

Učinkovitost dezinfekcije vode iz zdenca izosanom g

Barišić, Željka

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Tourism and Rural Development in Požega / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet turizma i ruralnog razvoja u Požegi**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:277:494121>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-21**



Repository / Repozitorij:

[FTRR Repository - Repository of Faculty Tourism and Rural Development Požega](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET TURIZMA I RURALNOG RAZVOJA U POŽEGI**



ŽELJKA BARIŠIĆ, 0253052857

**UČINKOVITOST DEZINFEKCIJE VODE IZ
ZDENCA IZOSANOM G**

ZAVRŠNI RAD

Požega, 2024. godine.

**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET TURIZMA I RURALNOG RAZVOJA U POŽEGI**

STRUČNI PRIJEDIPLOMSKI STUDIJ PREHRAMBENA TEHNOLOGIJA

**UČINKOVITOST DEZINFEKCIJE VODE IZ
ZDENCA IZOSANOM G**

ZAVRŠNI RAD

IZ KOLEGIJA HIGIJENA I SANITACIJA

MENTOR: Helena Marčetić, dipl. ing.

STUDENT: Željka Barišić

JMBAG studenta: 0253052857

Požega, 2024. godine

SAŽETAK

Cilj ovog završnog rada bio je odrediti koliko će dugo bunarska voda biti čista nakon dezinfekcije vode sredstvom Izosanom G od Plive. Voda je neophodna za ljude jer se koristi za piće, poljoprivredu, industrijske procese i proizvodnju energije. Međutim, suočavamo se s brojnim izazovima, među kojima su zagađenje i nestašica. Glavni izvori zagađenja vode uključuju ispuštanje industrijskih otpada i otpadne vode iz gradske kanalizacije. Ovaj problem može se riješiti primjenom metoda dezinfekcije i pročišćavanja vode. Najčešće korištena metoda za dezinfekciju vode je kloriranje, koje učinkovito uništava patogene mikroorganizme i osigurava sigurnu pitku vodu. Uz kloriranje, postoje i druge metode pročišćavanja, kao što su filtracija, ozoniranje i UV zračenje. Poduzimanje ovih mjera ključno je za očuvanje zdravlja ljudi i ekosustava te osiguranje održivog korištenja vodnih resursa u budućnosti. Zadatak rada je bio napraviti mikrobiološku i kemijsku analizu bunarske vode. Voda se mikrobiološki analizirala svakih 5 dana te je analizom pokazano da dezinfekcijsko sredstvo Izosan G prestaje djelovati nakon 15 dana, odnosno voda više ne zadovoljava mikrobiološke uvjete i može biti opasna za ljudsko zdravlje.

Ključne riječi: Voda, dezinfekcija, Izosan G, mikrobiološka analiza

SUMMARY

The goal of this thesis was to determine how long well water stays clean after being disinfected with Izosan G from Pliva. Water is essential for humans as it is used for drinking, agriculture, industrial processes, and energy production. However, we face many challenges, including pollution and scarcity. The main sources of water pollution include industrial waste discharge and urban sewage. This problem can be solved by using water disinfection and purification methods. The most common method for water disinfection is chlorination, which effectively kills harmful microorganisms and makes water safe to drink. Besides chlorination, other purification methods include filtration, ozonation, and UV radiation. These measures are crucial for protecting human health, ecosystems, and ensuring the sustainable use of water resources in the future. The task of this thesis was to perform microbiological and chemical analyses of well water. The water was tested every 5 days, and the analysis showed that the disinfectant Izosan G stopped being effective after 15 days, meaning the water no longer met microbiological standards and could be dangerous to human health.

Keywords: water, disinfection, Izosan G, microbiological analysis

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. PREGLED LITERATURE	2
2.1.Voda.....	2
2.1.1.Podjela vode.....	3
2.1.2.Izvor onečišćenja vode.....	4
2.2.Mikrobiologija vode	5
2.3.Bunarska voda	8
2.4.Dezinfekcija vode	9
2.4.1.Kloriranje	10
2.4.2.Ozonizacija	10
2.4.3.Ultraljubičasto zračenje (UV-zračenje)	11
2.4.4.Ionizacijsko zračenje.....	11
3. MATERIJALI I METODE	12
3.1. Zadatak	12
3.1.1. Dezinfekcijsko sredstvo	12
3.2. Mikrobiološka analiza vode.....	13
3.2.1. Membranska filtracija	13
3.2.2. Određivanje Escherichie Coli i ukupnih koliformnih bakterija	14
3.2.3. Određivanje Enterokoka	15
3.2.4. Određivanje ukupnog broja kolonija na 36 °C/48h i na 22 °C/72h	16
3.3. Kemijska analiza.....	16
3.3.1. Određivanje boje	17
3.3.2. Određivanje mutnoće	17
3.3.3. Određivanje pH vrijednosti i temperature.....	17
3.3.4. Određivanje električne vodljivosti	18
3.3.5. Određivanje utroška KMnO ₄	18
3.3.6. Određivanje klorida.....	18
3.3.7. Određivanje amonijaka	19
3.3.8. Određivanje nitrata.....	19
3.3.9. Određivanje nitrita	19
3.3.10. Određivanje aluminija.....	20
3.3.11. Određivanje mangana	20
3.3.12. Određivanje željeza.....	21

4. REZULTATI I RASPRAVA	22
5. ZAKLJUČAK	26
6. LITERATURA.....	27

1. UVOD

Voda je jedan od najvažnijih prirodnih resursa na Zemlji, neophodan za održavanje života i funkcioniranje ekosustava. Ona čini oko 71 % površine našeg planeta i prisutna je u tri stanja: tekućem, čvrstom (led) i plinovitom (para). Voda igra ključnu ulogu u mnogim ljudskim aktivnostima, uključujući piće, poljoprivredu, industrijske procese i proizvodnju energije. Bez adekvatne količine i kvalitete vode, ne bi bilo moguće održavati zdravlje ljudi niti ekonomski razvoj. Da bi voda ostala prikladna za piće i zdravstveno sigurna za ljudsku upotrebu, nužno je provesti analize. Postoje različita ispitivanja koja se provode radi provjere sigurnosti vode. Mikrobiološka ispitivanja fokusiraju se na analizu prisutnosti mikroorganizama u vodi koji potencijalno mogu predstavljati opasnost po ljudsko zdravlje. Većina patogena u vodi potječe iz fekalija, a neki od njih mogu izazvati ozbiljne bolesti. Cilj ovog završnog rada je istražiti učinkovitost dezinfekcijskog sredstva Izosan G u održavanju čistoće bunarske vode. Rad će obuhvatiti mikrobiološke i kemijske analize bunarske vode te procjenu učinkovitosti Izosana G kroz određeni vremenski period.

