

PROCJENA RIZIKA ZA UKUPAN BROJ BAKTERIJA I UKUPNE KOLIFORME U VODI ZA LJUDSKU POTROŠNJU

Ukupan broj bakterija

Aerobne bakterije u vodi za ljudsku potrošnju uključuju velik raspon bakterija koje za svoj rast koriste izvore organskog ugljika. Broj bakterija općenito pokazuje ukupni teret aerobnih i fakultativno anaerobnih bakterija u vodi. Uključuju bakterije, kvasce i plijesni. Samim određivanjem ukupnog broja bakterija ne određuje se vrsta detektiranih mikroorganizama.

U svakom vodoopskrbnom sustavu broj bakterija povremeno i sezonski varira, ali unutar raspona osobitog za određeni izvor vode. Stoga u EU Direktivi o kvaliteti vode za ljudsku potrošnju za broj bakterija nije propisana MDK vrijednost već se navodi da kod ovog parametra ne smije biti „nenormalnih promjena“ (engl. no abnormal changes). U zakonodavstvu RH za broj kolonija na 22°C i 36 °C postavljena je MDK vrijednost od 100 kolonija/1 mL.

Stvarni ukupni broj bakterija koje su metabolički aktivne može varirati između lokacija, godišnjih doba i između uzastopnih uzoraka na jednoj lokaciji. Ukupan broj bakterija uključuje mikroorganizme koji su dio prirodne (obično neopasne) mikroflore pojedinog izvora odnosno sustava; a u nekim slučajevima, uključuju i organizme dobivene iz različitih izvora zagađivača.

Porasta broja bakterija s vremenom ili nagli porast mogu biti uzrokovani promjenom kvalitete sirove vode, problemima u tehnološkoj preradi vode ili u distribucijskom sustavu zbog neodgovarajućeg održavanja mreže. Povišene razine broja bakterija pojavljuju se posebno u dijelovima cjevovodnih distribucijskih sustava gdje voda stagnira, gdje je omogućen rast biofilмова, u kućnim instalacijama i na uređajima spojenim na instalacije poput omekšivača, karbonskih filtera i automata.

Broj bakterija, sam za sebe, ne predstavlja rizik za ljudsko zdravlje sve dok je ulazna vode prihvatljive mikrobiološke kvalitete. Međutim, uzroci porasta bakterija izvan „normalnog“ raspona moraju se istražiti i poduzeti popravne radnje. Glavne odrednice porasta bakterija su temperatura, dostupnost hranjivih sastojaka i nedostatak rezidualnog dezinfekcijskog sredstva. Hranjive tvari mogu potjecati iz vodnog tijela i/ili materijala koji je u kontaktu s vodom.

Raspoloživa istraživanja pokazuju da, u nedostatku fekalne kontaminacije, nema izravne veze između vrijednosti ukupnog broja bakterija u vodi za piće i zdravstvenih učinaka među općom populacijom. Bakterije koje se obično opisuju kao "oportunistički patogeni", a mogu rasti kao heterotrofni mikroorganizmi uključuju sojeve *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter spp.*, *Aeromonas spp.*, *Klebsiella pneumoniae* itd. Nema dokaz o povezanosti bilo kojeg od navedenih sojeva s gastrointestinalnim infekcijama izazvanima pijenjem vode za piće među općom populacijom. Navedeni sojevi mogu uzrokovati infekciju kod određenih ranjivih skupina kao što su imunokompromitirane osobe, osobe sa mokraćnim kateterima, intravenskim kateterima itd. Većina infekcija ipak je iz izvora koji nisu povezani s vodom (endogena flora, unakrsna infekcija od drugih osoba u zdravstvenim ustanovama ili općenito okruženje). Međutim, postoji određen broj epidemija koje su povezane s vodoopskrbom odnosno korištenjem vode (pranje, tuširanje).

