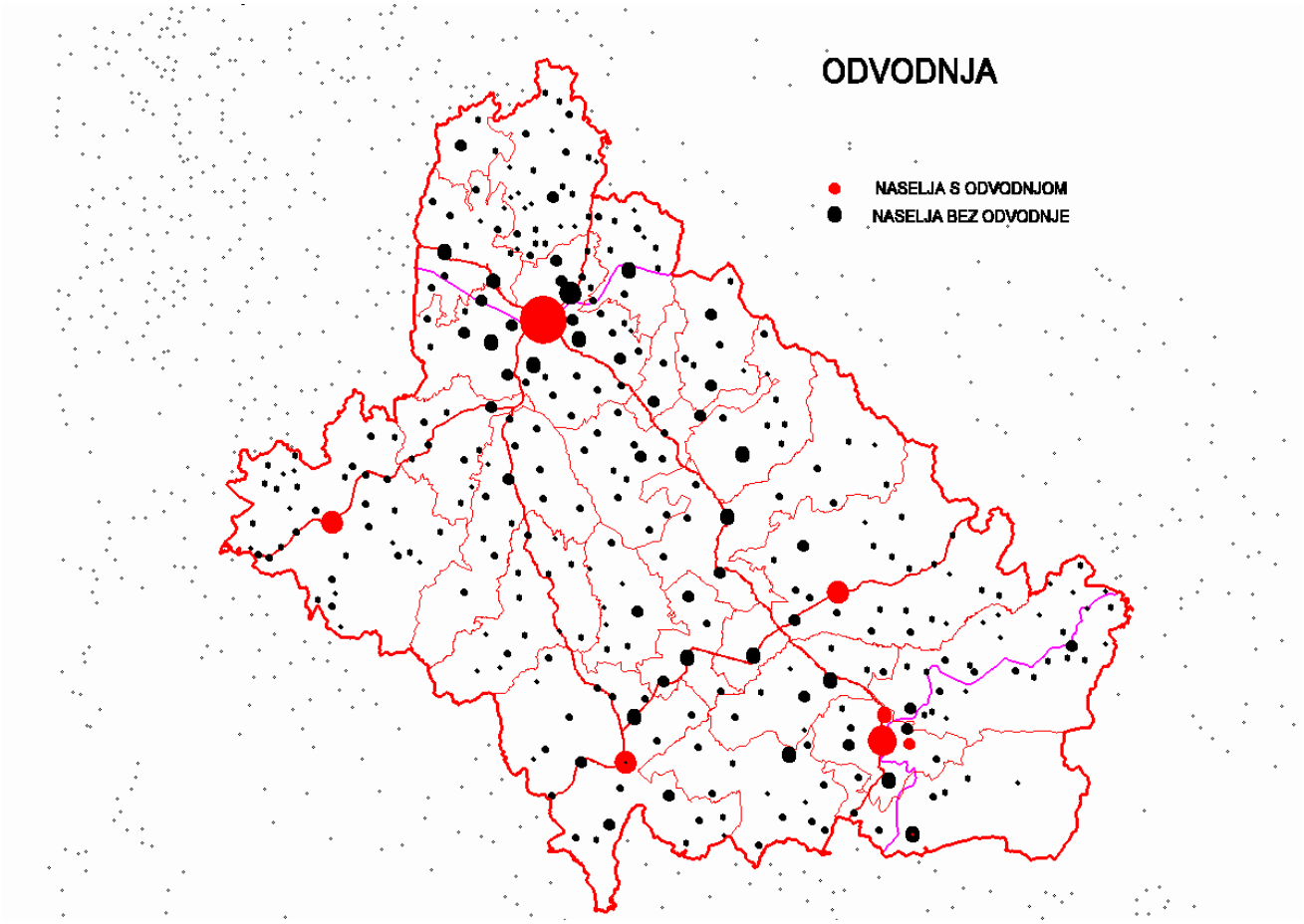
7. PRILOZI

Slika7: *Stanje opskrbljenosti vodovodom u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji*



Izvor: *IP*[19].

Slika 8: *Stanje odvodnje u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji*



Izvor*: IP*[19].

7.1. POPIS KRATICA

Neke od najčešće korištenih kratica:

MDK – Maksimalno dopuštene količine

DLP - Dobra laboratorijska praksa

BAA - Bile-aesculin-azid agar

UNESCO - Organizacija Ujedinjenih naroda za obrazovanje, znanost i kulturu

TDS – Ukupne otopljene tvari

PAH – Policiklički aromatski ugljikovodici

THM – Trihalometan

TOC - Ukupni organski ugljik

8. SAŽETAK

Mikrobiološko onečišćenje pitke vode sabirališta mlijeka Bjelovarsko-bilogorske županije u razdoblju od 2011. do 2013. godine

