

Procjena rizika

Legionella u vodi za ljudsku potrošnju

U smislu članka 12. stavak 1. točka 2. i 7. Zakona o vodi za ljudsku potrošnju („Narodne novine“ br. 56/13, 64/15, 104/17, 115/18, 16/20) Stručno Povjerenstvo za vodu za ljudsku potrošnju donijelo je ovu procjenu rizika i prijedlog MDK vrijednosti za parametar *Legionella* koji se određuje u vodi za ljudsku potrošnju. Ova procjena rizika se primjenjuje kod postupanja do reguliranja parametra *Legionella* u sklopu 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 (NN 125/17, 39/20).

1. Uvod

Legionele su patogeni mikroorganizami, koji su široko rasprostranjeni u prirodi, nalaze se u vodenom ekosustavu, površinskim i podzemnim vodama, a mogu se naći i u vlažnoj zemlji. Životni ciklus legionela vezan je uz vodu; preživljavaju, razmnožavaju se, prenose se i izvor infekcije je voda. U prirodnim vodenim sustavima nalaze se u malom broju i ne predstavljaju opasnost za zdravlje ljudi. Opasnost po ljudsko zdravlje predstavljaju kada uđu u sustave koji koriste vodu i imaju pogodne uvjete za njihov rast i razmnožavanje. Prisutnost legionela u vodoopskrbnim sustavima vezana je uz njihovu izgradnju, oštećenja vodovodnih cijevi, neispravne spojeve na mjestima potrošnje te ulijevanje površinske vode u vodoopskrbnu mrežu, ali i uz redovan rad sustava.

Optimalni uvjeti za kolonizaciju vodoopskrbnih sustava te opreme vezane uz vodoopskrbnu mrežu su temperature između (20) 25°C i 50°C, smanjen protok vode te formiranje biofilмова s povećanim koncentracijama željeza. Biofilmovi su jako složeni mikrobiološki sustavi koji se sastoje od bakterija, algi i protozoa, a koje su priljubljene uz površinu (npr. vodovodne cijevi) i koje izlučuju ljepljivu tvar koja ih štiti od utjecaja iz okoliša. Važna značajka biofilma je da se njegovi komadići mogu otkinuti i nošeni vodenom strujom prenositi na druga mjesta.

Rizik od pojavnosti legionela je veći gdje:

- se vodoopskrbni sustav ne koristi neko vrijeme (npr. više od 72 sata ili više od jednog tjedna),
- postoje rijetko korištena izljevna mjesta,
- je došlo do problema s vodoopskrbnim sustavom, uključujući održavanje temperature vode, postavljanje novih sanitarnih uređaja ili rad na kombiniranom sustavu grijanja / tople vode.
- u dionicama cjevovoda nema protoka ili je vrlo spor,
- nema redovitog održavanja i ispiranja sustava,
- je primijenjeni materijal cijevi i zapornih tijela neprikladan za uvjete i sastav vode.

Patogene legionele rastu do visokih koncentracija u slobodno živućim protozoama, *Fischerella* spp. i drugim bakterijama. Stanice legionele se mogu otpuštati u aerosol u različitim oblicima:

kao slobodne stanice, stanice unutar fragmenata biofilma ili stanice povezane sa protozoanskim trofozoitima, cistama ili istjeranim vezikulama (strukture vezane na membranu koje sadrže nerazgrađene materijale).

Uobičajeni putevi izloženosti uključuju udisanje aerosola korištenjem tuševa, vrućih kada, ovlaživača, raspršivača, rashladnih tornjeva, fontana i slično.

Glavno sredstvo za kontrolu legionele je održavanje temperature vode iznad minimalno 55 °C za toplu vodu i ispod 20 °C za hladnu vodu.

