



Skrita nevarnost v vodovodu

Kako se ubraniti legionele

Avtor: Prim. prof. dr. Marjan Bilban
ZVD Zavod za varstvo pri delu - Center za medicino dela, MF Katedra za javno zdravje

Legionela

Avtor:

Prim. prof. dr. Marjan Bilban

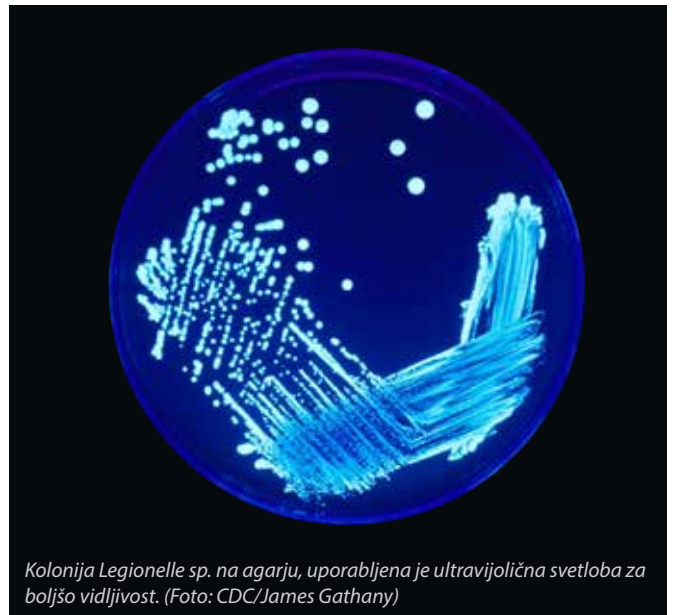
ZVD Zavod za varstvo pri delu,
Medicinska fakulteta, Katedra za javno zdravje

Legionele (*Legionella* sp.) so aerobne, nesporogene, po Gramu negativne in kokobacilarne bakterije, ki so v naravi v vseh sladkovodnih okoljih, kot so jezera, potoki in reke. V naravi so prisotne v zelo majhnih količinah in običajno ne pomenijo tveganja za zdravje ljudi. V okolju z ugodnimi pogoji se legionele lahko zelo razmnožijo. V grajenem okolju so legionele lahko v umetno ustvarjenih vodnih okoljih, kot so toplovodni sistemi (pojav mrtvega rokava), vlažilniki zraka, hladilni stolpi in evaporacijski kondenzatorji prezračevalnih sistemov, razpršilniki vode v trgovskih središčih, dekorativne fontane, masažni bazeni (z vrtinčenjem tople vode), dihalna terapevtska oprema, dentalna higienska oprema in v številnih drugih umetno ustvarjenih izvori.

Najdemo jih tudi v vzorcih iz vodovodnih pip v bivalnih prostorih, v glavah tušev in v fontanah za pitje vode. V vodovodnih omrežjih se razmnožujejo v predelih, kjer voda zastaja in se ogreva zaradi povečane temperature okolja. Zaradi ugodnih razmer za rast in razmnoževanje (optimalna temperatura med 35 in 42 °C, prisotnost hranil) se v umetno ustvarjenih vodnih okoljih lahko zelo namnožijo, kar pa lahko predstavlja tveganje za zdravje.

Z legionelo (legioneloza) se praviloma okužimo z vdihavanjem aerosola, aspiracijo kontaminirane vode ali z neposrednim vnosom legionele v kirurške rane in opekline. Na preživetje legionele v aerosolu imata velik vpliv relativna vlažnost zraka in temperatura zraka.

Legionela pneumophilla preživi v destilirani sterilni vodi, vendar ne raste in se ne razmnožuje zaradi pomanjkanja hranil; kratek čas preživi tudi v slani vodi (v morski vodi je običajno ne srečamo). Skoraj idealne pogoje za rast in razvoj ima v naravnem ali umetnem okolju v biofilmu. Biofilm je skupek mikroorganizmov in njihovih zunajceličnih produktov; je večplastna obloga iz bakterij, ki na površje izločajo zaščitno plast – polisaharidni matriks. Biofilm se pritrdi na biogeno ali abiogeno podlago. Bakterije v biofilmu so dobro zavarovane pred zunanjimi vplivi, temperaturnimi skrajnostmi, delovanjem kemičnih



Kolonija *Legionelle* sp. na agarju, uporabljena je ultravijolična svetloba za boljšo vidljivost. (Foto: CDC/James Gathany)

snovi, pa tudi pred pomanjkanjem hranil.

Legioneloza je izraz, ki ga uporabljamo pri opisu vseh infekcij, ki jih povzročijo bakterije legionele.

Posamezni primeri legioneloze se pojavljajo vse leto, do epidemij pa najpogosteje prihaja pozno poleti in zgodaj jeseni. Izbruhi se pojavljajo predvsem v hotelih in bolnišnicah oziroma v prostorih, kjer za hlajenje uporabljajo skupno klimatsko napravo. Možni viri okužb v tovrstnih ustanovah so vodovodni sistemi s toplo in hladno vodo, hladilni stolpi in kondenzatorji, naravni in umetni bazeni v toplicah, vlažilci za vitrine z zelenjavo ter oprema za respiratorno terapijo. Veliko okužb je povezanih s potovanji, bivanjem v hotelih, toplicah, bolnišnicah ..., vendar lahko legionela povzroči pljučnico tudi v domačem okolju.

Legioneloza je bolezen, ki jo povzročajo bakterije iz rodu *Legionella*. Večinoma poteka kot pljučnica in jo imenujemo legionarska bolezen. Če poteka kot vročinska bolezen brez pljučnice, jo imenujemo pontiaška vročica.

Legionele so, kot rečeno, majhni, po Gramu negativni pleomorfni bacili. V naravnem okolju živijo v sožitju s praživalmi, v katerih se tudi razmnožujejo. Poznamo 53 vrst legionel ter več različnih serotipov. Najpogostejši povzročitelj pljučnice je *Legionella pneumophila* serološke skupine 1.

So gibljivi ter imajo biček in pile. Legionele so precej odporne na fizikalne vplive okolja. Prenašajo temperaturo od 0 do 60 °C in vrednosti pH od 5,0 do 8,5. Precej odporne so tudi na klorirano vodo. Višje temperature verjetno pospešujejo razmnoževanje legionel.

Prvi avtentični opis epidemije je iz leta 1976, ko so imeli člani ameriške legije sestanek v Filadelfiji: 221 prisotnih je zbolelo za pljučnico, umrlo pa jih je 34.

Povzročajo boleznijo pri ljudeh, pa tudi pri domačih živalih (konjih, svinjah, drobnici in psih).

V ZDA so najpogostejša infekcija z mikroorganizmi iz vodnih okolij; legionele povzročajo od 2 do 5 % doma in 30 % v bolnišnicah pridobljenih pljučnic.

