

VISOKA ŠOLA ZA VARSTVO OKOLJA

DIPLOMSKO DELO

**LEGIONELE V OKOLJU – POTENCIALNA GROŽNJA
ZDRAVJU**

DEJAN JERŠE

Velenje, 2018

VISOKA ŠOLA ZA VARSTVO OKOLJA

DIPLOMSKO DELO

**LEGIONELE V OKOLJU – POTENCIALNA GROŽNJA
ZDRAVJU**

DEJAN JERŠE

Varstvo okolja in ekotehnologija

Mentor: prof. dr. Ivan Eržen

Velenje, 2018

Na podlagi Diplomskega reda izdajam naslednji

SKLEP O DIPLOMSKEM DELU

Študent Visoke šole za varstvo okolja **Dejan Jerše** lahko izdela diplomsko delo z naslovom v slovenskem jeziku:

Legionele v okolju – Potencialna grožnja zdravju.

Naslov diplomskega dela v angleškem jeziku:

Legionella in the environment – A potential health hazard.

Mentor: **prim.izr. prof. dr. Ivan Eržen.**

Diplomsko delo mora biti izdelano v skladu z Diplomskim redom VŠVO.

Pouk o pravnem sredstvu: zoper ta sklep je dovoljena pritožba na Senat VŠVO v roku 8 delovnih dni od prejema sklepa.



Izr. prof. dr. Boštjan Pokorny
dekan





IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani/a DEJAN JERŠE, vpisna številka 34120069, študent/ka visokošolskega strokovnega študijskega programa Varstvo okolja in ekotehnologije, sem avtor/ica diplomskega dela z naslovom LEGIONELE V OKOLJU – POTENCIALNA GROŽNJA ZDRAVJU

ki sem ga izdelal/a pod:

- mentorstvom PROF. DR. IVANA ERŽENA
- somentorstvom _____

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predloženo delo moje avtorsko delo, torej rezultat mojega lastnega raziskovalnega dela;
- oddano delo ni bilo predloženo za pridobitev drugih strokovnih nazivov v Sloveniji ali tujini;
- so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženem delu, navedena oz. citirana v skladu z navodili VŠVO;
- so vsa dela in mnenja drugih avtorjev navedena v seznamu virov, ki je sestavni element predloženega dela in je zapisan v skladu z navodili VŠVO;
- se zavedam, da je plagiatstvo kaznivo dejanje;
- se zavedam posledic, ki jih dokazano plagiatstvo lahko predstavlja za predloženo delo in moj status na VŠVO;
- je diplomsko delo jezikovno korektno in da je delo lektoriral/a SPELA VRBOVŠEK;
- dovoljujem objavo diplomskega dela v elektronski obliki na spletni strani VŠVO;
- sta tiskana in elektronska verzija oddanega dela identični.

Datum: 2. 6. 2018

Podpis avtorja/ice: Dejan Jerše

ZAHVALA

Za pomoč, razumevanje in nasvete pri izdelavi diplomskega dela se zahvaljujem mentorju prof. dr. Ivanu Erženu.

Izvleček

Legionele so bakterije, katerih naravni življenjski prostor so raznolika vodna okolja, vlažna zemlja in blato. Tu so prisotne v nizkih koncentracijah, vendar lahko vstopajo v umetne vodne sisteme, kjer se v ugodnih razmerah lahko zelo namnožijo. Človek se okuži z vdihavanjem aerosolov, v katerih so bakterije. Povzročajo dve vrsti bolezni: pontiaško vročico in legionarsko bolezen, ki ju s skupnim imenom imenujemo legioneloza.

Opisani so ukrepi za preprečevanje okužb in podani podatki o okužbah v Sloveniji ter Evropi.