2. PREGLED LITERATURE

2.1. Voda

Izvori vode na Zemlji obnavljaju se kroz ciklus vode. 97,5 % je ocean, a 2,5 % slatka voda. Od raspoloživih zaliha slatke vode, 1,74 % je rashlađena voda. Sve ostale tekućine i čvrste tvari čine samo 0,76 % ukupne mase vode na Zemlji, od čega je samo mali dio ekonomski i ekološki prihvatljiv. Kako voda kruži prirodom, njezin se sastav mijenja. Odnos između vode i ljudskih aktivnosti od ključne je važnosti, pa se voda može smatrati bitnim elementom za socio-ekonomski razvoj svakog ljudskog društva. Ova međuovisnost uključuje niz nepovoljnih utjecaja kao što su poplave, suše i izbijanja bolesti koje se prenose vodom. Voda mijenja svoja svojstva tijekom prirodnog hidrološkog ciklusa, posebice ispiranjem atmosfere i strujanjem poljoprivrednim, industrijskim, prometnim, urbanim i drugim površinama te otjecanjem iz podzemnih i površinskih tokova (Tušar, 2009).



Slika 1. Hidrološki ciklus (Wikipedia, url)

2.1.1. Podjela vode

Prema izvoru vode se dijele u tri kategorije: oborinska, površinska i podzemna voda.

Oborinska voda ili kišnica, igra ključnu ulogu u hidrološkom ciklusu, ali nije čista jer se kontaminira različitim česticama, plinovima, mikroorganizmima i aerosolima dok prolazi kroz atmosferu. U urbanim područjima, kišnica može postati dodatno zagađena ispušnim plinovima iz vozila, dimnjaka i industrijskih postrojenja.

Površinske vode se mogu podijeliti u dvije osnovne kategorije. Prva je kontinentalna voda, koja obuhvaća potoke i rijeke te stajaće vode, kao što su ribnjaci, jezera i akumulacije. Morska voda je druga kategorija površinskih voda, iako je u osnovi slana. Različite skupine otpadnih voda, poput industrijskih, komunalnih, odlagališnih i otjecanja s poljoprivrednih i asfaltnih površina, glavni su uzročnici onečišćenja površinskih voda. Površinska voda nastaje iz podzemnih izvora i oborina unutar šireg slivnog područja. Ključno je razumijevati sposobnost samopročišćavanja površinskih voda, što omogućuje prirodne procese razgradnje organskih tvari i vraćanje vode u izvornu kvalitetu.

Podzemna voda nastaje procesom kretanja s površine tla kroz tlo i pukotine stijena. Sastoji se od različitih vrsta vode, uključujući juvenilnu vodu, koja je kondenzirana unutar stijena, te vadoznu vodu, koja je kondenzirana unutar pora tla. Pore ili šupljine u tlu mogu biti primarne ili sekundarne, ovisno o njihovom podrijetlu. Primarne pore nastaju istodobno s formiranjem stijena, dok su sekundarne pore rezultat pucanja stijena. Kvaliteta podzemne vode ovisi o topljivosti stijena kroz koje voda prolazi i geološkom sastavu kemikalija. Tvrdna voda sadrži minerale poput vapnenca i dolomita te je često prisutna u krškim područjima. Nasuprot tome, meka voda dolazi iz magmatskih stijena kao što su bazalt i granit. Mineralne i termalne izvorske vode, čije su temperature iznad 25 °C, bogate su plinovima magmatskog podrijetla. Podzemna voda često se pojavljuje kao vodena pukotina u krškim područjima. Zbog toga što prodiranje vode kroz tlo prirodno pročišćava vodu, kvaliteta podzemne vode slična je onoj površinske vode. Međutim, nakon oborina, podzemna voda često postaje zamućena i zagađena bakterijama. Kada se koristi za opskrbu vodom, kemijski sastav podzemne vode mora se pažljivo proučiti. Često sadrži opće humske kiseline, visoki sadržaj ugljičnog dioksida, netopive soli, poveću količinu željeza, mangana te različite onečišćujuće tvari iz urbanih, poljoprivrednih i industrijskih izvora (Tušar, 2009).

2.1.2. Izvor onečišćenja vode

Onečišćenje vode obuhvaća svaku promjenu u fizikalnoj, kemijskoj ili biološkoj kakvoći vode koja ima štetan utjecaj na žive organizme ili čini vodu neprikladnom za određenu namjenu. Prirodne vode mogu biti onečišćene na različite načine, što može imati različit utjecaj na biološke i ekološke karakteristike vodnog sustava. Tvari koje se ispuštaju u prirodne vodotoke predstavljaju potencijalne izvore onečišćenja. Te tvari mogu potjecati iz različitih izvora i mogu se pojaviti u vodi u obliku:

- a) Netopive tvari - ne podliježu daljnjoj razgradnji i nisu otrovne, ali imaju indirektno negativan utjecaj jer ometaju prodor svjetla. To rezultira smanjenjem proizvodnje u ekosustavu i smanjenjem količine kisika. Također, netopive tvari mogu ugroziti dišni sustav viših organizama jer se talože na ribljim škrgama, smanjujući njihove respiracijske mogućnosti i izazivajući uginuće riba. Plivajuće tvari na površini vode stvaraju opnu koja sprječava prirodni prijenos kisika iz atmosfere u vodu.
- b) Topive tvari - su najčešće anorganske tvari, ali rijetko se nalaze u visokim koncentracijama jer organizmi i ekosustavi nisu prilagođeni njihovom prisustvu, odnosno one uništavaju život. Ipak, određeni broj organizama se prilagodio na četiri glavne anorganske tvari - soli, željezo, sumpor i karbonate - te one mogu biti prisutne u većim koncentracijama.
- c) Organske tvari - u vodi, visokomolekularni organski spojevi predstavljaju jedno od najstarijih oblika onečišćenja koje potječe od ljudi, biljaka i životinja. Ti spojevi su ugljikohidrati, bjelančevine i masti. Oni se mogu pronaći u gradskim otpadnim vodama, industrijskim otpadnim vodama i prirodnom okolišu. Prisutnost ovih organskih tvari često je trajno onečišćenje u prirodnim vodnim sredinama, a njihov utjecaj najviše se očituje kroz smanjenje količine kisika u vodenom ekosustavu.
- d) Toplinsko onečišćenje - predstavlja oblik fizikalnog onečišćenja uzrokovanog toplinom, obično rashladnih voda iz industrijskih i energetske postrojenja. Poput svjetlosti, temperatura ima utjecaj na sve karakteristike ekosustava, ubrzavajući neke ekološke procese dok zaustavlja druge.
- e) Otrovnost tvari - u prirodnim vodama potječu uglavnom od ispiranja zemljišta i otapanja minerala, no najviše potječu iz industrijskih otpadnih voda. Otrovnost tvari obuhvaćaju sve spojeve koji, čak i u malim količinama, predstavljaju prijetnju za ljudsko zdravlje.

- f) Radioaktivne tvari - dospijevaju u vodu putem kemijskih i biokemijskih procesa te se ugrađuju u biomasu unutar hranidbenog lanca. Posljedica toga može biti mutagena i genetska oštećenja kod organizama.
- g) Mikroorganizmi - u prirodnim vodama, osim mikroorganizama kojima je prirodna voda stanište, prisutni su i oni koji dolaze putem otpadnih voda te koriste organske tvari kao izvor hrane. Otpadne vode sadrže raznovrsne organske i anorganske spojeve koji predstavljaju vrijedan izvor ugljika i energije za mnoge heterotrofne mikroorganizme (Tušar, 2009).