Leta 2011 je bilo v Evropi 6.299 prijavljenih primerov legioneloze. Incidenčna stopnja v Evropi je 1,6/100.000 prebivalcev, v Sloveniji pa 2,4/ 100.000 prebivalcev. V zadnjih letih v Sloveniji ugotovimo nekaj več kot 50 primerov bolezni na leto. Pojav legionarske bolezni v Sloveniji je zelo razširjen glede na druge evropske države. Slovenija zaseda tretje mesto glede na število okužb na milijon prebivalcev (tik za Švico in Španijo).

V EU za legionelozo vsako leto zbolijo do 20 ljudi na milijon prebivalcev. Nekateri viri navajajo, da je to število še večje, saj vsi primeri niso prijavljeni pristojnim inštitucijam. Legioneloza je lahko tudi poklicna bolezen (delavci, ki upravljajo z vodovodnimi sistemi, sistemi klimatizacije ipd.).

Legionele so v naravi prisotne v vseh sladkovodnih okoljih. V naravnih okoljih je legionela prisotna v zelo nizkih koncentracijah in predvsem v poletnih mesecih. V človekovem bivalnem okolju jo najdemo v visokih koncentracijah vse leto. Večina ljudi se večkrat sreča z legionelami, tako v naravnem kot v bivalnem okolju, vendar le redki zbolijo. Nesorazmerje med splošno razširjenostjo legionel in redkimi obolelimi nam pove, da je odpornost ljudi pri prenosu legionel iz okolja ključnega pomena.

Razločujemo več vrst legionel. Legionarsko bolezen v 80 do 90 % primerov povzroči Legionela pneumophilla serološke skupine 1. Legionele potrebujejo za svoj obstoj sladko vodo temperature od 20 do 55 °C, kisik in ugoden pH okolja. Za uspešno razmnoževanje potrebujejo gostitelja, običajno amebe in praživali. V prisotnosti biofilma v vodi so zaščitene pred neugodnimi vplivi okolja, kot so temperaturna nihanja, spremenjen pH in prisotnost biocidov v vodi.

Okužimo se z vdihavanjem aerosolov, ki vsebujejo legionele. Ti aerosoli pogosto izhajajo iz klimatskih naprav, lahko (čeprav manj pogosto) nastajajo tudi pri prhanju. Kapljice, manjše od 1,5 mikrona, zlahka dosežejo spodnja dihalna. Kužni aerosol je tem bolj nevaren, čim manjše so kapljice v njem. Prenosa s človeka na človeka niso dokazali. Baciloscevi niso dokazali. Pogosteje se okužijo osebe tistih poklicev, ki imajo več opravka z vodo. Manj kot 5 % okuženih oseb zbolijo s spoznavnimi znaki pljučnice; povprečna starost bolnikov, ki zbolijo s klinično sliko pljučnice, je 55 let. Inkubacijska doba je 2 do 14 dni.

Alveolarni makrofagi fagocitirajo bakterije legionele, ki pridejo z vdihanimi aerosoli v pljuča. Legionela je



Okužimo se z vdihavanjem aerosolov, ki vsebujejo legionele. Ti aerosoli pogosto izhajajo iz klimatskih naprav, lahko (čeprav manj pogosto) nastajajo tudi pri prhanju.

znotrajcelična bakterija, ki se razmnožuje v makrofagih. Ko makrofag počne, iz njega sproščene legionele vstopajo v nove makrofage. Ob tem se sproščajo kemotaktične substance, ki pritegnejo nevtrofilce in monocite. Vnetna reakcija povzroči destrukcijo pljučnega tkiva.

Virulentni dejavniki legionele v tem primeru so:

- » ekspresija multiplih proteinov med okužbo makrofaga;
- » ekspresija določenih proteaz, plazmidi legionele, ki vplivajo na znotrajcelično preživetje.

Pri legionarski bolezni je potek sprva podoben atipični pljučnici, kasneje pa vse bolj spominja na klasično bakterijsko pljučnico, ki jo klinično in rentgensko ne moremo razlikovati od pnevmokokne pljučnice. Navadno se začne z nespecifičnimi prodromalnimi simptomi, ki lahko trajajo od nekaj ur do nekaj dni: glavoboli, bolečine v mišicah, povišana telesna temperatura (40 stopinj Celzija in več), pa tudi mrzlica, driska in bolečine v trebuhu.

Kasneje se pojavi kašelj, ki je običajno neproduktiven (sputum ni vedno gnojen, lahko pa je krvav). Sistemski simptomi so pogosto bolj izraziti kot dihalni. Posebnosti, ki nakazujejo okužbo z legionelo, so: relativna bradikardija, bolečine v mišicah, suh kašelj, driska, zmedenost, hiponatriemija, hipofosfatemija in povečane vrednosti jetrnih encimov. Pri dihanju so lahko prisotne bolečine zaradi prizadetosti plevre. Pri pregledu ugotavljamo telesne znake pljučnice (bronhialno dihanje, bronhofonija, lokalizirani poki), infiltrati na RTG posnetku pa so lahko alveolarni, lisasti ali pa jih je več. Opazujemo tudi motnje v delovanju ledvic ali jeter, na koži pa se lahko pojavijo izpuščaji različnih oblik.

Legioneloza je lahko tudi

Legioneloza

je izraz, ki ga uporabljamo pri opisu vseh infekcij, ki jih povzroči bakterija legionele.

poklicna bolezen.

20

ljudi na milijon prebivalcev vsako leto v EU zbolijo za legionelozo.

Zboli več kot
90 %
okuženih.

Hud potek pljučnice s prizadetostjo vseh organov in komo se pojavlja predvsem pri bolnikih z motnjami imunskega odziva. 20 do 30 % bolnikov je zmedenih, somnoletnih in včasih celo z znaki žariščne okvare osrednjega živčevja. Visoke vročine ne moremo znižati z antipiretiki in kortikosteroidi. Smrtnost pri sicer zdravih bolnikih je do 1 odstotna, pri bolnikih z okvarjeno imunsko obrambo pa 10 do 15 odstotna, če jih ne zdravimo z antibiotiki.