2. Epidemiologija

Legioneloze su bolesti izazvane bakterijama roda *Legionella*, posebno *Legionella pneumophila* (*L. pneumophila*) (85-90% infekcija), javljaju se povremeno tijekom čitave godine. Izazivaju ozbiljnu plućnu infekciju (Legionarsku bolest) kod imuno kompromitiranih osoba, starijih te oboljelih od neke druge plućne bolesti. Infekcija može biti i blagog oblika sličnog gripu (Pontiac groznica). Nema prijenosa bolesti s čovjeka na čovjeka.

Rizik povezan s legionelozama ovisi o nizu faktora kao što su:

- prisutnost legionele u dovoljnoj količini
- uvjeti pogodni za razmnožavanje legionela (npr. temperatura između 20 °C i 42 °C, pri čemu su optimalni uvjeti za rast i razmnožavanje između 32 °C i 42 °C)
- izvor hranjivih sastojaka (npr. mulj, hrđa, protozoe, dostupni organski ugljik, bakterije i biofilmovi)
- način stvaranja i širenja aerosola (tipična veličina kapljica <5 μm može se udahnuti duboko u pluća) koji sadrže živu legionelu (potencijalni izvori, npr. tuševi i većina izljeva vode koji su sposobni stvoriti aerosol).

Kontaminirana voda predstavlja rizik kada se rasprši u zrak kao aerosol s manjim kapljicama (promjera <5 μm) koje dulje ostaju u zraku, a prodiru duboko u pluća (alveole). Također, rizik raste s povećanjem broja inhaliranih bakterija.

Dva faktora određuju broj duboko udahnutih bakterija:

i) koncentracija bakterija u zraku

i

ii) trajanje izlaganja kontaminiranom zraku.

Koncentracija bakterija u zraku ovisi o koncentraciji bakterija u vodi i količini kontaminirane vode raspršene u određenom volumenu zraka. Koncentracija živih bakterija u zraku brzo se smanjuje s udaljenošću od izvora ovisno o vlažnosti i temperaturi.

Izlaganje pod tušem obično je ograničeno na nekoliko minuta, dok je izlaganje u kadi mnogo duže. Rizik se povećava s brojem legionela u zraku, brzinom disanja pojedinca i dužinom vremena kojem je osoba izložena. Mogućnost da se infekcije legionelom pojave povećavaju se s brojem i osjetljivošću izloženih ljudi. Infektivna doza nije pouzdano utvrđena i vjerojatno varira od osobe do osobe (ovisno o osjetljivosti).

3. Uzorkovanje

Prilikom planiranja uzorkovanja potrebno je definirati svrhu uzorkovanja (interne/ rutinske analize pojedinog objekta ovisno o standardima koje moraju poštivati, službene kontrole, protuepidemijske aktivnosti i mjere, te druge svrhe od interesa za dionike), broj uzoraka, vrstu uzoraka (topla ili hladna voda) i način (prvi mlaz ili i uzorak nakon ispiranja). Važno je osigurati dovoljan broj sterilnih spremnika od 1 litre.

Za inaktivaciju dezinfekcijskih sredstava na bazi klora potrebno je u spremnike za uzorkovanje od 1 litre dodati 1 mL 0,1 N natrij tiosulfata ili kalij tiosulfata. Tiosulfat se može dodati u spremnik prije sterilizacije ili u spremnik sa uzorkom nakon uzorkovanja (u tom slučaju 0,1 N tiosulfat se mora sterilizirati filtracijom kroz filter 0,2 μ m).

Uzorkovanje vode obavlja se prema normi HRN EN ISO 19458:2008- Kakvoća vode – Uzorkovanje za mikrobiološku analizu, prema Tablici 1., točka 4.4. U svrhu utvrđivanja mjesta kolonizacije legionelama uzorkuje se prvi mlaz ili/i uzorak nakon ispiranja. „Prvi mlaz“ upućuje na kolonizaciju legionela na izljevnom mjestu i pokazatelj je kvalitete vode u slavini/tušu. Uzorak „nakon ispiranja“ upućuje na objektivnu provjeru cijelog sustava potrošne tople i hladne vode.