Ključne besede: legionela, legioneloza, varnostni ukrepi

Abstract

Legionellas are bacteria whose natural habitats are various water environments, moist soil and mud, where they are present in low concentrations, but can also enter into artificial water systems, where they can multiply rapidly under proper conditions. Human infections can occur by inhaling aerosols containing the bacteria. Legionellas cause two kinds of illnesses: Pontiac fever and legionnaires' disease referred together as legionellosis.

Here are described the procedures for the prevention of infection and the data for the infections in Slovenia and Europe.

Keywords: *Legionella sp*, legionellosis, preventive procedures

KAZALO VSEBINE

1 UVOD	1
2 KAJ JE LEGIONELA (<i>LEGIONELLA SP.</i>)	2
2.1 Življenjski prostor legionel	3
2.2 Okužba z legionelami	4
2.3 Življenjski cikel patogenih legionel	4
2.4 Dokazovanje okužb z legionelami.....	5
3 BOLEZNI, KI JIH POVZROČAJO LEGIONELE	6
3.1 Pontiaška vročica	6
3.2 Legionarska bolezen	7
3.3 Izbruhi bolezni	9
3.3.1 Združene države Amerike	9
3.3.2 Nizozemska, 1999	10
3.3.3 Španija, 2001.....	10
3.3.4 Velika Britanija, 2002	10
3.4 Pregled okužb z legionelo v Evropski uniji	10
3.5 Spremljanje nalezljivih bolezni v Sloveniji	14
3.6 Pregled okužb z legionelami v Sloveniji	16
3.6.1 Okužbe z legionelo od leta 1991 do leta 2000.....	16
3.6.2 Okužbe z legionelo od leta 2001 do leta 2016.....	16
4 PREPREČEVANJE OKUŽB Z LEGIONELAMI	20
4.1 Kako preprečiti pojav legionel v vodnih sistemih.....	21
4.1.1 Varnostni ukrepi.....	21
4.2 Dezinfekcija z legionelami okuženih vodnih sistemov	21
4.2.1 Manjši sistemi za pripravo tople vode.....	23
4.2.2 Večji sistemi za pripravo tople vode, javne zgradbe	23
4.2.3 Toplotna obdelava	23
4.2.4 Kloriranje, ozoniranje, uporaba UV-sevanja	24
4.2.5 Pasterizacija	24
5 RAZPRAVA IN SKLEPI	25
6 ZAKLJUČEK	26
7 VIRI IN LITERATURA	27

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Vrste bakterij <i>Legionella</i>	2
Preglednica 2: Dejavniki tveganja za legionarsko bolezen po kategorijah.....	8
Preglednica 3: Dejavniki tveganja za legionarsko bolezen (okolje, človek).....	9
Preglednica 4: Delež okužb z legionelami v Evropski uniji glede na mesto okužbe od leta 2005 do leta 2016 v odstotkih.	10
Preglednica 5: Delež obolelih zaradi okužbe z legionelami po starosti v Evropski uniji od leta 2005 do leta 2016 v odstotkih.	12
Preglednica 6: Delež obolelih zaradi okužbe z legionelami v Evropski uniji od leta 2005 do leta 2016 glede na spol v odstotkih.	13

KAZALO SLIK

Slika 1: Elektronska mikroskopija bakterije <i>Legionella pneumophila</i> . A – Običkana celica (merilo 1 μm), B – tipične po Gramu negativne bakterije v prereplikativni stopnji (merilo 0,5 μm).	2
Slika 2: Pot do okužbe z bakterijami <i>Legionella pneumophila</i>	4
Slika 3: Shematski prikaz nastanka vakuole, v kateri se razmnožuje <i>Legionella pneumophila</i>	5
Slika 4: Povprečno število obolelih v Evropski uniji na leto zaradi okužbe z legionelami v obdobju 2005–2016 glede na mesto okužbe.	11
Slika 5: Povprečno število obolelih v Evropski uniji na leto zaradi okužbe z legionelami v obdobju 2005–2016 po starosti.	13
Slika 6: Stopnja incidence obolelih zaradi okužbe z legionelami po državah v obdobju 2005–2016 na 100.000 prebivalcev.	14
Slika 7: Število umrlih zaradi legioneloz v Sloveniji v obdobju 2001–2016.	16
Slika 8: Prijavljeni primeri legioneloze po mesecih v Sloveniji v obdobju 2007–2016.	17