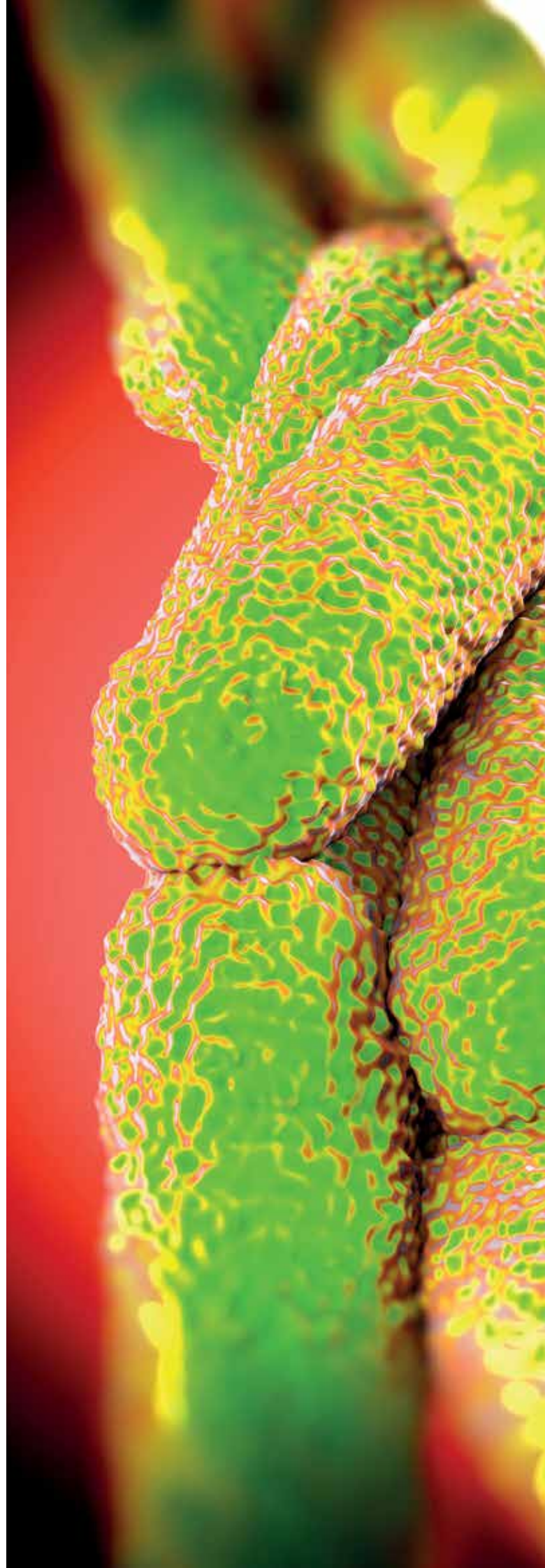
Pontiaška vročica je gripi podobna bolezen, ki se kaže z mrzlico, vročino, glavobolom in bolečinami v mišicah, vendar brez kliničnih in radioloških znakov pljučnice. Domnevajo, da jo povzročajo toksini, ki jih izloča legionela, ali pa gre za preobčutljivostno reakcijo. Zboli več kot 90 % okuženih. Inkubacija je kratka, traja dan ali dva. Pri polovici bolnikov se pojavijo tudi znaki okužbe zgornjih dihal, lahko pa pride tudi do otrplosti tilnika, zmedenosti in fotofobije. Bolezen traja dva do sedem dni. Vsi rutinski laboratorijski testi in rentgenogram pljuč so v mejah normale. Antibiotična terapija ni učinkovita. Diagnozo postavimo na podlagi epidemioloških podatkov in izvidov seroloških preiskav, ki potrdijo okužbo z legionelo.

Diagnoza legioneloze temelji na kliničnih in laboratorijskih merilih. Potrjeno legionarsko bolezen ima oseba z radiološko dokazano pljučnico in vsaj enim od mikrobioloških meril:

- » osamitev legionel iz kužnin dihal in/ali primarno sterilnih mest;
- » pozitiven test na topni antigen *Legionella pneumophilla* v urinu bolnika in
- » serokonverzija ali vsaj 4-kratni porast titra protiteles za legionelo *pneumophilla* serološke skupine 1 v parnih serumih z metodo IIF (metoda indirektna fluorescena), najmanj do titra 1:128; prvi serum odvezamo v akutni fazi bolezni, drugi pa v obdobju okrevanja, najbolje 2 do 3 tedne po prvem odvzemu.

O verjetnem primeru legionarske bolezni govorimo, če bolnik z radiološko potrjeno pljučnico izpolnjuje enega od naslednjih mikrobioloških meril:

- » serokonverzija ali vsaj 4-kratni porast titra protiteles za *Legionella pneumophilla*, ki ni serološke skupine 1, ali za druge vrste legionel v parnih serumih z metodo IIF, najmanj do titra 1:128; prvi serum odvezamo v akutni fazi bolezni, drugi pa v obdobju okrevanja, najbolje 2 do 3 tedne po prvem;
- » enkratni visok titer (večji do 1:256) protiteles proti *Legionella pneumophilla* serološke skupine 1, drugih seroloških skupin ali proti drugim legionelam;
- » dokaz specifičnega antigena *Legionella pneumophilla* v izločkih dihal (metoda DIF z monoklonskimi protitelesi)
- » dokaz legionelne DNK v kliničnih vzorcih z reakcijo PCR.



Do **1%**
je smrtnost pri
zdravih bolnikih.

10-15 %
je smrtnost pri bolnikih z
okvarjeno imunsko obrambo.

Test za dokaz antigena legionele v urinu je hiter in specifičen, vendar lahko z njim dokažemo samo okužbo z bakterijo *Legionella pneumophila* serološke skupine 1, (ki je vzrok več kot 90 % primerov bolezni). Okužbe zanesljivo dokažemo z osamitvijo legionel iz pljuč ali dihalnih izločkov. Dokaz legionelne DNK iz dihalnih kužnin še ne zadošča za diagnozo potrjene legioneloze.

Legionarsko bolezen zdravimo z antibiotiki: tetraciklini, makrolidi in fluorokinoloni. Trajanje zdravljenja je odvisno od vrste uporabljenega antibiotika (azitromicin 3 do 5 dni, klaritromicin 10 dni, tetraciklini 10 do 21 dni in kinolini 10 do 14 dni).

Pri obravnavi bolnika z atipično pljučnico je zelo pomembna epidemiološka anamneza. Potovanja, bivanje v hotelih, toplicah ali bolnišnicah ali bolezen pri drugih družinskih članih so pomembni epidemiološki podatki, ki nam lahko dajo namig o etiologiji bolezni. Čeprav glede na klinično sliko v glavnem ne moremo opredeliti povzročitelja, so nekatere klinične značilnosti pomembne za posamezno vrsto okužbe. Tako so npr. prebavni simptomi pogosti pri začetni okužbi z legionelo.

DEJAVNIKI TVEGANJA ZA LEGIONELOZO

a. okolje:

- » temperatura vode (manj kot 20 °C hladna voda, več kot 50 °C topla voda; najugodnejša temperatura za razmnoževanje legionel je 25 °C–42 °C);
- » zastajanje vode: slepi vodi, malo uporabljane pipe;
- » mikrobiološki in fizikalno kemijski pogoji ugodni za razmnoževanje legionel: prisotnost ameb, nekaterih alg in praživali, biofilmi, kotlovec, železo (rja), guma, les, nekatere plastike, organske snovi, ki se sproščajo iz napeljave, neustrezna koncentracija biocidov;
- » posegi v vodovodni sistem in prekinitvev dobave;
- » možnost nastanka aerosola.

b. človek

- » oslavljen imunski odziv (imunokompromitirane osebe, imunosuprimirane osebe),
- » rak (hematološki malignomi, kemoterapija),
- » končna ledvična odpoved,
- » sladkorna bolezen,
- » srčno popuščanje,
- » kronična obstruktivna pljučna bolezen,
- » kajenje,
- » alkoholizem,
- » starost (nad 65 let).