U radu su prikazani rezultati istraživanja mikrobiološke kakvoće vode uzorkovane na sabiralištima mlijeka na području Bjelovarsko-bilogorske županije u razdoblju od 2011. do 2013 godine. Analizirano je ukupno 101 uzorak vode u tom razdoblju. Kao izvorišta takve vode koriste se vlastiti bunari ili mjesni vodovodi. Napravljena je osnovna mikrobiološka „A“ analiza na slijedeće parametre: ukupni koliformi, *Escherichia coli*, fekalni streptokok, broj kolonija mikroorganizama na 37° C i 22° C i *Clostridium perfrigens*. Od ukupno 101 pretraženog uzorka voda prema Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće mikrobiološki nije bilo ispravno 50 uzoraka, odnosno 49,5%. Mikrobiološkim analizama utvrđena je bakterija Escherichia coli u 100 ml u 25 uzorka, ukupni koliformi u 100 ml u 24 uzorka, fekalni streptokok u 100 ml u 41 uzorku, Clostridium perfrigens u 100 ml nije nađena u analiziranim uzorcima. Ukupni broj kolonija mikroorganizama u 1 ml na 37° C povećan je u 48 uzoraka, a ukupni broj kolonija mikroorganizama u 1 ml na 22° C u 42 uzorka. Mikrobiološki ispravno bio je 51 uzorak voda, odnosno 50,5 %. U ovom radu su također prikazani rezultati kemijske analize pitkih voda. Ukupno 101 uzorak pitkih voda je analiziran na slijedeće parametre: nitrite, nitrate, amonijak i kloride. Rezultati analiza su prikazani u tablicama. Od 101 uzorka, 49,5% bilo je kemijski neispravno prema Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (N. N. 47/2008). Rezultati kemijskih analiza u ovom radu su korišteni radi dobivanja uvida u ukupnu kakvoću pitke vode.

Ključne riječi: mikrobiološka kakvoća vode, sabirališta mlijeka, vlastiti bunari, osnovna mikrobiološka „A“ analiza, kemijske analize pitkih voda.

8.1. ABSTRACT

Microbiological contamination of drinking water from milk tanks in Bjelovarsko-bilogorska county for a period from 2011. to 2013. year

The study shows the research results of the microbiological quality of water collected in the milk collection points in the Bjelovarsko-bilogorska county for a period from 2011. to 2013. year. Total of 101 samples of water have been analyzed in that period of time. The water sources used were private wells or local water supplies. The basic microbiological "A" analysis has been done of the following parameters: total coliform, Escherichia coli, faecal streptococcus, colony count at 37° C and at 22° C and Clostridium perfrigens. Following "the Health Safety Regulation" 50 out of 101, or 49,5 % of the drinking water samples were microbiologically contamined. The microbiological analyses have found the bacteria Escherichia coli in 100 ml in 25 samples, total coliform in 100 ml in 24 samples, Clostridium perfrigens in 100 ml in zero samples, faecal streptococcus in 41 samples, and colony count in 1 ml at 37° C increased in 48 samples and colony count in 1 ml at 22° C was also increased in 42 samples. 51 water samples or 50,5% were microbiological clean. In this study were also given results of chemical analyses of drinking water. A total of 101 drinking water samples were analyzed for the following parameters: nitrites, nitrates, ammonium and chlorides. Results of the analyses are shown in the tables. Among 101 samples 49,5 % were chemically unsuitable pursuant of the Croatian water quality regulation. These chemical results in this study were used only for order to gain insight into the overall quality of the analyzed drinking water.

Keywords: microbiological quality of water, milk collection points, private wells, microbiological "A" analysis, chemical analyses.

8.2. ŽIVOTOPIS

OSOBNI PODACI

Ime i prezime: Martina Bermanec

Adresa: Obrtnička ulica 27, 48260 Križevci

Mobilni telefon: 099/402-6522

E-mail: martina.bermanec@gmail.com

Spol: Žensko | **Datum rođenja:** 11.03.1977. | **Državljanstvo:** Hrvatsko

RADNO ISKUSTVO

Naziv poslodavca: Dobar graditelj d.o.o., Split

Radno mjesto: Voditeljica smjene

Vremensko razdoblje: 2008. - 2011.

Naziv poslodavca: Hrvatska poljoprivredna agencija

Radno mjesto: Kontrolorka

Vremensko razdoblje: Srpanj 2008. - listopad 2008.

Naziv poslodavca: Vila Marija, privatni hotel, Zagreb

Radno mjesto: Recepcionarka

Vremensko razdoblje: Srpanj 2006. - rujan 2006.

Naziv poslodavca: " AS" ugostiteljstvo i trgovina, Križevci

Radno mjesto: Konobarica

Vremensko razdoblje: 2002. – 2005.

OBRAZOVANJE I OSPOSOBLJAVANJE

Vremensko razdoblje: 2008.-2011.

Naziv fakulteta: Visoko gospodarsko učilište u Križevcima

Zvanje: Stručna prvostupnica (baccalaureus/baccalaurea) inženjerka poljoprivrede, smjer Zootehnika

Vremensko razdoblje:1991-1995.

Naziv srednje škole: Opća gimnazija Ivana Zakmardija Dijankovečkog

Zvanje: Srednja stručna sprema općeg smjera

OSOBNE VJEŠTINE

Materinski jezik: Hrvatski

Ostali jezici: Engleski i Njemački

Komunikacijske vještine: dobre komunikacijske vještine stečene tijekom rada na mjestu recepcionarka, ugostiteljski djelatnik

Organizacijske/rukovoditeljske vještine: smisao za organizaciju (iskustvo u ugostiteljkim djelatnostima)

Poslovne vještine: rukovođenje procesima kontrole kvalitete (bila sam odgovorna za kvalitetu mlijeka na razini Općine) te rad u laboratoriju (stručna praksa u Veterinarskom zavodu u Križevcima)

Računalne vještine: dobro vladanje alatima Microsoft Office

Vozačka dozvola: B kategorija vozačke dozvole