KAZALO PRILOG

Priloga A: Primeri legioneloze na 100.000 prebivalcev	
---	--

1 UVOD

Bakterije legionel so bile skozi vso človeško zgodovino prisotne v naravi, vendar do modernih časov niso predstavljale večje nevarnosti. S pričetkom uporabe naprav, kjer nastaja aerosol, kot so klimatske naprave, hladilni stolpi, vlažilci, masažni bazeni, so legionele dobile tako ustrezen življenjski prostor kot možnost, da okužijo večje število ljudi.

Namen oziroma cilj diplomskega dela

V diplomskem delu želim prikazati dejavnike tveganja za legionelozo pri človeku in dejavnike tveganja iz okolja. Opisal bom razvojni cikel legionel v naravi in pri okužbi ter bolezni, ki jih povzročajo legionele. Podal bom pregled okužb z legionelo v Sloveniji in Evropski uniji. Prikazal bom ukrepe za preprečevanje legioneloz, in sicer varnostne ukrepe, ki zmanjšujejo možnost razvoja legionele, in ukrepe ob ugotovitvi prisotnosti legionele v vodovodnih sistemih.

Metode dela

Pri izdelavi diplomskega dela bom kot metodo dela izbral pregled literature in virov, ki obravnavajo problematiko legionele kot dejavnik tveganja. Na osnovi tega bom pripravil celovit pregled okužb z legionelami v Sloveniji in Evropski uniji.

Hipotezi

H 1: Število primerov legioneloz narašča, vendar ne zato, ker bi se povečevalo število samih legionel, ampak ker narašča število prebivalcev in ti lažje pridejo v stik z njimi.

H 2: Stopnja incidence pojavljanja legioneloz je v vseh evropskih državah podobna.

2 KAJ JE LEGIONELA (*Legionella sp.*)

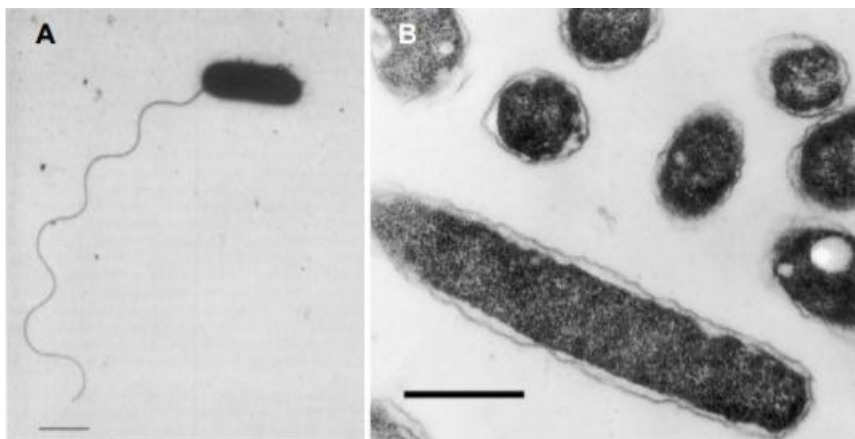
Rod *Legionella sp.* trenutno vsebuje 59 vrst, tri podvrste in več kot 70 seroloških skupin, a njihovo število še naprej narašča (Hornei in sod., 2007a). Vsaj 24 vrst povzroča bolezni pri človeku (Newton in sod., 2010).