Z legionelo se praviloma okužimo z vdihavanjem aerosola, aspiracijo kontaminirane vode ali z neposrednim vnosom legionele v kirurške rane in opekline. Na preživetje legionele v aerosolu imata velik vpliv relativna vlažnost zraka in temperatura zraka.

	Pridobljene v skupnosti	Povezane s potovanji	Bolnišnične
Prenos	Vdihavanje onesnaženega aerosola	Vdihavanje onesnaženega aerosola	Vdihavanje onesnaženega aerosola, okužba rane
Vir	Hladilni stolpi, vroči in hladni vodni sistemi, termalni bazeni, izviri, vlažilci zraka, domači vodovod, polnilne mešanice in kompost	Hladilni stolpi, vroči in hladni vodni sistemi, termalni izviri, termalni in običajni bazeni, vlažilci zraka	Hladilni stolpi, vroči in hladni vodni sistemi, termalni bazeni, navadni bazeni, termalni izviri, oprema za respiratorno terapijo, bolnišnična oskrba
Zbiralnik	Industrijska območja, nakupovalni centri, restavracije, lokali, športni centri, zasebne rezidence ...	Hoteli, križarske ladje, kamp območja, nakupovalni centri, restavracije, lokali, športni centri ...	Bolnišnice, medicinska oprema
Dejavniki tveganja (okolje)	Bližina viru prenosa, slaba izvedba oz slabo vzdrževanje sistemov hlajenja vode, pomanjkljivo izobraževanje zaposlenih ...	Bivanje v nastanitvenih objektih, namenjenih za kratkoročno ali sezonsko bivanje, občasna uporaba sob in uporaba vode, občasna zaloga vode in občasen nadzor temperature vode, zapleten vodovodni sistem, pomanjkljivo usposabljanje zaposlenih za upravljanje z vodovodnimi sistemi ...	Zapleten sistem za distribucijo vode, dolge cevi, slab nadzor temperature vode, slab pretok vode ...
Dejavniki tveganja (človek)	Starost nad 40 let, moški spol, spremljajoča bolezen, kot je sladkorna bolezen, kronične bolezni srca, kajenje, oslavljen imunski sistem, kronična odpoved ledvic, nedavno potovanje, hematološki malignomi, preobremenitev z železom	Starost nad 40 let, moški spol, kajenje, alkoholizem, spremembe življenjskega sloga, spremljajoča bolezen, kot je sladkorna bolezen, kronična odpoved srca, oslavljen imunski sistem ...	Starost nad 25 let, presaditev, oslavljen imunski sistem, operacija, še posebej glave in vratu, rak, levkemija, sladkorna bolezen, oskrba z respiratornimi napravami, kronična bolezen srca in/ali pljuč, kajenje, alkoholizem ...

Tabela 1 (zgoraj): Dejavniki tveganja za legionelo po kategorijah

Vpliv temperature na rast in razmnoževanje legionele

Legionela za rast potrebuje vodno okolje, kisik, primerno temperaturo in pH ter hranila. Rast in razmnoževanje legionel se pojavita, ko ima voda temperaturo 20 do 50 °C. Redkokdaj rastejo pri temperaturi pod 20 °C. Temperatura vode nad 60 °C lahko že uniči bakterije, če je taka temperatura vzdrževana dovolj časa. Legionele so tolerantne na kislo okolje in so sposobne za krajši čas preživeti tudi v zelo kislem okolju (pH 2,0). Legionele v neugodnih razmerah kot zaščito uspešno izrabijo biofilme, amebe in praživali.

Pot prenosa bakterije na človeka je možna samo preko okužene vode oziroma preko prenosa legionele z aerosoli velikosti 1 do 5 µm. Torej se lahko okužimo z vdihavanjem aerosola z legionelo, kontaminirano vodo ali neposrednim vnosom legionele v kirurške rane in opeklino.

Temperaturno območje (°C)	
5,7 do 20	Bakterije preživijo, vendar se ne razmnožujejo
20 do 35	Bakterijo pričnejo rasti in se razmnoževati
35 do 42	Optimalna temperatura za razmnoževanje in rast
42 do 49	Bakterije še rastejo in se razmnožujejo, vendar manj
50	Čas, ki je potreben za 90 % uničenje mikroorganizmov, je 80 do 124 minut (pri konstantni temperaturi)
60	Čas, ki je potreben za 90 % uničenje mikroorganizmov, je 2 minuti, za popolno uničenje pa 25 minut
70	Čas, ki je potreben za 90 % uničenje mikroorganizmov, je 30 sekund, za popolno uničenje pa 10 minut

Tabela 2: Vpliv temperature na rast in razmnoževanje legionele

Vpliv pH na rast legionele

pH območja	pH
pH okolja, kjer so bakterije najdene	2,7 do 8,3
Optimalno pH okolje	5,5 do 8,3

Tabela 3: Vpliv pH na rast legionele

V Sloveniji ni celovitih zakonskih zahtev, ki bi eksplicitno omejevale ali prepovedovale prisotnost bakterij legionele v vodovodnem omrežju in v prezračevalnih sistemih glede na vrsto stavb.

Mejne vrednosti legionele so v Sloveniji določene za vlažilne komore. Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb (Ur. l. RS, št. 42/2002, 105/2002) v 29. členu navaja, da bakterij vrste Legionella v 1 ml vode, prisotne v vlažilni komori, ne sme biti. V tabeli za higienske zahteve za bazenske kopalne vode, priloženi k Pravilniku o kopalnih vodah (Ur. l. RS, št. 72/2003), ni navedenih konkretnih števil o omejitvi bakterij vrste Legionella.

V Pravilniku o pitni vodi (Ur. l. RS, št. 19/2004) je navedeno, da skupno število mikroorganizmov ne sme biti večje od 100 CFU/ml (CFU, colony-forming unit, število, kolonijaska enota, ki se nanaša na število vidnih kolonij, ki jih formirajo aktivne bakterije, na njihovo sposobnost, da se razmnožujejo in rastejo v ustreznih razmerah) (NIJZ 2012).

Glavni način preprečevanja legioneloze je preprečitev razmnoževanja legionel v vodovodnih okoljih.