Kod „prvog mlaza“ primjenjuje se svrha C – voda kakva se koristi (topla ili/i hladna voda), prvi mlaz, bez prethodnog skidanja perlatora i dezinfekcije izljevnog mjesta. Kod uzorka „nakon ispiranja“ primjenjuje se svrha A – ispuštanje vode, skidanje perlatora, dezinfekcija izljevnog mjesta.

Uzorkovanje vode – „prvi mlaz“ za toplu ili hladnu vodu:

- slavinu/tuš namjestiti na poziciju za ispušt maksimalno tople ili hladne vode;
- otvoriti slavinu/tuš i puniti spremnik (da se uzorkuje prvi mlaz);
 - kod uzorkovanja iz tuša, obuhvatiti glavu tuša sterilnom vrećicom, otvoreni dio vrećice stisnuti oko ručke tuša, odrezati donji ugao vrećice te otvor vrećice namjestiti iznad otvora spremnika i pustiti vodu;
- nakon 1 minute izmjeriti temperaturu vode (sredina mlaza, termometar prebrisati 70-75%-tnim etanolom);
- nastaviti s punjenjem spremnika od 1 L, ukoliko nije napunjen tijekom prve minute punjenja;
- određivanje slobodnog rezidualnog klora (SRK) ili drugog dezinfekcijskog sredstva
 - u toploj vodi se određuje samo kod objekata pod epidemiološkim nadzorom tj. u objektima koji imaju Rješenje izdano od strane Sanitarne inspekcije kojim se definira kloriranje tople vode u internim instalacijama tople vode;

U slučaju kada se uzorkuje „prvi mlaz“ i tople i hladne vode, nakon uzimanja tople vode, kroz jednu minutu se ispuste zaostaci tople vode, izmjeri se temperatura vode i SRK te se nakon toga napuni spremnik hladnom vodom.

Uzorkovanje vode nakon ispiranja

- ispuštati vodu najmanje 2-3 minute,
- izmjeriti temperaturu (sredina mlaza) i SRK (čekati dok se parametri ne stabiliziraju),
- napuniti spremnik.

Lokacije uzorkovanja

Uzorkovanje tople vode za potrebe određivanja broja *Legionella* potrebno je obaviti na sljedećim mjestima:

- na izlazu iz spremnika tople vode ili na mjestu koje je najbliže spremniku
- na najudaljenijem mjestu od spremnika tople vode
- na odabranim međulokacijama čiji broj ovisi o veličini sustava

U slučaju izvedbe sustava kao recirkulacijskog, potrebno je uzorkovati na samom završetku recirkulacijskog voda, neposredno pred ulazak u kotao na novo dogrijavanje. Na istom mjestu potrebno je obaviti i provjera temperature, koja bi trebala iznositi minimalno 55 °C.

Ukoliko objekt nema spremnik tople vode i dobiva toplu vodu na neki drugi način potrebno je odabrati mjesta uzorkovanja sukladno izvedbi sustav tople vode odnosno mogućnostima u datim okolnostima.

Preporuča se ispitati i prisutnost *Legionella* u hladnoj vodi neposredno nakon ulaska u zgradu ili na mjestu isporuke (vodomjeru) ili na najbližem hidrantu. Također, se preporuča uzorkovati hladnu vodu na istim izljevnim mjestima na kojima su uzeti uzorci tople vode, a posebno ukoliko se uoči da je temperature hladne vode na tim mjestima $> 20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Prilikom uzorkovanja potrebno je sve podatke zabilježiti u zapisnik s uzorkovanja koji treba sadržavati sve podatke o provedenom uzorkovanju, zapažanjima s terena i terenskim mjerenjima.

Transport uzoraka

Uzorke nakon uzorkovanja transportirati i čuvati na $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $8\text{ }^{\circ}\text{C}$, odnosno okolišnoj temperaturi za uzorke tople vode. Toplu i hladnu vodu čuvati u odvojenim prijenosnim hladnjacima (točka 5.1 HRN EN ISO 19458:2008).