Zaključak: Kod utvrđenog broj bakterija iznad MDK vrijednosti propisane Pravilnikom, pod uvjetom da su svi ostali pokazatelji utjecaja fekalnog onečišćenja u skladu s Pravilnikom, nisu potrebne nikakve mjere prema potrošačima u smislu prokuhavanja vode ili restrikcija korištenja vode. Međutim javni isporučitelji vodnih usluga moraju pronaći uzrok promjeni broja bakterija i provesti popravnu radnju. Najjednostavniji postupak kojim se normalizira broj bakterija je kontinuirano doziranje te eventualno

povećanje dezinfekcijskog sredstva pri čemu se ne smije prekoračiti MDK vrijednost rezidualnog dezinfekcijskog sredstva.

Literatura: 1. https://www.who.int/water_sanitation_health/dwg/HPCFull.pdf

Ukupni koliformi

Ukupni koliformi mogu biti fekalnog i nefekalnog podrijetla te nisu dobar pokazatelj fekalne kontaminacije. Stoga praćenje ukupnih koliforma u sirovoj površinskoj vodi ili izvorima ne pruža informacije o kvaliteti izvorne vode iz perspektive rizika za ljudsko zdravlje. S druge strane, u podzemnim vodama koje su manje osjetljive na fekalnu kontaminaciju, prisutnost ukupnih koliforma signalizira da je došlo do ulaska vode iz površinskih izvora u podzemne vode (nakon izgradnje nove bušotine ili nakon popravka ili zamjene bilo kojeg dijela bušotine ili crpke) ili da se u sustavu odvija rast ukupnih koliformnih bakterija.

Kao parametar operativnog monitoringa, ukupni koliformi pružaju informacije o adekvatnosti postupka obrade vode za ljudsku potrošnju i o mikrobiološkom stanju distribucijskog sustava.

Ukupne koliformne bakterije osjetljive su na procese koji se obično koriste u obradi vode za ljudsku potrošnju. Stoga, prisutnost ukupnih koliforma u vodi koja izlazi iz uređaja za obradu vode ukazuje na problem. Ukoliko se koliformi ne uklone obradom sirove vode oni mogu prodrjeti do biofilmova unutar distribucijskih sustava, te se mogu povremeno detektirati. Formiranje biofilmova na zidovima cijevi može imati ozbiljne posljedice na vodoopskrbne sustave. Pričvršćene stanice predstavljaju glavni udio biomase u distribucijskom sustavu i doprinose kontinuiranoj kontaminaciji vodene faze jer se bakterije otpuštaju s površine cijevi.

Ako ukupni koliformi nisu prisutni u vodi koja je napustila postrojenje za obradu vode, ali su otkriveni u distribucijskom sustavu ukazuju na moguće zagađenje unutar distribucijskog sustava (poprečni/unakrsni spojevi, povratni tok, nizak tlak...), onečišćenje vodosprema i/ili kontaminaciju uslijed puknuća i/ili popravaka u distribucijskom sustavu. Prisutnost koliformnih bakterija u vodi može biti i posljedica nedostatka rezidualnog dezinfekcijskog sredstva. Pojava koliforma u distribucijskim sustavima ovisi o složenoj interakciji kemijskih, fizikalnih, operativnih i inženjerskih parametara. Čimbenici koji su povezani sa koliformima su: filtracija (obrada), temperatura vode, vrsta dezinficijensa i rezidualni ostatak, asimilirani organski ugljik (AOC), korozija i odabir materijala cijevi.

Postoje mnogi okolišni sojevi koliforma, npr. *Klebsiella spp.* ili *Citrobacter spp.* koji ne predstavljaju prijetnju javnom zdravlju, ali daju pozitivan rezultat u uzorcima (Jones i Bradshaw, 1996.). *Enterobacter* i *Klebsiella* često koloniziraju unutarnje površine vodovodnih cijevi i vodosprema kada su uvjeti povoljni. Stoga, iako prisutnost ukupnih koliforma u nedostatku *E. coli* nema trenutačni značaj za javno zdravlje, njihovo prisustvo ukazuje na potrebu istraživanja uzroka, koji je narušio integritet sustava, od izvora do slavine potrošača.