Priporočila glede koncentracije legionel v vodovodnem omrežju so natančneje definirana za bolnišnična okolja, zdravstvene ustanove in domove za ostarele. V omenjenih institucijah veljajo interna pravila in določila o ukrepih glede prisotnosti legionel v vodovodnem omrežju.

Zaenkrat praktično ni raziskav, na osnovi katerih bi lahko natančno določili koncentracijo legionel v vodi, ki predstavlja jasno opredeljeno tveganje za nastanek legioneloze. Swiss- NOSO je leta 1998 navajal, da predstavlja koncentracija legionel od 1000 do 10000 enot bakterijskih kolonij (CFU) na liter vode nizko tveganje za okužbo zdravega človeka. V bolnišnicah in domovih za ostarele so izkustveno priporočene nižje koncentracije legionel v vodi (od 0 do 100 CFU/l). V predelih bolnišnic, kjer se zdravijo pacienti z najtežjimi boleznimi, na oddelkih za intenzivno nego in zdravljenje, v operacijskih prostorih, na hemato-onkoloških oddelkih in oddelkih za transplantacije je priporočljivo, da je voda iz vodovodnega omrežja popolnoma brez legionel (0 CFU/l).

Preventivni pregled in preventivni ukrepi

Priporočajo naslednje preventivne ukrepe:

- » zagotavljanje ustrezne temperature tople in hladne vode (topla voda iz pip vsaj 50 °C, hladna voda do 20 °C);
- » preprečevanje zastajanja vode: odstranjevanje odvečnih pip, delov napeljave – slepih vodov,
- » redno spiranje tušev in pip, ki se ne uporabljajo (tedensko spiranje po nekaj minut);
- » nadzor in zagotavljanje zdravstveno ustrezne pitne vode oz. mikrobiološko in fizikalno kemijsko
- » ustrezne vode v napravah, kjer se uporablja voda;
- » preprečevanje korozije, odstranjevanje kotlovca, izogibanje materialov, ki so ugodni za bivanje in
- » razrast legionel, ustrezna koncentracija biocidov, kjer je to potrebno;
- » redno vzdrževanje naprav, ki tvorijo aerosol po navodilih proizvajalca;
- » čiščenje in klorni šok po posegih v vodovodni sistem.

Ukrepi ob pojavu legioneloze – epidemiološka indikacija

V večini primerov izpraznjenja oziroma zaprtja stavbe ne priporočajo. Po potrditvi izbruha oz. epidemije bolezni je treba rizičnim posameznikom preprečiti, da pridejo v stik z možnimi viri infekcije. V primeru epidemije obravnavamo vse možne vire legionel kot domnevno kontaminirane.

Da bi identificirali možne vire legionele (hladilni stolpi, vlažilci, interno omrežje in ostali viri vode, ki vsebujejo vodo s temperaturo nad 20 °C in lahko sproščajo aerosol) je nujno najprej pregledati objekt. Potrebno je torej opredeliti tveganje in določiti mesta z najvišjim tveganjem za okužbo.

- A. Po pregledu internega vodovodnega sistema sledijo naslednji ukrepi:
- » odvzem vzorcev: odvzem vzorca pred izpiranjem, nato še po izpiranju (ne speri pip in tušev pred odvzemanjem vzorca – morda je vzrok končni del napeljave).

Pri epidemiološki indikaciji je v velikem sistemu za oskrbo s toplo vodo treba odvzeti vzorce minimalno iz 20–30 % dvižnih vodov ali glavnih vodov.

- B. Ker laboratorijska preiskava odvzetih vzorcev zahteva določen čas, je treba nemudoma po vzorčenju začeti z naslednjimi ukrepi:
- » odstraniti morebitne dejavnike tveganja iz okolja (slepi vodi, kotlovec ...),
 - » opraviti dezinfekcijo sistema – kemijska ali fizikalna (termična),
 - » vzdrževati ustrezno temperaturo.

C. Po izvedbi ukrepov iz točke B. sledijo:

- » **ponovni odvzemi vzorcev:**
 - a. toplo vodo vzorčimo iz vsakega grelca in ostalih možnih virov infekcije, da preverimo, ali so bil izvedeni ukrepi uspešni. Če je legionela ponovno prisotna, ponovimo postopek, opisan v točki B, in ponovno odvezamemo vzorce.
 - b. ponovno odvezamemo tudi vzorce hladne vode. Če ne zasledimo legionel in so pregledani vsi potencialni viri, 12 ur pred ponovno uporabo pipe z mrzlo vodo izpiramo 4 minute. Če je legionela ponovno prisotna, ponovimo postopek, opisan v točki B, in ponovno odvezamemo vzorce.

D. Če po ponovnem odvzemu vzorcev hladne in tople vode legionel ne zasledimo, sledi:

- » nadaljevanje vzorčenja – spremljanje zaradi ugotavljanja morebitne ponovne kontaminacije (uspešnosti izvedenih ukrepov) tople in hladne vode. Nekateri priporočajo naslednjo shemo:
 - a. prvi mesec vzorčimo – tedensko;
 - b. naslednja dva meseca – na 14 dni;
 - c. naslednje tri mesece – mesečno.

Priporočajo se tudi izvajanje preventivnih ukrepov.

IZVAJANJE UKREPOV IN KONTROLA UČINKOVITOSTI UKREPOV

Glede na resnost problema lahko izvedemo tudi razkuževanje (fizikalno ali kemično).

Dezinfekcija s pomočjo povišane temperature (toplotni šok)

Temelji na podatkih o občutljivosti legionel na temperaturo. Temperatura 60 °C je za legionelo baktericidna. Voda s temperaturo 70 °C lahko uniči legionele v 10 minutah, voda s temperaturo 60 °C pa v 25 minutah.

Konstantno vzdrževanje temperature

Za obvladovanje legionel naj topla voda v grelcu dosega temperaturo 60 °C in vsaj 50 °C na pipi. Če to ni mogoče, uporabimo druge učinkovite metode (npr. biocidi). Hladna voda naj ne preseže 20 °C. Koncentracija klora naj bi bila 1-2 ppm (v praksi je to sporno, ker taka koncentracija klora deluje zelo korozivno).

Poleg tega je potrebno: razdreti, očistiti in odstraniti kotlovec na pregibnih ceveh in glavah tušev, mrežicah pip (četrtletno oz. po potrebi) ter malo uporabljane pipe tedensko izpirati nekaj minut.

Dezinfekcija s klorom

Klorini šok izvedemo pri temperaturi vode pod 30 °C. Na distalnih točkah moramo doseči koncentracijo prostega rezidualnega klora 20–50 mg/l. Klorov preparat naj bo v ceveh najmanj 2 uri pri koncentraciji rezidualnega klora 20 mg/l oziroma 1 uro pri koncentraciji rezidualnega klora 50 mg/l. Sistem izpiramo, dokler koncentracija klora ne pade na 0,5–1mg/l.