4. Provedba analize

Uzorak dostaviti unutar 24 h odnosno maksimalno 48 h uz obavezno čuvanje na $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $8\text{ }^{\circ}\text{C}$ u laboratorij i provesti analizu uzoraka prema normi HRN EN ISO 11731: 2017.

U ispitnom izvještaju potrebno je navesti sve detalje za točnu identifikaciju lokacije uzorkovanja (kat, broj sobe, pozicija –slavine/tuša na kojoj je uzorkovano). Također, jasno naznačiti radi li se o uzorku tople ili hladne vode, te radi li se o uzorku prvog mlaza ili nakon ispiranja.

5. Interpretacija rezultata

Protuepidemijske aktivnosti provode se prema procjeni epidemiologa te preporučene radnje i mjere mogu odstupati od onih navedenih u niže prikazanim tablicama u kojima je dana minimalna učestalost uzorkovanja tople vode i načini djelovanja ovisno o dobivenim rezultatima određivanja *Legionella*:

- i) u sustavima tople vode u hotelima, kampovima, sportskim dvoranama i ostalim javnim objektima u kojima se stvara aerosol tijekom korištenja (tablica 2);
i
- ii) u sustavima tople vode u bolnicama, domovima za starije i nemoćne te ostalim zdravstvenim ustanovama u kojima borave imuno kompromitirane osobe i pacijenti (tablica 3).

U tablici 1 dan je prikaz tumačenja rezultata analiza uzoraka prije i poslije ispiranja što pomaže u utvrđivanju je li kolonizacija lokalna oko samog izljevno mjesta ili na cijelom sustavu.

Tablica 1: Određivanje mjesta kolonizacije uzorkovanjem prije i nakon ispiranja tople vode

	Prisutnost legionela (cfu/L) u uzorcima prije ispiranja	Prisutnost legionele (cfu/L) u uzorcima nakon ispiranja	Komentari o pozitivnim uzorcima na legionele
Kontaminacija internog	Razine (cfu/L) su slične	Obično su razine (cfu/L) slične	Veliki udio izljevno mjesta može biti pozitivan, ali to će ovisiti i o internom

vodoopskrbnog sustava	razinama pronađenima u uzorcima nakon ispiranja	razinama pronađenima u uzorcima prije ispiranja	vodoopskrbnom sustavu i drugim faktorima rizika (npr. kontrola temperature, režimi ispiranja i prisutnost slijepih završetaka)
Kontaminacija slavine	Obično su razine (cfu/L) veće od onih dobivenih nakon ispiranja	Obično su razine niske ili ih uopće nema	Mogu biti isprekidani s pozitivnim i negativnim izljevnim mjestima, ali to će ovisiti i o internom vodoopskrbnom sustavu i drugim faktorima rizika (npr. kontrola temperature, režimi ispiranja i prisutnost slijepih završetaka)

Tablica 2. Minimalna učestalost uzorkovanja **tople vode** i načini djelovanja ovisno o dobivenim rezultatima određivanja *Legionella* u sustavima tople vode u **hotelima, kampovima, sportskim dvoranama i ostalim javnim objektima u kojima se stvara aerosol tijekom korištenja** --odnosi se na rutinsko uzorkovanje, protuepidemijske aktivnosti rade se prema procjeni epidemiologa