Prema kanadskim smjernicama ukoliko se u više od 10% uzoraka u određenom periodu uzorkovanja u javnim vodoopskrbnim sustavima, ili u konsektivnim uzorcima s iste lokacije, uoči prisutnost koliformnih bakterija to ukazuje na promjene u kvaliteti vode i moraju se poduzeti popravne radnje. Ukoliko se detektira prisutnost ukupnih koliforma unutar stambenih objekata mora se odmah istražiti uzrok i poduzeti popravne radnje.

Inspektorat za vodu za piće Engleske i Walesa (DWI) u svoje je propise uključio obveznu vrijednost 0 koliforma na 100 ml u postrojenjima za obradu, obveznu vrijednost 0 koliforma na 100 ml u 95% uzoraka za vodu u rezervoarima (mreža) i neobavezna vrijednost 0 koliforma na 100 ml na slavini potrošača. U ovim propisima ne moraju se ispunjavati neobavezne vrijednosti, već se prekoračenja moraju istražiti i poduzeti mjere samo ako predstavljaju zdravstveni rizik.

Propisi o kvaliteti vode u Velikoj Britaniji navode da se *E. coli* ne smije otkriti u uzorku vode za piće od 100 ml i da se za svaki određeni distribucijski sustav koliformni organizmi ne smiju otkriti u više od 5% rutinskih uzoraka.

Svjetska zdravstvena organizacija u projektu za potrebe Europske komisije predložila je da se parametar ukupni koliformi ne uključuje u novu Direktivu o kvaliteti vode za ljudsku potrošnju jer njihovim praćenjem nema dodatne vrijednosti. Isto je objašnjeno činjenicom da je *E.coli* bolji indikator fekalnog onečišćenja, a također smatraju da ukupan broj bakterija ukazuje na integritet i održavanje vodoopskrbnog sustava kao i sposobnost formiranja biofilma te da nema potrebe određivati i ukupne koliforme.

Zaključak: Slično kao za broj bakterija, nesukladnost povezana s prisutnošću koliformnih bakterija se vrlo uspješno rješava odgovarajućom i kontinuiranom dezinfekcijom vode. Rutinsko ispiranje distribucijskog sustava također pomaže u ograničenju ponovnog rasta mikroorganizama u distribucijskom sustavu. Nadležni javni isporučitelj dužan je poduzeti mjere odmah po dobivanju pozitivnih rezultata i ponoviti uzorkovanje. Iako povećanje broja ukupnih koliforma, samo za sebe, nije opasan po ljudsko zdravlje, predstavlja veći rizik u odnosu na broj bakterija.

Na sjednici Stručnog povjerenstva za vodu namijenjenu ljudskoj potrošnji temeljem predstavljenog Mišljenja zaključeno je:

- da se za broj ukupnih koliformnih bakterija **<10/100 mL** bez prisutnosti *E. coli* od strane sanitarnih inspektora Državnog inspektorata naloži mjera ispiranja unutarnje mreže pri tome treba sanitarni inspektor uzeti u obzir mjesto uzorkovanja, povijesnost rezultata analitičkih izvješća tog sustava, starost sustava (prisutnost biofilma u distribucijskom sustavu /unutarnjoj mreži),

-da se za broj ukupnih koliformnih bakterija **> 10/100 mL** bez prisutnosti *E. coli* od strane sanitarnih inspektora Državnog inspektorata naložiti /narediti zabranu opskrbu vodom, distribuciju ili stavljanje na tržište vode za namijenjene za ljudsku potrošnju koja predstavlja opasnost ili potencijalnu opasnost za zdravlje ljudi

U slučaju prisutnosti *E. coli* koi je direktan pokazatelj fekalnog zagađenja vode za ljudsku potrošnju od strane sanitarnog inspektora Državnog inspektorata naložiti /narediti zabranu opskrbu vodom, distribuciju ili stavljanje na tržište vode za namijenjene za ljudsku potrošnju koja predstavlja opasnost ili potencijalnu opasnost za zdravlje ljudi.

Literatura:

1. <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/publications/healthy-living/guidelines-canadian-drinking-water-quality-guideline-technical-document-total-coliforms.html>
2. <https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/water-distribution-system>
3. <https://www.nap.edu/read/9595/chapter/12>