2.2. Mikrobiologija vode

Mikrobiologija vode proučava mikroorganizme i njihove aktivnosti u različitim vodenim ekosustavima poput jezera, bazena, rijeka, morskih rukava, mora i oceana. Veliki broj bakterija prisutan je u vodi koja je kontaminirana otpadnim vodama ili industrijskim biorazgradivim organskim spojevima. Mikroorganizmi dospijevaju u površinske vode na različite načine: putem padalina kada kiša pada, putem otpadnih produkata raznih industrija ili iz postrojenja za obradu otpadnih voda koja su smještena blizu riječnih nasipa. U normalnim uvjetima, mikroorganizmi igraju izuzetno važnu ulogu u životnim ciklusima u vodi.

Nekontaminirane vode, poput planinskih jezera ili rijeka, sadrže male količine organskih nutrijenata, što rezultira ograničenim brojem živih bakterija. Primjeri takvih mikroorganizama su *Streptomyces*, neki kvasci te spore plijesni, kao što su spore bakterija iz rodova *Bacillus* i *Clostridium*, koje dolaze iz zraka.

Kontaminirane vode obiluju organskim tvarima koje potječu iz otpadnih voda, fekalija i industrijskih izvora, pri čemu su većina mikroorganizama heterotrofi te koriste organsku tvar kao izvor energije. Njihov metabolizam rezultira stvaranjem kiselina, lužina, alkohola i različitih plinova, jer nedostatak kisika onemogućuje potpunu razgradnju proteina, masti i ugljikohidrata u vodi. U kontaminiranoj vodi najčešće se nalaze koliformne bakterije, koje pripadaju grupi gram negativnih nesporogenih štapića. Među njima su *Escherichia coli* i bakterije iz roda *Enterobacter*. Koliformne bakterije su mikroorganizmi prisutni u probavnom sustavu ljudi i životinja te služe kao pokazatelji fekalne kontaminacije. Njihova prisutnost u pitkoj vodi u brojevima koji prelaze dopuštenu razinu ukazuje na kontaminaciju fekalnog podrijetla.

Tipovi kontaminacije vode:

- a) Fizička - замуćenje vode nastaje kada pijesak i zemlja postanu suspendirani u njoj. Ova vrsta kontaminacije uključuje prisustvo živih organizama poput cvjetanja algi i cijanobakterija, što dovodi do promjene konzistencije vode. Povećana temperatura i prisutnost hranjivih tvari potiču brži rast i razmnožavanje mikroorganizama.
- b) Kemijska - ona nastaje kada anorganski i organski kontaminanti dospiju u vodu. Primjer takve kontaminacije je ulazak vode koja je prošla kroz rude bogate željezom i bakrom. Fosfati i nitrati prisutni u deterdžentima također pridonose kemijskoj kontaminaciji vode, dok kiseline predstavljaju dodatni problem. Velike količine organskih i anorganskih tvari u otpadnim vodama predstavljaju izazov u procesu obrade vode. Bakterije prisutne u vodi troše kisik otopljen u njoj tijekom procesa oksidacije organskih tvari.
- c) Ekološka - najznačajnija kontaminacija vode koja potječe od mikroorganizama koji dopijevaju u vodu iz ljudskih fekalija, procesa prerade hrane, mesne industrije, medicinskih ustanova i sličnih izvora. Uobičajeno, voda ima sposobnost razgraditi biološki materijal, no kada voda stagnira ili prolazi preko otpadnih tvari, biološki materijal se ne razgrađuje adekvatno, što rezultira kontaminacijom vode. Stupanj kontaminacije vode određuje se biokemijskom potrošnjom kisika (BPK), koja označava količinu kisika potrebnu mikroorganizmima za razgradnju organske tvari prisutne u vodi. Potrošnja kisika proporcionalno raste s povećanjem broja živih mikroorganizama. Na temelju vrijednosti BPK određuje se razina kontaminacije vode nutrijentima i procjenjuje učinkovitost postupaka primijenjenih u obradi vode.

Mikrobna kontaminacija vode, posebno prisutnost patogenih mikroorganizama, ključna je u analizi pitke vode. U nekim dijelovima svijeta, čak do 80 % svih oboljenja i otprilike trećina smrtnih slučajeva povezana je s uporabom vode koja nije zdravstveno ispravna i zagađena je mikrobiološkim kontaminantima. Najveći rizik od kontaminacije pojavljuje se kada ljudske fekalije dopijevaju u vodene tokove, jer se mnoge bolesti prenose putem fekalno-oralnog puta. Patogeni prisutni u ljudskim fekalijama mogu kontaminirati vodu ili hranu koju kasnije ljudi konzumiraju, izazivajući tako infekcije. Bolesti koje se na ovaj način prenose uključuju tifus i kolera uzrokovane bakterijama te hepatitis A uzrokovan virusom. Danas su bakterije iz roda *Shigella* koje izazivaju bacilarnu dizenteriju, *Legionella* koja izaziva pneumoniju, te *Mycobacterium spp.*, *Pseudomonas spp.* i ostali uvjetni patogeni, koji predstavljaju opasnost za imunološki sustav čovjeka, veliki problem (Matić, 2019).

Koliformne bakterije su uvjetno patogene bakterije koje mogu izazvati infekcije kod osoba s oslabljenim imunološkim sustavom. Njihovo prisustvo u vodi za piće obično je posljedica

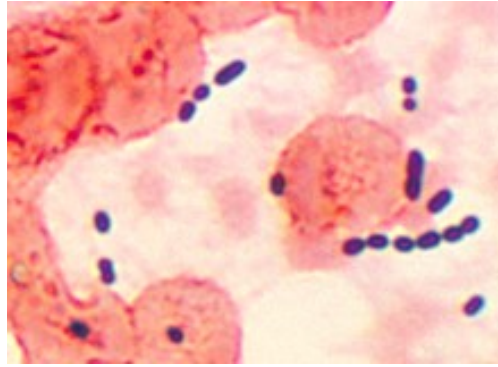
nedovoljno učinkovitog sustava pročišćavanja vode ili problema s cjevovodima kroz koje se voda distribuira. Budući da je mnoge patogene uzročnike teško detektirati zbog njihove niske koncentracije u vodi, koriste se indikatorske bakterije kako bi se procijenila vjerojatna prisutnost patogenih uzročnika. Koliformne bakterije su izuzetno korisna skupina indikatorskih bakterija za procjenu higijenske ispravnosti vode (Gjirlić, 2016).