Vzdrževalno kloriranje – koncentracijo prostega rezidualnega klora je potrebno vzdrževati med 1–2 mg/l. Pri sistemih s toplo vodo je tako koncentracijo težko vzdrževati, ker pri višjih temperaturah vode klor izhlapeva, pa tudi korozivni učinek je pri višjih temperaturah močnejši. Običajna koncentracija prostega klora legionel ne uniči.

Uporaba drugih dezinfekcijskih sredstev in postopkov

Klorov dioksid pri višjih temperaturah ne hlapi tako močno kot klor in je bolj uspešen pri prodiranju v biofilme.

Monokloramini delujejo počasneje in dlje, zato so bolj učinkoviti v biofilmih.

Dezinfekcija z bakrovimi in srebrovimi ioni ima to prednost, da na njeno učinkovitost ne vplivajo višje temperature vode. Zahteva kontrolo koncentracije obeh ionov in pH vrednosti; potrebno je tudi redno odstranjevanje kamna z elektrod.

Raztopina vodikovega peroksida in srebra je relativno nov

postopek. Za oceno uspešnosti bi bili potrebni nadaljnji eksperimentalni dokazi.

UV sevanje je primerna metoda za dezinfekcijo, če se uporabi v bližini mesta porabe vode. Ker nima rezidualnega učinka, ne vpliva na legionele v biofilmih, slepih vodih in delih sistema, kjer voda zastaja.

Koncentracija organskih snovi v kopalni vodi se povečuje v povezavi s številom kopalcev. Organske snovi bakterijam omogočajo, da se v vodi hitro namnožijo, kar posledično podpira nastanek ameb, gostiteljic. Rast legionele je posledica razširjene uporabe kopalnih voda pod neprimernim higienskim vzdrževanjem.

S pogosto in številčno uporabo masažnih kadi povečamo tveganje za vnos hranil (odmrle celice, kozmetika, losjoni in olja za telo, ...), ki jih prinesejo kopalci. Če kadi ne izpraznimo po vsaki uporabi, se hranila nalagajo v času uporabe, onemogočeno je učinkovito delovanje biocidov in spodbuja se rast mikrobov. Šobe v masažnih kadeh naj bi se samodejno ugasile po 15–20 minutah delovanja, tako da kopalce spodbudijo k odhodu iz vode in da se stopnja dezinfekcijskega sredstva povrne na učinkovito raven delovanja.

Voda v internem vodovodnem sistemu ne sme zastajati; če ni zagotovljen redni pretok, je potrebno tedensko spiranje sistema. Z rednim pretokom vode v vodovodnem sistemu preprečujemo zastajanje vode na določenih delih in s tem ustvarjanje ugodnih pogojev za razmnoževanje legionel v vodi. Kadar z redno uporabo ne zagotovimo rednega točenja, na primer zaradi odsotnosti uporabnikov, moramo vzpostaviti načrtno točenje vode. Načrtno točenje vode smiselno izvajamo na vseh končnih iztočnih mestih, ki se običajno nahajajo v najvišjih nadstropjih objektov, in na tistih iztočnih mestih, ki so v uporabi manj kot 10 minut dnevno.

Vzdrževanje temperature vroče in hladne vode v zgradbah je pomemben ukrep za preprečevanje oziroma zmanjšanje rasti legionele in za preprečevanje tveganja okužbe z legionelo, saj temperatura vpliva na vsebnost organskih snovi, hitrost kemičnih reakcij in razmnoževanje mikroorganizmov.

V grelcu naj bo temperatura vode nad 60 °C, na iztočnem mestu pa od 50 do 55 °C. Pri nadzoru grelcev se moramo zavedati, da je temperatura v njih različna in odvisna od višine, zato nadzor temperature vode samo pri iztoku ali na prvem iztočnem mestu ni dovolj. Vsaj eno uro na dan bi morala temperatura tudi na dnu grelca doseči 60 °C. Priporoča se vzpostavitev kroženja vode v grelcu, da na ta način dosežemo enakomerno porazdelitev tople vode.

Temperatura tople vode mora pri uporabniku dosežati 50 °C ali več, tudi temperatura povratne vode naj ne bi imela manj kot 50 °C. Pomembno je, da tako stanje dosežemo na vseh iztočnih mestih. Temperatura hladne vode mora pri uporabniku dosežati manj kot 20 °C. Če je temperatura hladne vode nad 20 °C in temperatura tople vode pod 50 °C, moramo najti vzrok in ga odstraniti.

Najpogostejši vzrok za odstopanje so slabo izolirane cevi ali pa so cevi tople in hladne vode preblizu. Temperaturo tople vode izmerimo po predhodnem enominutnem točenju in temperaturo hladne vode po predhodnem dvominutnem točenju.

Preverjanje temperature poteka na več iztočnih mestih:

- » na vstopnem mestu hladne vode v zgradbo temperaturo merimo dvakrat letno, enkrat pozimi in enkrat poleti. Temperatura mora biti ves čas pod 20 °C;
- » v notranjosti kotla tople vode temperaturo vode merimo dnevno. Priporoča se neprekinjeno merjenje z grafičnim izpisom na vsaj dveh točkah, na vrhu in dnu. V notranjosti grelnika mora biti temperatura vode ves čas 60 °C ali več;
- » temperaturo tople vode na vstopu in izstopu iz kotla merimo enkrat mesečno. Voda, ki zapušča kotel, mora imeti najmanj 60 °C, povratna pa najmanj 50 °C. Razlika med izstopno in vstopno vodo mora biti največ 10 °C;
- » temperaturo hladne in tople vode merimo najmanj enkrat mesečno na določenih iztočnih mestih na vodovodnem sistemu. V vsakem nadstropju objekta opravimo najmanj eno meritve. Pri povišani koncentraciji legionel v vodi meritve opravljamo dnevno ali najmanj enkrat tedensko.

Preglede, čiščenje in vzdrževanje celotnega vodooskrbnega sistema in bazenov moramo izvajati redno. Za vse dodatke (umazanija, kamen, sluz, biofilm), ki so prisotni na iztočnih mestih, se predlaga tedensko čiščenje. Čiščenje in dezinfekcijo moramo opraviti tudi po vsakem posegu v vodovodni sistem.

Cilj sistematičnega vzorčenja vode je ugotoviti prisotnost in koncentracijo legionele v vodovodnem sistemu ter preveriti učinkovitost izvedenih ukrepov za preprečevanje rasti in razvoja legionele. Rezultati mikrobioloških preiskav vzorcev vode opredelijo količino legionel na določenem mestu v določenem trenutku. Število legionel ni stalno, na primer odlučenje obloge, bogate s to bakterijo, v hipu močno poveča število CFU/l, večji pretok pa zmanjša, čeprav legionele še vedno perzistirajo v oblogah vodovodnega sistema.