Preglednica 1: Vrste bakterij *Legionella*.
(Vir: Vollmeier, 2015)

<i>L. adalaidensis</i>	<i>L. erythra</i>	<i>L. longbeachae</i>	<i>L. rubrilucens</i>
<i>L. anisa</i>	<i>L. fairfieldensis</i>	<i>L. lytica</i>	<i>L. sainthelensi</i>
<i>L. beliardensis</i>	<i>L. fallonii</i>	<i>L. maceachernii</i>	<i>L. santicrucis</i>
<i>L. birminghamensis</i>	<i>L. feeleii</i>	<i>L. massiliensis</i>	<i>L. shakespearei</i>
<i>L. bozemanii</i>	<i>L. geestiana</i>	<i>L. micdadei</i>	<i>L. spiritensis</i>
<i>L. bozemonae</i>	<i>L. gormanii</i>	<i>L. moravica</i>	<i>L. steelei</i>
<i>L. brunensis</i>	<i>L. gratiana</i>	<i>L. nagasakiensis</i>	<i>L. steigerwaltii</i>
<i>L. busanensis</i>	<i>L. gresilensis</i>	<i>L. nautarum</i>	<i>L. taurinensis</i>
<i>L. cardiaca</i>	<i>L. hackeliae</i>	<i>L. oakridgensis</i>	<i>L. tucsonensis</i>
<i>L. cherrii</i>	<i>L. impletisoli</i>	<i>L. parisiensis</i>	<i>L. tunisiensis</i>
<i>L. cincinnatiensis</i>	<i>L. israelensis</i>	<i>L. pittsburghensis</i>	<i>L. wadsworthii</i>
<i>L. drancourtii</i>	<i>L. jamestowniensis</i>	<i>L. pneumophila*</i>	<i>L. waltersii</i>
<i>L. dresdenensis</i>	<i>L. jordani</i>	<i>L. quateirensis</i>	<i>L. worsleiensis</i>
<i>L. drozanskii</i>	<i>L. lansingensis</i>	<i>L. quinlivanii</i>	<i>L. yabuuchiae</i>
<i>L. dumoffii</i>	<i>L. londiniensis</i>	<i>L. rowbothamii</i>	

**Legionella pneumophila* ima tri podvrste: *L. pneumophila* subsp. *fraseri*, *L. pneumophila* subsp. *pascullei* in *L. pneumophila* subsp. *pneumophila*

Legionele so pleomorfne bakterije. Morfologija celic je odvisna od rastnih pogojev in razvojne stopnje, v kateri se nahajajo. Dolge so od 2 do 20 μm , v premeru pa merijo od 0,3 do 0,9 μm . Večina vrst je gibljivih z enim do tremi lateralnimi ali polarnimi bički, vendar to lastnost lahko izgubijo. V zadnjih stopnjah rasti znotraj ameb so gibljivih, majhnih (1 μm) kokoidnih oblik, medtem ko v stacionarni fazi rasti na trdih gojiščih oblikujejo dolge (20 μm), negibljive filamente. Ob tem se spreminja struktura celične ovojnice. Nekatere vrste tvorijo kapsulo ali njej podoben sloj.



Slika 1: Elektronska mikroskopija bakterije *Legionella pneumophila*. A – Običkana celica (merilo 1 μm), B – tipične po Gramu negativne bakterije v prereplikativni stopnji (merilo 0,5 μm).

(Vir: A – Elliot in Johnson, 1981; B – Faulkner in Garduño, 2002)