Koliformne bakterije mogu se podijeliti u tri skupine: ukupne koliformne bakterije, fekalne koliformne bakterije te *Escherichia coli* kao podgrupa fekalnih koliformnih bakterija. Ukupne koliformne bakterije obuhvaćaju 15 različitih vrsta bakterija iz porodice *Enterobacteriaceae*. Najvažniji predstavnici fekalne skupine koliformnih bakterija su:

1. *Escherichia coli*: ova bakterija, koja pripada podgrupi fekalnih koliformnih bakterija, predstavlja gram-negativne bacile, pri čemu postoji više od stotinu različitih sojeva. Većina sojeva *E. coli* je benigna i prirodno se nalazi u crijevima ljudi i toplokrvnih životinja. Međutim, određeni sojevi mogu izazvati bolesti. Najčešći patogeni soj je *E. coli* O157:H7, koji često uzrokuje epidemije enterokolitisa praćenog krvavim proljevima, bolovima u trbuhu i mučninom.
2. Fekalni streptokoki (enterokoki): ovi gram-pozitivni, jajoliko izduženi koki pripadaju rodu *Enterococcus* i široko su rasprostranjeni u okolišu te se nalaze u fekalijama svih kralježnjaka. Fekalni streptokoki su posebno važni za procjenu higijenske ispravnosti vode jer njihov broj visoko korelira s prisutnošću mnogih patogenih bakterija poput *Salmonelle*, *Shigelle*, *Campylobactera*, te ukupnih koliformnih bakterija i enterovirusa (Gjirlić, 2016).



Slika 2. *Escherichia coli* (U.S. FOOD & DRUG, url)



Slika 3. Enterokoki (Wikipedia, url)

2.3. Bunarska voda

Bunarska voda, koja dolazi iz podzemnih izvora, dobiva se putem bušenja bunara ili bušotina. Ovaj tip vode često se koristi za različite svrhe, uključujući kućnu potrošnju, poljoprivredu, industriju i druge namjene. Postupak dobivanja bunarske vode uključuje duboko bušenje bunara ili bušotina sve do dostizanja podzemnog sloja vode, poznatog kao vodonosni sloj. Ova voda potječe od kišnice koja prolazi kroz tlo i stijene, te se nakuplja u tim podzemnim slojevima. Kvaliteta bunarske vode može varirati ovisno o geološkim obilježjima regije, vrsti stijena i tla te prisutnosti prirodnih minerala ili kontaminanata (CWG, url).



Slika 4. Bunar (Gospodarski list, url)

Dobrobiti korištenja bunarske vode uključuju neovisnost o javnom vodovodu te mogućnost iskorištavanja lokalnih vodnih resursa. Ipak, s obzirom na varijabilnost kvalitete bunarske vode, bitno je provesti testiranje kako bi se osiguralo da je voda sigurna za piće i odgovara potrebama za ostale namjene. Za osiguranje čistoće i sigurnosti bunarske vode, često se primjenjuju sustavi filtracije, dezinfekcije i obrade vode. Filtracija omogućuje uklanjanje

suspendiranih čestica, sedimenta i nečistoća koje može sadržavati bunarska voda. Dezinfekcija je ključna radi eliminacije mikroorganizama i bakterija koji potencijalno mogu biti prisutni u vodi. Obrada vode može obuhvatiti postupke poput omekšavanja kako bi se smanjila tvrdoća vode ili prilagodio kemijski sastav vode za specifične namjene. Bunarska voda može biti podložna različitim problemima koji mogu utjecati na njezinu kvalitetu i primjenu u različite svrhe. Najčešći problemi u bunarskoj vodi su:

- a) Tvrdoća vode
- b) Zamućenost
- c) Bakterije i mikroorganizmi
- d) Arsen
- e) Željezo i mangan
- f) Soli i kontaminanti
- g) pH vrijednost
- h) Korozija

Redovno testiranje i održavanje bunarske vode su presudni za rano prepoznavanje i rješavanje potencijalnih problema, osiguravajući tako čistu i sigurnu vodu za različite svrhe (CWG, url).

2.4. Dezinfekcija vode

Dezinfekcija je proces koji osigurava zdravstvenu sigurnost vode smanjenjem broja mikroorganizama koji bi mogli uzrokovati bolesti. Primjenjuje se na vode u vodoopskrbnim sustavima te pri ispuštanju otpadnih voda i muljeva u okoliš, u skladu s propisima.

Izbor dezinfekcijskog sredstva i procesa temelji se na tehnološkim zahtjevima i gospodarskim faktorima. Važno je napomenuti da se dezinfekcija razlikuje od sterilizacije, koja uklanja sve mikroorganizme. U tehnologiji kondicioniranja i pročišćavanja vode, najčešće se primjenjuju sljedeće metode:

- a) Kloriranje
- b) Ozonizacija
- c) Ultraljubičasto zračenje (UV-zračenje)
- d) Ionizacijsko zračenje (Tušar, 2009)

2.4.1. Kloriranje

Kloriranje plinovitim klorom i njegovim spojevima trenutno je najrasprostranjeniji i ekonomski najprihvatljiviji postupak dezinfekcije pitke vode, otpadnih voda te obrade muljeva. Kao dezinfekcijsko sredstvo koristi se klor, žutozeleni plin koji je teži od zraka i dobro se otapa u vodi. Hipoklorasta kiselina, predstavlja glavno oksidacijsko sredstvo, a sam proces reakcije ovisi o pH vrijednosti. Ključno je odrediti potrebnu količinu dodanog klora i trajanje kontakta s vodom koja se dezinficira. Početno dodani klor prvenstveno se koristi za oksidaciju organskih i anorganskih tvari u vodi, a zatim reagira s amonijakom tvoreći kloramine i organoklorne spojeve. Nakon toga dolazi do razgradnje kloramina i organoklornih spojeva, a ostatak je slobodni klor. Organske tvari u sirovoj vodi oksidiraju i troše određenu količinu klora (mg/l). Kod većeg onečišćenja, posebno površinskih voda, primjenjuje se veća količina klora, odnosno provodi se predkloriranje vode. Poteškoće u dezinfekciji vode klorom nastaju kada su u vodi prisutni fenoli. U takvim slučajevima, prije kloriranja, koristi se amonijak, a zatim klor.

Čak i pri niskim koncentracijama, klor ima nepovoljan i opasan učinak na ljudski organizam. On može nadražiti dišne organe, a pri većim koncentracijama može izazvati iritaciju sluznice nosa i očiju. Koncentracija od 40 do 60 ppm (1 dijelova po milijun) može biti opasna za život, čak i pri kratkotrajnom izlaganju. Važno je obratiti posebnu pažnju na zaštitu od mogućeg trovanja klorom, pa se stoga na klornim postajama postavljaju jasna upozorenja (Tušar, 2009).

2.4.2. Ozonizacija

Ozonizacija je proces dezinfekcije vode koji koristi ozon. Ozon je alotropna modifikacija kisika i izuzetno snažno oksidacijsko i dezinfekcijsko sredstvo. Uobičajeno je nestabilan plin koji se proizvodi na mjestu upotrebe prolaskom zraka ili kisika između elektroda visokog napona (od 8 kV do 20 kV) i frekvencije od 50 Hz do 500 Hz. Atom kisika oslobođen raspadanjem ozona ima snažan učinak na mikroorganizme i organske tvari. Ovaj proces je brži i učinkovitiji pri nižim temperaturama. Ozon se obično dodaje na kraju procesa tehnološkog pročišćavanja vode. Zbog kratkotrajnog dezinfekcijskog učinka, nakon ozonizacije vode obično se dodaje klor kako bi se osiguralo dugotrajno djelovanje. S obzirom na to da je ozon otrovan plin, postupci ozoniranja obično se izvode u zatvorenim kontaktnim bazenima, a višak ozona uništava se kako bi se spriječile neželjene posljedice. Primjena ozoniranja za dezinfekciju otpadnih voda je rijetka (Tušar, 2009).