UKREPI OB UGOTOVITVI PRISOTNOSTI LEGIONEL V BAZENSKIH VODAH

Glede na Pravilnik so postavljene higienske zahteve za kopalne vode: analiza se opravi dvakrat letno v bazenih, kjer je temperatura kopalne vode 23 ali več stopinj Celzija in kjer obstaja možnost aerosolizacije vode.

Odvisnost nevarnosti pojava legioneloze pri človeku ob koncentraciji legionel v vodovodnem sistemu

Legionele CFU/ml	Nevarnost legioneloze*
Več kot 1 do manj kot 10	Nizka, a se veča
10 do 99	Srednja
Več kot 100	Visoka

Tabela 4: Odvisnost nevarnosti pojava legioneloze pri človeku ob koncentraciji legionel v vodovodnem sistemu
CFU-colony forming units – enote, ki tvorijo kolonije
* ne velja za osebe z oslabiljenim imunskim sistemom in za vodo za terapevtske namene

Ukrepi:

1. pregled objektov in prevetritev izvedbe preventivnih aktivnosti;
2. ocena tveganja legioneloze glede na CFU/ml, število pozitivnih vzorcev in druge dejavnike tveganja;
 - a) več kot 1 do manj kot 10 CFU/ml – majhno tveganje:
 - » 1 do 2 pozitivna vzorca – preventivni ukrepi;
 - » večina vzorcev pozitivna – preventivni ukrepi, čiščenje, dezinfekcija;
 - b) 10 do 99 CFU/ml: srednje tveganje – dezinfekcija;
 - c) več kot 100 CFU/ml: veliko tveganje – dezinfekcija;
3. dezinfekcija, toplotni šok, klorni šok;
4. nadaljnja vzorčenja:
 - » prvi mesec – vsak teden;
 - » naslednja 2 meseca – na 14 dni;
 - » naslednje 3 mesece – 1-krat na mesec (nadaljnje vzorčenje se izvaja glede na oceno tveganja).

CFU/liter	Potrebni ukrepi
< 100	Sistem je pod nadzorom
100 do 1000	Ponovno vzorčenje in slediti/obdržati pod nadzorom Priporočeno izprazniti, očistiti in dezinficirati Pregled, opredelitev tveganja in potrebni ukrepi Ponovno polnjenje in vzorčenje naslednji dan in 2-4 tedne kasneje
>1000	Takoj zapreti, odstraniti ljudi iz območja bazena Klorni šok bazena z vrtninjenjem tople vode s 50 mg/l prostega klora, ki naj cirkulira eno uro Izprazniti, očistiti, dezinficirati Pregled, opredelitev tveganja, potrebni ukrepi Ponovno polnjenje in vzorčenje naslednji dan in 2-4 tedne kasneje O dogodku je potrebno obvestiti ustanovo javnega zdravja Zaprto, dokler legionel ni več in je opredelitev tveganja ustrezna

V večini primerov priporočajo izpraznjenje oz. zaprtje bazenskega kopalnišča.



Če se odkrije več kot 1000 kolonij na liter vode v bazenu, v večini primerov priporočajo takojšnje izpraznjenje oz. zaprtje bazenskega kopališča.

Sledijo:

- » pregled bazenskega kopališča;
- » odvzem vzorcev: vzorce odvzamemo glede na opredelitev tveganja, v nekaterih primerih, ko so prisotni dejavniki tveganja iz okolja, in/ali v nekaterih primerih, ko so prisotni dejavniki tveganja pri človeku, ob sumu na pojav ali ob pojavu legioneloze in glede na zahteve zakonodaje. Po pravilniku o minimalnih higienskih pogojih in drugih zahtevah za kopalne vode legionelo v kopališčih rutinsko določamo dvakrat letno – mesta vzorčenja: vzorce je treba odvzeti na mestih, kjer je voda globoka najmanj 1 m in je povprečna dnevna gostota kopalcev največja. Vzorec se vzame približno 30 cm pod gladino. Odvzemno mesto v bazenskih kopališčih oz. bazenih mora biti vsaj 30 cm oddaljeno od roba bazena, praviloma na sredini daljše stranice ali na podobnem odgovarjajočem mestu pri bazenih nepravilnih oblik.

Ker laboratorijska preiskava odvzetih vzorcev zahteva določen čas, je treba po vzorčenju začeti naslednje ukrepe:

- » odstraniti morebitne dejavnike tveganja iz okolja;
- » opraviti dezinfekcijo sistema – kemijsko ali fizikalno – klorni šok.

PRIPRAVA NAČRTA ZA PREPREČEVANJE LEGIONEL

A. Vzdrževanje temperature v grelcih in iztočnih mestih

Za obvladovanje legionel mora topla voda v grelcu dosegati 60 °C in vsaj 50 °C na iztočnih mestih, bolje 55 °C. Hladna voda ne sme presegati 20 °C.

Oskrba z vročo vodo

- » Voda na izstopu iz grelca mora imeti vsaj 58 °C, voda, ki se vrača, pa vsaj 50 °C. Preverjanje tople sanitarne vode poteka mesečno.
- » Na nadzornih iztočnih mestih preverjamo, ali temperatura v manj kot minuti točenja doseže vsaj 50 °C. V krožnem sistemu preverjamo temperaturo na prvem in zadnjem iztočnem mestu, v nekrožnem pa najbližje in najbolj oddaljeno iztočno mesto. Preverjanje poteka enkrat mesečno.
- » Preverjanje ostalih iztočnih mest po načelu kroženja poteka na šest mesecev, če temperatura v manj kot minuti točenja doseže vsaj 50 °C.
- » Letno pregledujemo notranje površine grelca na kotlovec in usedline.

Oskrba s hladno vodo

- » Mesečno preverjamo temperaturo vode na vstopu v zgradbo.
- » Mesečno preverjamo, ali je na nadzornih iztočnih mestih po dveh minutah točenja temperatura vode pod 20 °C. Preverjamo najbližjo in najbolj oddaljeno iztočno mesto od vstopa in tista mesta, ki predstavljajo večje tveganje.
- » Preverjamo, ali je temperatura vode po načelu kroženja pod 20 °C na izbranih iztočnih mestih po dveh minutah točenja. Po minuti točenja razlika med najvišjo in najnižjo izmerjeno temperaturo ne sme biti večja od 4 °C. Preverjanje poteka na vsakih šest mesecev.
- » Letno pregledujemo rezervoar za mrzlo vodo in po potrebi izvedemo popravila.

Da bi bili pri obvladovanju legionel s pomočjo temperature uspešni, mora temperatura tople vode na dnu grelca doseči 60 °C vsaj eno uro na dan, v času manjše porabe (zjutraj ali zvečer). Na iztočnih mestih mora temperatura vode doseči najmanj 50 °C, čim prej oziroma vsaj po minuti točenja. Če se temperatura vode s točenjem niža, je to lahko pokazatelj premajhne kapacitete grelca. Temperatura hladne vode mora biti pod 20 °C, če je višja, moramo najti vzrok in ga čim prej odstraniti.