Celična stena legionel je po Gramu negativne narave. Legionele so obligatno aerobne, kemoorganotrofne bakterije. Kot vir energije izkoriščajo predvsem aminokislino, ki jih razgradijo preko Krebsovega cikla, medtem ko sinteza ogljikovih hidratov poteka z glukoneogenezo po Embden-Meyerhofovi poti (Edelstein in Cianciotto, 2006). V laboratorijih so za izolacijo legionel sprva uporabljali morske prašičke ali kokošja jajca (Hornei in sod., 2007). Danes se za gojenje uporabljajo obogatena in selektivna trdna ali tekoča gojišča s topnim železom in L-cisteinom. Med njimi je najpogostejše gojišče BCYE (ang. Buffered Charcoal Yeast Extract Agar) z α -ketoglutaratom, ki spodbuja rast, aktivnim ogljem, kvasnim ekstraktom in organskim pufrom. Legionele rastejo optimalno pri pH od 6,8 do 6,9 in temperaturi 35–37 °C. Določenim vrstam ustrezajo višje koncentracije ogljikovega dioksida (3–5 %) ali dodatek govejega serumskega albumina (Edelstein in Cianciotto, 2006; Murdoch, 2003). Pri začetni izolaciji iz različnih vzorcev zrastejo kolonije legionel na gojišču BCYE z α -ketoglutaratom v 3–14 dneh, vendar povprečno v 3–4 dneh inkubacije, saj so počasneje rastoče vrste manj pogoste. Mlade kolonije so sive, okrogle, konveksne in pod mikroskopom podobne brušenemu steklu (Edelstein in Cianciotto, 2006). Pod UV-svetlobo rumeno fluorescirajo. Zanje je značilna iridescenca, za nekatere vrste rdeča, bela ali modra avtofluorescenca (Hornei in sod., 2007).

S pulzno gelsko elektroforezo so ocenili, da je genom legionel velik približno 3,9 MB (Steinert in sod., 2002). Delež gvanina in citozina v molekuli DNK je 38–52 %, odvisno od vrste legionel. Legionele so sposobne izmenjave genetskega materiala s transformacijo in konjugacijo. Plazmide so odkrili pri nekaterih kliničnih in okoljskih izolatih (Edelstein in Cianciotto, 2006).

Danes so objavljena celotna nukleotidna zaporedja genomov petih kliničnih izolatov, ki pripadajo vrsti *L. pneumophila* serološke skupine 1. Za *L. pneumophila* je značilna variabilnost na nivoju genov (Cazalet in Buchrieser, 2007; D'Auria in sod., 2010). Številni geni so edinstveni za rod *Legionella* sp. Plazmida, ki sta prisotna pri sevih Paris in Lens, sta verjetno pomembna za prilagoditev na okolje in virulenco. Vsebujeta gene za odpornost proti antibiotikom in gene, ki kodirajo virulentne dejavnike (Cazalet in Buchrieser, 2007). Posebnost genoma *L. pneumophila* je, da kodira nenavadno veliko beljakovin, ki so podobne evkariontskim glede na aminokislinsko zaporedje ali pa vsebujejo evkariontske domene. Preko funkcionalne mimikrije naj bi posegale v različne stopnje okužbe in na ta način omogočale znotrajcelično rast. Geni zanje so ohranjeni med sevi, bakterije so jih verjetno pridobile s horizontalnim prenosom od različnih evkariontskih gostiteljev. Zaradi povezave s praživalmi so zmožne okužiti človeške celice (Cazalet in Buchrieser, 2007; Steinert in sod., 2002).

2.1 Življenjski prostor legionel

Naravni življenjski prostor legionel so raznolika vodna okolja (vodotoki, jezera, podtalnica, termalna in morska voda), vlažna zemlja in blato. Prisotne so v nizkih koncentracijah, vendar lahko vstopajo v umetne vodne sisteme, ki so pogostejši vir okužbe, saj se bakterije tu v ugodnih razmerah zelo namnožijo. Našli so jih v slabo vzdrževani vodovodni napeljavi, hladilnih stolpih, klimatskih napravah, vlažilcih zraka, vodnjakih, bazenih z naravno in termalno vodo, v opremi za izvajanje respiratorne terapije ter zobozdravstveni opremi (Surman-Lee in sod., 2007). Izjema je vrsta *L. longbeachae*, ki je prisotna v zemlji za vrtnarjenje in v kompostu (Hornei in sod., 2007).