2.4.3. Ultraljubičasto zračenje (UV-zračenje)

Ultraljubičasto zračenje (UV-zračenje) je također proces dezinfekcije koji se provodi zračenjem mikroorganizama ultraljubičastim zrakama, što izaziva biokemijske promjene i njihovu smrt. Ortutove lampe su izvor UV-zraka. Međutim, dezinfekcijski učinak ovog procesa je kratkotrajan. Kako bi se produljilo djelovanje, često se dodaje klor, slično kao i kod dezinfekcije ozonom (Tušar, 2009).

2.4.4. Ionizacijsko zračenje

Ionizacijsko zračenje je također proces dezinfekcije vode. Uobičajeni izvori zračenja su kobalt 60 ili cezij 137 te uređaji za zračenje gama-zrakama. Za postizanje ionizacijskog zračenja koriste se akceleratori s energijom od 0,5 do 10 MeV. Međutim, procesi dezinfekcije otpadnih voda zračenjem rijetko se primjenjuju zbog visokih troškova pogona i potrebe za dodatnom obukom radnika za rad s takvim uređajima (Tušar, 2009).

3. MATERIJALI I METODE

3.1. Zadatak

Zadatak završnog rada bio je provjeriti dugotrajnost dezinfekcije bunarske vode Izosanom G od Plive. Uzorci vode uzeti su iz privatnog bunara u selu Tekić. Voda se na analizu nosila svakih 5 dana u Zavod za javno zdravstvo u Požegi.

3.1.1. Dezinfekcijsko sredstvo

Za dezinfekciju vode u bunaru korišten je klorni preparat natrij-dikloroizocijanurat-dihidrat, komercijalno poznat kao Izosan G (Pliva). Izosan G se koristi otopljen u vodi, pri čemu se dozira pomoću priloženih mjerica za doziranje. Pripremljene otopine prema uputama iz tablice sadrže odgovarajuću količinu slobodnog rezidualnog klora kako bi osigurale pouzdan germicidni učinak. Izosan G ima baktericidno i fungicidno djelovanje te inaktivira viruse poput poliovirusa, virusa hepatitisa tipa A, HBV, HCV i HIV (PLIVAsept, url). U bunar iz kojeg su se uzimali uzorci vode dodano je 10,5 g Izosana G na otprilike 7000 L vode.

Tablica 1. Upute za uporabu Izosana G (PLIVAsept, url)

Uporaba	Koncentracija	Način
Opća sanitacija, podovi, zidovi, radne površine, oprema i pribor, sanitarije	1-2 g u 5 L vode	Jednokratno ili višekratno, brisanje ili uranjanje (3 min-2 sata), bez ispiranja vodom
Dezinfekcija pribora za jelo i piće, kuhinjskog posuđa i radnih površina	1-2 g u 1000 L vode	Uranjanje nakon pranja u trajanju 3-5 min, bez ispiranja
Dezinfekcija vode za piće	1,5-2 g u 1000 L vode	Voda je pogodna za piće 10-30 min nakon otapanja granulata
Dezinfekcija vode u bazenima za rekreaciju i terapiju	1,5-2 g u 1000 L vode	Postupak se vrši 2 puta dnevno, ujutro i uvečer
Dezinfekcija rublja u bolnicama i u hotelima	1-2 g u 5 L vode	Natapanje rublja prije postupka pranja kroz 2 sata, bez ispiranja vodom

3.2. Mikrobiološka analiza vode

Mikrobiološkom analizom vode određivalo se:

- a) ukupne koliformne bakterije
- b) enterokoki
- c) ukupan broj kolonija na 36 °C
- d) ukupan broj kolonija na 22 °C
- e) *Escherichia Coli*

Tablica 2. Maksimalno dopuštene koncentracije mikrobioloških pokazatelja u vodi (Pravilnik o parametrima sukladnosti, metodama analiza i monitorinzima vode namjenjene za ljudsku potrošnju, NN 64/2023).

Pokazatelj	Jedinica	MDK
Ukupni koliformi	broj/100 ml	0
Enterokoki	broj/ 250 ml	0
Broj kolonija na 36 °C	broj/ 1 ml	20
Broj kolonija na 22 °C	broj/ 1 ml	100
<i>Escherichia coli</i>	broj/ 250 ml	0

3.2.1. Membranska filtracija

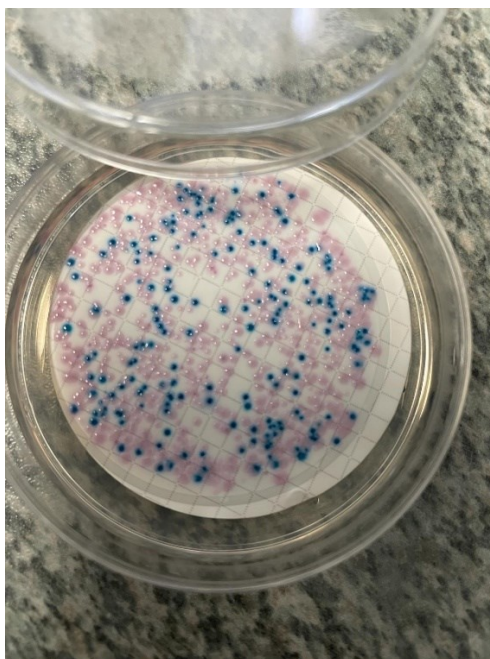
Membranska filtracija se dokazala kao najbolja metoda za mikrobiološku analizu voda zbog svoje jednostavnosti, praktičnosti, ekonomičnosti, ponovljivosti te sposobnosti kvantitativnog određivanja mikroorganizama. Prije samog početka filtracije potrebno je sterilizirati sve ljevke pomoću vate koja je natopljena u 70 % - tni alkohol te nakon toga se moraju i dodatno sterilizirati plamenom iz plamenika. Ljevci se moraju skinuti sa postolja i okrenuti naopako kako bi se sterilizirali plamenom dijelovi koji se vatom nisu mogli dokučiti. Filter papir promjera 0,45 mikrona koji zadržava sve bakterije veće od promjera samog papira, steriliziranom pincetom se stavlja na postolje. Ljevci se vraćaju na postolje, učvršćuju i dodaje se 100 ml uzorka vode, a zatim se pali pumpa koja uvlači vodu kroz filter papir (Arhiva Zavoda za javno zdravstvo Požeško – slavonske županije).