B. Varnostni ukrepi

Izpiranje

Na vsaki pipi in prhi moramo izvajati stalna izpiranja vode. Vodo na vsaki pipi moramo pred uporabo oziroma pri čiščenju, pospravljanju in vzdrževalnih delih pustiti, da teče toliko časa, da se temperatura na pipi ustali. Curek mora biti enakomeren, srednje jakosti.

Na mestih, kjer voda v omrežju zaostaja, je potrebno izvajati tedensko izpiranje do stabilizacije temperature tople in hladne vode. Vsako izvedbo izpiranja zabeležimo v evidenco o izvedbi teh opravil.

Čiščenje mrežic oziroma perlatorja

Čiščenje je običajno potrebno, kadar je curek nepravilen ali razpršen oziroma se naberejo usedline in pesek. Vsaj enkrat na tri mesece na vseh pipah snamemo in očistimo mrežice ali druge nastavke. Čiščenje pomeni spiranje z vodo, ki teče po tem sistemu, in odstranjevanje vodnega kamna, in sicer po potrebi.

Čiščenje prhe

Prho moramo razstaviti, sneti glavo prhe ter z izpiranjem odstraniti pesek in usedline z vložka.

Vzdrževanje kotnega ventila

Kotni ventil moramo enkrat letno zapreti in odpreti. S tem odstranimo morebitni vodni kamen, ki se je nabral na sestavnih delih ventila, in omogočimo dolgoletno delovanje ventila. V primeru kotnega ventila s filtrom in krogličnim tesnjenjem enostavno zapremo dotok vode in odvijemo matico, v kateri je mrežica, ter jo po potrebi očistimo.

Elektronska armatura

V primeru motenega pretoka preverimo stanje perlatorja in mrežice v kotnih ventilih. V primeru, da armatura ne izpira vode, moramo očistiti tudi magnetni ventil. [50](#)

Dodatno priporočilo:

Za vse sanitarne armature velja, da jih čistimo samo z blagimi čistilnimi sredstvi in mehko krpo. Vodni kamen najlažje odstranimo z jedilnim kisom in milnico. Čistila, ki vsebujejo solno kislino ali abrazivna sredstva (npr. čistila za stranišče in podobno), poškodujejo armaturo.

LITERATURA IN VIRI

- ASHRAE Guidelines 12-2000. Minimizing the risk of legionellosis associated with building water systems. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Atlanta, 1999.
- Ruef C, Francioli P. Prevention der nosokomialen Legionelleninfektion. Swiss NOSO Jun. 1997; Band 4, Nr 2.
- Hojš A, Petrovič A, Furlan N. Preprečevanje legioneloz v javnih objektih. Zdravstveno varstvo I. 2002 vol. 41, str. 299–304.
- Hodgson JM, Casey BJ. Prevalence of legionella bacteria in building water systems. <http://www.claytongrp.com>
- OSHA Technical Manual. <http://www.osha-slc.gov>.
- Joseph C, Lee J, van Wijngaarden J, Drasar V, Castellani-Pastoris M. European Guidelines for the control and prevention of travel associated legionnaires' disease (Draft). EWGLI – EC DG Health and Consumer Protection. Junij 2001:1–66.
- Marolt GM, Radšel MA. Infekcijske bolezni, založba Tangram, Ljubljana 2002: 209-12
- Tomažič J, Strle F. Infekcijske bolezni, Združenje za infektologijo SZD, Ljubljana 2014: 285-7
- Mušič D., Kako smo obvladovali problem legionel v bolnišničnem okolju, Zbornik 7. kongresa zdravstvene in babiške nege Slovenije, 2009, Ljubljana, IVZ RS 1–6.
- Grašič M, Kristl Ž, Dovjak M. Pojav legionele v grajenem okolju in možen vpliv na zdravje ljudi. Gradbeni vestnik, Ljubljana 2013: 62: 281–8.
- Pravilnik o pitni vodi, Ur. l. RS, št. 19/2004, 26/2006, 92/2006
- Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb, Ur. l. RS, št. 42/2002, 105/2002
- Pravilnik o minimalnih higienskih zahtevah, ki jih morajo izpolnjevati kopališča in bazenska voda v bazenih, Ur. l. RS, št. 59/2015
- Hainc D. Obvladovanje problematike legionele v zdravilišču. Diplomsko delo, VŠVO, Velenje 2014: 13–4
- ECDC. European Legionnaires' disease surveillance network (ELDSNet). Operating procedures. Technical Guidelines for the Investigation, Control and Prevention of Travel Associated Legionnaires' Disease. Stockholm: ECDC; 2011. Pridobljeno s spletnih strani: http://www.esmid.org/fileadmin/src/media/PDFs/3Research_Projects/ESGLI/European_Guidelines
- World Health Organisation. Legionella and the prevention of legionellosis. 2007; 185–186. Pridobljeno s spletne strani: http://www.who.int/water_sanitation_health/emerging/legionella.pdf
- Pokrajac T. Legionele v bazenskih kopališčih. Inštitut za varovanje zdravja. Ljubljana 2009. Pridobljeno s spletne strani <http://m.mf.uni-lj.si/dokumenti/d83a3e508997acb87d859f1838c00817.pdf>
- Jemba PK, Johnson W, Bukhari Z, LeChevallier MW. Occurrence and Control of Legionella in Recycled Water Systems. Pathogens. 2015 Jul 1;4(3):470–502.
- Neil K, Berkelman R. Increasing incidence of Legionellosis in the United States, 1990–2005: Changing epidemiologic trends. Clin. Infect Dis. 2008, 47, 591–599.
- Anon. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Increasing incidence of legionellosis in the United States, 2000–2009. MMRW 2011, 60, 1083–1086.
- Yarom R, Sheinman R, Armon R. Legionella pneumophila serogroup 3 prevalence in drinking water survey in Israel (2003–2007). Water Sci. Technol. Water Supply 2010
- Lam MC, Ang LW, Tan AL, James L, Goh KT. Epidemiology and control of Legionellosis, Singapore. Emerg. Inf. Dis. 2011, 17, 1209–1215.
- Kool JL, Carpenter JC, Fields BS. Effect of monochloramine disinfection of municipal drinking water on risk of nosocomial Legionnaires' disease. Lancet 1999, 353, 272–277.
- Yamamoto H, Sugiura M, Kusunoki S, Ezaki T, Ikeda M, Yabuuchi E. Factors stimulating propagation of legionellae in cooling tower water. Appl. Environ. Microbiol. 1992, 58, 1394–1397.
- Kim BR, Anderson JE, Mueller SA, Gaines WA, Kendall AM. Literature review—Efficacy of various disinfectants against Legionella in water systems. Water Res. 2002, 36, 4433–4444.