<i>Legionella</i> (cfu/1000 ml)	Procjena kontaminacije	Preporučene radnje (Napomena 3)	Učestalost uzorkovanja (Napomena 1, 4)
<100	Bez ili zanemariva	Sustav je pod kontrolom	Jedan put godišnje
100-1000	Srednja	Ako je manji broj uzoraka (10 do 20%) pozitivan, ponoviti uzorkovanje na lokacijama koje potencijalno mogu biti kolonizirane. Ako se opet dobiju slični rezultati interni tim objekta pregledava kontrolne mjere i radi inicijalnu procjenu rizika te konzultira Službu za epidemiologiju nadležnog zavoda za javno zdravstvo da bi se utvrdile potrebne korektivne radnje. Ako je većina uzoraka pozitivna onda se smatra da je sustav koloniziran legionelama. Potrebno je istražiti uzrok (obaviti pregled interne vodoopskrbne mreže od strane stručnjaka strojarske ili sličnih struka, provjeriti temperature) i provesti korektivne mjere za smanjenje broja <i>Legionella</i> uz konzultiranje Službe za epidemiologiju nadležnog zavoda za javno zdravstvo. Sljedeći koraci (čišćenje i dezinfekcija) ovise o rezultatima ponovljenih analiza. Ponovljene analize provoditi na istim onim lokacijama unutar objekta gdje je utvrđena prethodna kontaminacija	Nakon 4 tjedna, ako se rezultati nisu promijenili potrebno je provesti čišćenje i dezinfekciju, a potom ponoviti uzorkovanje nakon tjedan dana potom nakon jedne godine.
1000-10000	Visoka	Potrebno je istražiti uzrok (obaviti pregled interne vodoopskrbne mreže od strane strojarske struke, provjeriti temperature) te obaviti čišćenje i dezinfekciju uz konzultiranje Službe za epidemiologiju nadležnog zavoda za javno zdravstvo. Voda se ne smije koristiti za tuširanje.	Nakon tjedana dana od čišćenja i dezinfekcije, potom svaka tri mjeseca. (Napomena 2.)

<i>Legionella</i> (cfu/1000 ml)	Procjena kontaminacije	Preporučene radnje (Napomena 3)	Učestalost uzorkovanja (Napomena 1, 4)
>10000	Jako visoka	Potrebno obustaviti korištenje sustava tople vode i odmah ga očistiti i dezinficirati.	Nakon tjedana dana od čišćenja i dezinfekcije, potom svaka tri mjeseca. (Napomena 2.)

Napomena 1. Minimalan broj uzoraka za svaki objekt određuje:

- epidemiolog tijekom protuepidemijskog izvida,
- sanitarni inspektor u suradnji s epidemiologom tijekom inspekcijskog nadzora;
- interni tim objekta odgovoran za interni vodoopskrbni sustav pojedinog objekta tijekom procjene rizika za taj objekt.

Napomena 2. Ako su rezultati dobiveni u sljedeća dva uzorkovanja obavljena u intervalima od 3 mjeseca <100 cfu/1000 mL, sljedeće uzorkovanje ponoviti za pola godine.

Napomena 3. Ako je ukupni volumen vode u cijevi od spremnika tople vode do izljevno mjesto < 3 L, onda ne treba poduzimati mjere.

Napomena 4. Troškove analiza snosi vlasnik i/ili korisnik objekta.

Tablica 3. Minimalna učestalost uzorkovanja **tople vode** i načini djelovanja ovisno o dobivenim rezultatima određivanja *Legionella* u sustavima tople vode u **bolnicama, domovima za starije i nemoćne te ostalim zdravstvenim ustanovama** u kojima borave imunokompromitirane osobe i pacijenti – odnosi se na rutinsko uzorkovanje protuepidemijske aktivnosti, rade se po procjeni epidemiologa