Slika 5. Membranska filtracija (Izvor: autor)

3.2.2. Određivanje *Escherichia Coli* i ukupnih koliformnih bakterija

Nakon postupka membranske filtracije, uzorci se inkubiraju 24 sata na temperaturi od 36 °C. Nakon inkubacije, potrebno je prebrojati sve kolonije koje pokazuju pozitivnu reakciju za P-D galaktozidazu i 3-D glukuronidazu. Kolonije tamnoplave ili ljubičaste boje su *Escherichia coli*. Kolonije koje daju pozitivnu reakciju za P-D galaktozidazu imaju ružičastu ili crvenu boju i predstavljaju koliformne bakterije. Za provjeru je li riječ o koliformnim bakterijama ili *Escherichia coli*, provodi se oksidaza test. Poželjno je testirati najmanje 10 ružičastih ili crvenih kolonija. Dio kolonije prenosi se mikrobiološkom ušicom i razmazuje na papirnatu disk za oksidaza test. Pojava plavo-ljubičaste boje nakon 30 sekundi ukazuje na pozitivnu reakciju i prisutnost *Escherichia coli*. Koliformne bakterije daju negativan rezultat za oksidazu (Arhiva Zavoda za javno zdravstvo Požeško – slavonske županije).



Slika 6. *Escherichia coli* (Izvor: autor)

3.2.3. Određivanje Enterokoka

Za dokazivanje enterokoka koristi se bille aesculin azide agar. Agar se zagrije na 44 °C, a zatim se filter s kolonijama prenese na površinu agar podloge. Inkubira se 2 sata na 44 °C. Nakon inkubacije, formira se tamnosmeđi ili crni halo oko kolonija te se sve te kolonije na kraju prebroje (Arhiva Zavoda za javno zdravstvo Požeško – slavonske županije).



Slika 7. Enterokoki (Izvor: autor)

3.2.4. Određivanje ukupnog broja kolonija na 36 °C / 48 h i na 22 °C / 72 h

Potrebno je nasaditi 1 ml uzorka vode u petrijevu zdjelicu te zaliti hranjivim agarom za kvasce i plijesni. Da bi se agar ravnomjerno rasporedio po cijeloj podlozi zdjelicu je potrebno lagano protresti. Broj kolonija na 36 °C termostatira se 48 h a broj kolonija na 22 °C na 72 h. Nakon inkubacije broj kolonija se prebrojava (Arhiva Zavoda za javno zdravstvo Požeško – slavonske županije).

3.3. Kemijske analize

Od kemijskih analiza određivalo se: boja, mutnoća, pH / temperatura, električna vodljivost, utrošak KMnO₄, kloridi, amonijak, nitrati, nitriti, nitriti, željezo, mangan i aluminij.

Tablica 3. Maksimalno dopuštena koncentracija fizikalno – kemijskih parametara u vodi (Pravilnik o parametrima sukladnosti, metodama analiza i monitorinzima vode namjenjene za ljudsku potrošnju, NN 64/2023).

Parametar	Jedinica	MDK
Boja	jedinica boje Pt/Co skale	20
Mutnoća	µg/l	200
pH/temperatura	pH/ °C	≥6,5 – ≤9,5/25
Električna vodljivost	µS cm-1 na temperaturi od 20 °C	2500
Utrošak KMnO₄	mg/l O ₂	5,0
Kloridi	mg/l	250
Amonijak	mg/l	0,50
Nitrati	mg/l	50
Nitriti	mg/l	0,50
Aluminij	µg/l	200
Mangan	µg/l	50
Željezo	µg/l	200

3.3.1. Određivanje boje

Boja se mjeri pomoću stroja koji se zove spektrofometar u četvrtastim kivetama od 55 ml. Kiveta se prvo napuni destiliranom vodom i stavi se u spektrofometar i nulira (slijepa proba), a zatim se kiveta ispire i u nju se stavlja uzorak te se očita vrijednost na spektrofometru (Arhiva Zavoda za javno zdravstvo Požeško – slavonske županije).

3.3.2. Određivanje mutnoće

Mutnoća se određuje pomoću turbidimetra i pokazuje prisutnost suspendiranih tvari poput pijeska, otopljenih organskih i anorganskih tvari, planktona i drugih mikroorganizama. U kivetu se nasipa 10 ml uzorka vode te se kiveta zatim stavlja u turbidimetar na očitavanje. Nakon toga dobijemo rezultat kojemu je najveća dopuštena količina 4 NTU (Arhiva Zavoda za javno zdravstvo Požeško – slavonske županije).



Slika 8. Turbidimetar (Izvor: autor)

3.3.3. Određivanje pH vrijednosti i temperature

pH vrijednost i temperatura mjere se pomoću pH-metra. Prije mjerenja elektroda se mora isprati demineraliziranom vodom. Nakon ispiranja u čašicu sa uzorkom se uranja elektroda te se očita pH vrijednost i temperatura (Arhiva Zavoda za javno zdravstvo Požeško – slavonske županije).

3.3.4. Određivanje električne vodljivosti

Električna vodljivost mjeri se pomoću konduktometra. Uzorak vode se stavi u čašu te se uroni elektroda za mjerenje električne vodljivosti. Rezultat se tek očitava kad se brojka stabilizira (Arhiva Zavoda za javno zdravstvo Požeško – slavonske županije).



Slika 9. Konduktometar (Izvor: autor)

3.3.5. Određivanje utroška KMnO_4

Izmjeri se 100 ml uzorka pomoću menzure te se dodaje 5 ml sumporne kiseline. Erlenmeyerove tikvice poklope se manjim tikvicama kako bi se napravilo povratno hladilo. Tikvice sa uzorcima se stave na grijaču ploču do vrenja zatim se dodaje 15 ml kalijevog permanganata koji daje uzorku ljubičasto obojenje te se uzorak ponovno stavi na zagrijavanje, 10 minuta nakon vrenja dodaje se 15 ml oksalne kiseline koja razbistri uzorak (slijepa proba). Nakon toga ponovno se titrira KMnO_4 do pojave svijetlo ružičaste boje (Arhiva Zavoda za javno zdravstvo Požeško – slavonske županije).

3.3.6. Određivanje klorida

U tikvice se odmjeri 50 ml uzorka vode, nakon čega se dodaju 2-3 kapi kalijevog kromata koji daje žućkasto obojenje. Uzorci se titiraju srebrnim nitratom dok ne dođe do promjene boje u narančastu. Nakon titracije zabilježi se utrošak, a rezultat se pomnoži sa 20 (Arhiva Zavoda za javno zdravstvo Požeško – slavonske županije).



Slika 10. Određivanje klorida (Izvor: autor)

3.3.7. Određivanje amonijaka

Amonijak se određuje pomoću kivetnih testova LCK 303 (RANG 0,02 – 2,5 mg/L NH₄). Izmjeri se 0,5 ml uzorka te se doda reagens koji se nalazi u čepu. Kiveta se promućka kako bi se reagens otopio te se ostavi na 15 minuta. Na kraju kiveta se stavlja u spektrofometar na očitavanje (Arhiva Zavoda za javno zdravstvo Požeško – slavonske županije).