<i>Legionella</i> (cfu/1000ml)	Procjena kontaminacije	Preporučene radnje (Napomena 1, 3)	Učestalost uzorkovanja (Napomena 4)
< 50	Bez ili zanemariva	Sustav je pod kontrolom. Nisu potrebne posebne mjere.	Dva puta godišnje
50-100	Srednja	Ako je većina uzoraka pozitivna onda se smatra da je sustav koloniziran legionelama. Potrebno je istražiti uzrok (obaviti pregled interne vodoopskrbne mreže od strane stručnjaka strojarske ili sličnih struka, provjeriti temperature) i provesti opće mjere za smanjenje broja <i>Legionella</i> . Sljedeći koraci (čišćenje i dezinfekcija) ovise o rezultatima ponovljenih analiza.	Nakon 4 tjedna, ako se rezultati nisu promijenili potrebno je provesti čišćenje i dezinfekciju, a potom ponoviti uzorkovanje nakon tjedan dana potom nakon jedne godine.
100-1000	Visoka	Potrebno je poduzeti gore navedene mjere te obaviti čišćenje i dezinfekciju. Voda se ne smije koristiti za tuširanje.	Nakon tjedana dana od čišćenje i dezinfekcije, potom svaka tri mjeseca. (Napomena 2.)
> 1000	Jako visoka	Potrebno obustaviti korištenje sustav tople vode i odmah ga očistiti i dezinficirati.	Nakon tjedana dana od čišćenje i dezinfekcije, potom svaka tri mjeseca. (Napomena 2.)

Napomena 1. Preporučene radnje uključuju između ostaloga izvid sustava zagrijavanja tople vode, recirkulacijskih pumpi te internih instalacija hladne vode tijekom kojega bi trebalo dobiti odgovore na sljedeća pitanja:

1. Koja je temperature tople vode koja se postiže u krajnjoj točki nakon 1 minute ispuštanja?
2. Koja je razlika temperature između spremnika tople vode i krajnje točke?
3. Može li se u krajnjim točkama postići temperature od 70 °C?
4. Je li temperature hladne vode < 20 °C?

5. Kakvo je stanje internih instalacija (korozija)?

6. Je li hidrantska mreža odvojena od interne vodoopskrbne mreže i postoji li mogućnost komunikacije? Kod "zapuštenih" sustava predlaže se uzorkovati vodu na i na sljedeće pokazatelje ukupan broj bakterija na 36 °C i *Pseudomonas aeruginosa*.

Napomena 2. Ako su rezultati dobiveni u sljedeća dva uzorkovanja obavljena u intervalima od 3 mjeseca <50 cfu/1000 mL, sljedeće uzorkovanje ponoviti za pola godine.

Napomena 3. Ako je ukupni volumen vode u cijevi od spremnika tople vode do izljevno mjesto < 3 L, onda ne treba poduzimati mjere.

Napomena 4. Troškove analiza snosi vlasnik i/ili korisnik objekta.

7. Kontrolne mjere

Ako je legionela otkrivena u broju koji upućuje na kolonizaciju internog vodoopskrbnog sustavu nekog objekta, **ili postoji slučaj legionarske bolesti ili** se sumnja da je slučaj povezan s kolonizacijom vodoopskrbnog sustava, potrebno je što hitnije poduzeti kontrolne mjere ili druge alternativne postupke. Poduzimaju se one kontrolne mjere koje postižu cilj, a mogu uključivati:

- **Opće mjere** (fizičko čišćenje nakon kojega uglavnom slijedi odgovarajuća toplinska ili kemijska dezinfekcija) uključuju uklanjanje i rastavljanje komponenata i pregled i čišćenje pojedinih dijelova vodoopskrbnog sustava u skladu s preporukama proizvođača. Najčešće je potrebno provesti sljedeće:
 - Isprazniti talog iz bojlera i spremnika u sustavu potrošne tople vode i vode za piće, oprati i dezinficirati stjenke spremnika i napuniti svježom vodom. Ako su spremnici bili ispražnjeni u vrijeme kad objekt nije radio, potrebno ih je iznutra oprati i dezinficirati prije punjenja vodom.
 - Očistiti od taloga i kamenca mrežice na slavinama i rozete tuševa.
 - Isprati čitav sustav tople i hladne vode, tako da na svim slavinama i tuševima teče bistra voda najmanje 5 minuta.
 - Na isti način treba isprati sustav protupožarnih hidranata.
- **Dezinfekcija toplinom tzv. pasterizacija:** Uključuje sistematično ispiranje svih izljevno mjesto vodom povišene temperature uz obaveznu napomenu da potrošači za svo vrijeme trajanja ovog postupka ne smiju koristiti vodu, a provodi se na sljedeći način:
 - Nakon ispiranja sustava za toplu i za hladnu vodu, treba zagrijati toplu vodu u spremniku (bojleru). Poželjno je postići visoku temperaturu od 70 °C do 90 °C. Ukoliko sustav za toplu vodu ne može postići tako visoku temperaturu tada nastojati postići temperaturu najmanje iznad 65 °C i održavati je tako povišenu kroz 4 sata. Vruću vodu treba propustiti kroz slavine i tuševe tako da na svim slavinama i tuševima najmanje 1 minutu teče vruća voda temperature iznad 60 °C, po mogućnosti iznad 65°C. Nakon toga se temperatura može sniziti, ali ne ispod 50 °C (mjereno na slavinama).
 - Ako sustav grijanja potrošne tople vode ne omogućava opisanu pasterizaciju sustava, ili ako su rađeni građevinski i inženjerski radovi na sustavu potrošne/sanitarne vode (tope ili hladne), potrebno je hiperklorirati sustav potrošne tople vode.
- **Dezinfekcija sredstvima na bazi klora (npr. natrijev-hipoklorit, plinoviti klor)**

Kloriranje: Održavanje koncentracije slobodnog rezidualnog klora od $\leq 0,5$ mg/L na svim izlazima hladne vode $\geq 0,2 - 0,5$ mg/L i na svim izlazima s grijanom vodom može pomoći pri suzbijanju širenja legionele u sustavu distribucije vode.

Preporuča se izbjegavati kloriranje tople vode ($\leq 0,5$ mg/l rezidualnog klora) pomoću automatskog klorinatora kao trajne mjere, ista se može koristiti kao privremena mjera dok se sustav ne preuredi i uspostave niže preporučeni temperaturni režimi.

Hiperkloriranje: Kada se radi o kolonizaciji cijelog sustava, potrebna je veća koncentracija dezinfekcijskog sredstva. Prije hiperkloriranja potrebno je provesti gore navedene opće mjere te na taj način smanjiti količinu biofilma i sedimenta čime se poboljšava učinkovitost dezinfekcijskog sredstva. Tijekom hiperkloriranja sustav se ne smije koristiti te je potrebno pridržavati se svih mjera opreza i osobne zaštite. Prije postupka hiperkloriranja potrebno je postaviti iznad svakog izljeva obavijest da se voda ne smije koristiti u tijeku hiperkloriranja. **Temperatura vode u sustavu hiperkloriranja treba biti ispod 30 °C**, a klorni preparati se kontinuirano ubrizgavaju dozirnim pumpama (dozira se do max 50 mg/L) dok se ne postigne odgovarajuća koncentracija SRK-a s tim da se u instalacijama kojima se inače distribuira topla voda mora postići koncentracija od minimalno 40 mg/L. Kad se postigne odgovarajuća koncentracija SRK u sustavu, ispušta se voda na slavinama sa svrhom da tako hiperklorirana voda istrujava određeno vrijeme, pri tome po potrebi dodavajući klorni preparat u sustav da se ne snizi razina SRK u sustavu. Koncentracija SRK u sustavu ne smije pasti ispod 30 mg/L tijekom cijelog postupka. Kada se na slavini postigne odgovarajuća koncentracija SRK, slavina se zatvori i prelazi se na sljedeću slavinu uz ponavljanje postupka. Nakon toga se ostavi kontaktno vrijeme od 2-4 sata, ovisno o visini postignute koncentracije SRK u sustavu, uz zatvorene slavine i obavezno uključene pumpe za recirkulaciju ako sustav ima recirkulaciju. Po isteku kontaktnog vremena, puštanjem vode na svim slavinama se ispere sustav od hiperklorirane vode. Ispiranje sustava je završeno kada se na svim slavinama i u cijelom sustavu tople potrošne vode koncentracija SRK snizi na vrijednost nižu od 0,5 mg/L SRK. Nakon ispiranja, uključe se grijači, potrošna topla voda zagrije se na temperaturu višu od 55 °C na slavinama i nadalje održava tijekom cijelog vremena rada objekta.