3.3.8. Određivanje nitrata

Kiveta se napuni destiliranom vodom, postavi u uređaj i nulira. Zatim se u drugu kivetu stavi standard s koncentracijom od 10 mg/l i očita. Nakon toga, kiveta se dobro ispere, dodaje se uzorak, te se izmjeri rezultat. Ako su rezultati veći od dopuštenog, uzorak se razrijedi destiliranom vodom, zatim se unese faktor razrjeđenja na uređaj, te se izmjeri konačni rezultat (Arhiva Zavoda za javno zdravstvo Požeško – slavonske županije).

3.3.9. Određivanje nitrita

U kivetu se ulije 10 ml uzorka i doda se jedan jastučić reagensa, nakon čega se promiješa. Mješavina se ostavi da odstoji 20 minuta, a istovremeno se pripremi slijepa proba dodavanjem 10 ml uzorka u drugu kivetu. Nakon 20 minuta, slijepa proba se stavi u spektrofotometar te se nulira. Nakon toga, u spektrofotometar se stavi kiveta s uzorkom, te se izmjeri rezultat (Arhiva Zavoda za javno zdravstvo Požeško – slavonske županije).

3.3.10. Određivanje aluminija

Menzura se napuni do oznake 50 ml, a zatim se dodaje sadržaj jednog jastučića Ascorbic acid. Menzura se začepi i nekoliko puta okrene kako bi se prah otopio. Nakon toga, doda se sadržaj jednog jastučića AluVeraluminium reagensa. U menzuri se razvije narančasta boja, što ukazuje na prisutnost aluminija. Menzuru je potrebno neprestano okretati 3 minute. Zatim se 25 ml otopine prelije u kivetu, a u preostalih 25 ml u menzuri doda se sadržaj 1 jastučića Bleaching3 reagensa te se menzura snažno mučka 30 sekundi. Nakon toga, tih 25 ml se prelije u drugu kivetu, koja je postavljena sa štopericom na 15 minuta. Kiveta se zatim stavlja u uređaj koji očitava 0,000 mg/L Al. Zatim se dodaje uzorak te se rezultat pomnoži sa 1000 (Arhiva Zavoda za javno zdravstvo Požeško – slavonske županije).



Slika 11. Određivanje aluminija (Izvor: autor)

3.3.11. Određivanje mangana

Kiveta se do oznake napuni destiliranom vodom (slijepa proba). Zatim se u drugu kivetu dodaje 10 ml uzorka te se dodaje sadržaj jednog jastučića Ascorbic acid u svaku kivetu. Kivete se protresu par puta kako bi se reagens otopio. Dodaje se 15 kapi Alkaline – cyanide reagens otopine u svaku kivetu te 21 kap PAN indikator otopine u svaku kivetu. Kivete se moraju okrenuti par puta kako bi se sve promiješalo. Vrijeme potrebno za reakciju je 2 minute. Nakon 2 minute prvo se stavlja slijepa proba u uređaj, a zatim pripremljeni uzorak. Na kraju rezultat se očitava u mg/L Mn i pomnoži sa 1000 (Arhiva Zavoda za javno zdravstvo Požeško – slavonske županije).

3.3.12. Određivanje željeza

Kiveta se napuni s 10 ml uzorka za slijepu probu. Zatim se druga kiveta napuni s 10 ml uzorka i dodaje se sadržaj jednog jastučića FerroVeriron reagensa. Kiveta se začepi i nekoliko puta protrese kako bi se prah otopio. Nakon 3 minute čekanja, kiveta se stavlja u uređaj i očitava se rezultat u mg/L Fe. Dobiveni rezultat se pomnoži sa 1000 kako bi se izrazio u ppm (Arhiva Zavoda za javno zdravstvo Požeško – slavonske županije).

4. REZULTATI I RASPRAVA

Tablica 4. Rezultati mikrobiološke analize bunarske vode prije dezinfekcije

Ukupne koliformne bakterije (broj / 100 ml)	138
<i>Escherichia coli</i> (broj / 250 ml)	46
Enterokoki (broj / 250 ml)	0
Broj kolonija na 36 °C (broj / 1 ml)	274
Broj kolonija na 22 °C (broj / 1 ml)	410

Bunarska voda prije dezinfekcije Izosanom G nije ispravna. Ukupne koliformne bakterije, *Escherichia coli*, broj kolonija na 36 °C te broj kolonija na 22 °C ne odgovaraju maksimalno dopuštenim koncentracijama iz Pravilnika o parametrima sukladnosti, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnost javne vodoopskrbe (Pravilnik o parametrima sukladnosti, metodama analiza i monitorinzima vode namjenjene za ljudsku potrošnju, NN 64/2023).

Tablica 5. Rezultati mikrobiološke analize bunarske vode 5 dana nakon dezinfekcije

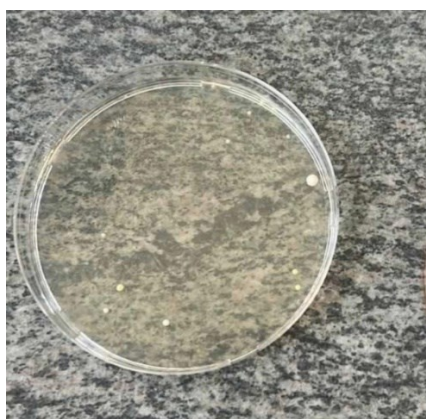
Ukupne koliformne bakterije (broj / 100 ml)	0
<i>Escherichia coli</i> (broj / 250 ml)	0
Enterokoki (broj / 250 ml)	0
Broj kolonija na 36 °C (broj / 1 ml)	0
Broj kolonija na 22 °C (broj / 1 ml)	0

Nakon 5 dana voda je i dalje dezinficirana te nisu pronađene bakterije i odgovara maksimalno dopuštenim koncentracijama iz Pravilnika o parametrima sukladnosti, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnost javne vodoopskrbe (Pravilnik o parametrima sukladnosti, metodama analiza i monitorinzima vode namjenjene za ljudsku potrošnju, NN 64/2023).

Tablica 6. Rezultati mikrobiološke analize bunarske vode 10 dana nakon dezinfekcije

Ukupne koliformne bakterije (broj / 100 ml)	0
<i>Escherichiacoli</i> (broj / 250 ml)	0
Enterokoki (broj / 250 ml)	0
Broj kolonija na 36 °C (broj / 1 ml)	20
Broj kolonija na 22 °C (broj / 1 ml)	36

Nakon 10 dana uočava se porast broja kolonija na 36 °C i porast broja kolonija na 22 °C, ali voda je i dalje dezinficirana i odgovara maksimalno dopuštenim koncentracijama iz Pravilnika o parametrima sukladnosti, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnost javne vodoopskrbe (Pravilnik o parametrima sukladnosti, metodama analiza i monitorinzima vode namjenjene za ljudsku potrošnju, NN 64/2023).