Ako se hiperklorirana voda nakon završetka postupka hiperkloriranja odvodi u komunalnu kanalizaciju, nije potrebno neutralizirati klor nakon kontaktnog vremena, tj. prije ispiranja sustava. Međutim, ako se voda odvodi izravno na biološki filter ili izravno u vodene površine (rijeku, more jezero), potrebno je neutralizirati klor u sustavu nakon kontaktnog vremena, a prije ispiranja sustava.

S obzirom na važnost pravilne izvedbe ovog postupka i potrebe pridržavanja zaštitnih mjera pri provedbi, hiperkloriranje se mora povjeriti ustanovi ovlaštenoj za preventivnu dezinfekciju i provesti pod nadzorom teritorijalno nadležne epidemiološke službe.

Osim gore opisanih načina dezinfekcije sustava mogu se koristiti i drugi stručno prihvatljivi načini kao na primjer korištenje klorovog dioksida ili na primjer UV dezinfekcija. Preporuka je svakako kontaktirati stručnjake više profila (strojarske, medicinske, kemijske i građevinske struke) kako bi se osigurala primjena adekvatnih načina dezinfekcije uz pridržavanje svih mjera zaštite i sigurnosti.

- **Trajne mjere** koje se trebaju poduzimati kako bi se interni vodoopskrbni sustav kontinuirano održavao sigurnim:
 - Redovito provođenje općih mjera, uključujući predloženu dinamiku uzorkovanja za potrebe određivanja broja legionela prema tablicama 2 i 3.
 - Trajno održavanje temperature tople vode >55°C, a hladne vode na slavinama, nakon ispiranja <20°C.
 - Provjeravanje temperature vode unutar objekta. (Razlika između najviše i najniže temperature zabilježene na slavinama nakon jedne minute ispuštanja vode ne smije biti veća od 10° C. Veća razlika može ukazivati na neadekvatan protok, nedostatak izolacije ili povrat hladne vode u sustav tople vode.)
 - Provođenje tehničke preinake sustava po potrebi.

Preporuka je da se trajne mjere usuglase s timom stručnjaka više profila (strojarske, medicinske, kemijske i građevinske struke) koji osim gore predloženih mogu sugerirati i druge mjere ovisno o utvrđenom stanju pojedinog sustava.

LITERATURA

1. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine 2020. *Management of Legionella in Water Systems*. Washington, DC: The National Academies Press.
<https://doi.org/10.17226/25474>.
2. EWGLI Technical Guidelines for the Investigation, Control and Prevention of Travel Associated Legionnaires' Disease, September 2011 Version 1.1
3. European Technical Guidelines for the Prevention, Control and Investigation, of Infections Caused by Legionella species, June 2017
4. World Health Organization. Division of Operational Support in Environmental Health. (2002). Guidelines for drinking-water quality. Addendum, Microbiological agents in drinking water, 2nd ed. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/42361>
5. World Health Organization. (2007). Legionella and the prevention of legionellosis. Geneva: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/43233>
6. Sampling of households for Legionella species; Lee J. & Surman S.
(https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/323943/Sampling_of_households_for_Legionella_species.pdf)
7. Responding to the detection of legionella in healthcare premises Guidance for PHE Health Protection Teams
(https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/512086/PHE_Guidance_on_detection_of_Legionella_in_healthcare_premisses.pdf)
8. Guidelines for *Legionella* control
(https://www.health.qld.gov.au/data/assets/pdf_file/0030/444873/national-enhealth-guidelines.pdf)