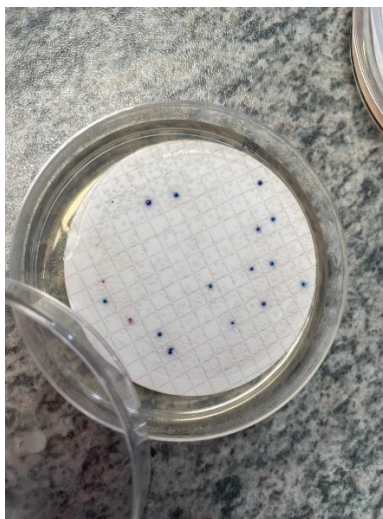


Slika 12. Porast kolonija na 36 °C (Izvor: autor)

Tablica 7. Rezultati mikrobiološke analize bunarske vode 15 dana nakon dezinfekcije

Ukupne koliformne bakterije (broj / 100 ml)	80
<i>Escherichia coli</i> (broj / 250 ml)	40
Enterokoki (broj / 250 ml)	0
Broj kolonija na 36 °C (broj / 1 ml)	200
Broj kolonija na 22 °C (broj / 1 ml)	400

Nakon 15 dana Izosan G je prestao djelovati te voda više nije mikrobiološki ispravna. Ukupne koliformne bakterije, *Escherichiacoli*, broj kolonija na 36 °C te broj kolonija na 22 °C ne odgovaraju maksimalno dopuštenim koncentracijama iz Pravilnika o parametrima sukladnosti, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnost javne vodoopskrbe (Pravilnik o parametrima sukladnosti, metodama analiza i monitorinzima vode namjenjene za ljudsku potrošnju, NN 64/2023).



Slika 13. *Escherichia coli* (Izvor: autor)

Tablica 8. Rezultati kemijske analize

Boja	< 5
Mutnoća	0,89
pH/temperatura	6,7 / 23,4
Električna vodljivost	904
Utrošak KMnO₄	7,526
Kloridi	23,8
Amonijak	0
Nitrati	0,1
Nitriti	0
Aluminij	30
Mangan	28
Željezo	30

Rezultati odgovaraju maksimalno dopuštenim koncentracijama iz Pravilnika o parametrima sukladnosti, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnosti javne vodoopskrbe (Pravilnik o parametrima sukladnosti, metodama analiza i monitorinzima vode namjenjene za ljudsku potrošnju, NN 64/2023).

5. ZAKLJUČAK

- Voda je jedan od najvažnijih prirodnih resursa na Zemlji, neophodan za održavanje života i funkcioniranje ekosustava.
- Onečišćenje vode obuhvaća svaku promjenu u fizikalnoj, kemijskoj ili biološkoj kakvoći vode koja ima štetan utjecaj na žive organizme ili čini vodu neprikladnom za određenu namjenu.
- Veliki broj bakterija prisutan je u vodi koja je kontaminirana otpadnim vodama ili industrijskim biorazgradivim organskim spojevima.
- U kontaminiranoj vodi najčešće se nalaze koliformne bakterije.
- Kvaliteta bunarske vode može varirati ovisno o geološkim obilježjima regije, vrsti stijena i tla te prisutnosti prirodnih minerala ili kontaminanata.
- Za osiguranje čistoće i sigurnosti bunarske vode, često se primjenjuju sustavi filtracije, dezinfekcije i obrade vode.
- Rezultati analize pokazuju da dezinfekcijsko sredstvo Izosan G djeluje 15 dana

6. LITERATURA

1. Arhiva zavoda za javno zdravstvo
2. Tušar, B. (2009) Pročišćavanje otpadnih voda. *Općenito*. Zagreb: Kigen d.o.o, Zagreb, str. 17-27, 111
3. Matić, E. (2019) *Mikrobiološka analiza vode iz plitkih bunara*. Završni rad. Požega: Veleučilište u Požegi
4. Gjirlić, T. (2016) *Antropogena onečišćenja u vodi za piće i njihov utjecaj na zdravlje*. Diplomski rad. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet
5. Pravilnik o parametrima sukladnosti, metodama analiza i monitorinzima vode namijenjene za ljudsku potrošnju. (NN 64/2023)

Mrežne stranice:

1. CWG, url: <https://cwg.hr/know-how/bunarska-voda/> [Pristup 3.4.2024.]
2. Gospodarski list, url: <https://gospodarski.hr/rubrike/ostalo/postupci-u-izgradnji-bunara/> [Pristup 15.4.2024.]
3. PLIVA sept, url: <https://www.pliva-sept.hr/proizvodi/dezinficijensi-povrsine/Izosan-G-1kg.html> [Pristup 16.4.2024.]
4. U.S. FOOD & DRUG, url: <https://www.fda.gov/food/foodborne-pathogens/escherichia-coli-e-coli> [Pristup 19.4.2024.]
5. Wikipedia, url: https://hr.wikipedia.org/wiki/Hidrolo%C5%A1ki_ciklus#/media/Datoteka:Kru%C5%BEenje_vode-hidrolo%C5%A1ki_ciklus.png [Pristup 19.4.2024.]
6. Wikipedia, url: <https://en.wikipedia.org/wiki/Enterococcus> [Pristup 12.4.2024.]

POPIS SLIKA

Slika 1. Hidrološki ciklus

Slika 2. *Escherichia coli*

Slika 3. Enterokoki

Slika 4. Bunar

Slika 5. Membranska filtracija

Slika 6. *Escherichia coli*

Slika 7. Enterokoki

Slika 8. Turbidimetar

Slika 9. Konduktometar

Slika 10. Određivanje klorida

Slika 11. Određivanje aluminija

Slika 12. Broj kolonija na 36 °C

Slika 13. *Escherichia coli*

POPIS TABLICA

Tablica 1. Upute za uporabu Izosanom G

Tablica 2. Maksimalno dopuštene koncentracije mikrobioloških pokazatelja u vodi

Tablica 3. Maksimalno dopuštene koncentracije fizikalno – kemijskih parametara u vodi

Tablica 4. Rezultati mikrobiološke analize bunarske vode prije dezinfekcije

Tablica 5. Rezultati mikrobiološke analize bunarske vode 5 dana nakon dezinfekcije

Tablica 6. Rezultati mikrobiološke analize bunarske vode 10 dana nakon dezinfekcije

Tablica 7. Rezultati mikrobiološke analize bunarske vode 15 dana nakon dezinfekcije

Tablica 8. Rezultati kemijske analize

POPIS KRATICA I SIMBOLA

°C - Celzijev stupanj

BPK - biokemijska potrošnja kisika

% - postotak

mg/L - miligram na litru

ppm - dijelova na miliun (parts per million)

kV - kratkovalno područje

Hz - herc

G - gram

L - litra

Ml - mililitar

H - sat

pH - mjera lužnatosti vodenih otopina

NTU – nefelometar

IZJAVA O AUTORSTVU RADA

Ja, **Željka Barišić**, pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor završnog/diplomskog rada pod naslovom **Učinkovitost dezinfekcije vode iz zdenca Izosanom G** te da u navedenom radu nisu na nedozvoljen način korišteni dijelovi tuđih radova.

U Požegi, 02. srpnja 2024.

Željka Barišić

Željka Barišić