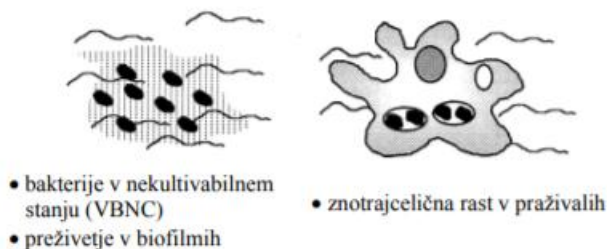
Na rast legionel vplivata predvsem temperatura in prisotnost drugih mikroorganizmov, ki jih ščitijo pred neugodnimi dejavniki, jim zagotavljajo hranila in omogočajo razmnoževanje. So termotolerantne, saj preživijo pri temperaturi med 0 in 60 °C, a se razmnožujejo le med 25 in 45 °C. Poleg tega so acidotolerantne, prisotne v okoljih s pH v območju od 2,7 do 9,2. Bakterije rodu *Legionella* sp. na površini vodnih sistemov sooblikujejo biofilme, ki so relativno bogati s hranili. V takšnem okolju so izpostavljene fagocitozi s strani praživali, na kar pa so

se prilagodile. So namreč fakultativni ali obligatni znotrajcelični paraziti prostoživečih praživali, in sicer vsaj 20 vrst ameb, treh vrst migetalkarjev in ene izmed vrst gliv sluzavk. Praživali predstavljajo njihove naravne gostitelje in rezervoarje. Vse legionele ne rastejo v istih vrstah praživali, kar nakazuje na določeno stopnjo vrstne specifičnosti. Študije so odkrile, da je prisotnost naravnih gostiteljev v biofilmu morda potrebna za razmnoževanje teh bakterij. V njihovi odsotnosti so občasno opazili živo, a ne kultivabilno stanje celic. V biofilmih so bakterije manj dovzetne za delovanje biocidov, kot je klor, znotraj praživali pa so odpornejše tudi proti visokim temperaturam, osmolarnosti in kislosti. Medtem ko se planktonske legionele hitro inaktivirajo, lahko v povezavi z gostitelji preživijo več mesecev. Sposobnost preživetja znotraj praživali je pomembna za selekcijo virulentnih sevov, ki povzročajo bolezni pri človeku (Gornik, 2011).

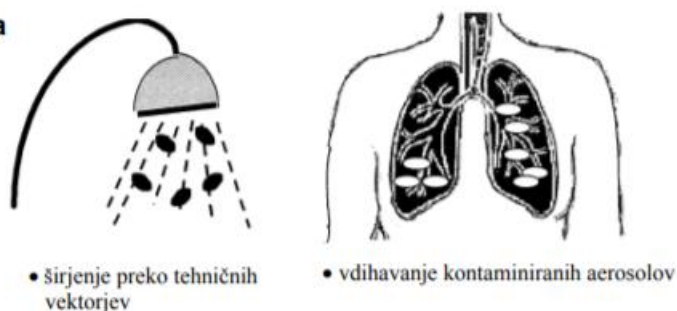
2.2 Okužba z legionelami

Človek je naključni gostitelj legionel. Okužba najpogosteje nastane z vdihavanjem aerosolov, drobnih vodnih delcev, v katerih so bakterije. Prenesejo se nekaj kilometrov daleč od vira in so dovolj majhni, da zaidejo v pljučne alveole, kjer jih fagocitirajo makrofagi, včasih tudi epitelne celice (Edelstein in Cianciotto, 2006; Hornei in sod., 2007a). V primeru bolnišničnih okužb z legionelo je možno širjenje z aspiracijo kontaminirane vode, ob spiranju s takšno vodo pa prihaja do okužb ran. Način prenosa bakterij vrste *L. longbeachae* ni jasen, domnevno pa se širijo z vdihovanjem prahu kontaminirane zemlje. Prenos legioneloze s človeka na človeka ni znan (Hornei in sod., 2007). Dejavniki tveganja za legionarsko bolezen so opisani v preglednici 3.

A: Okolje



B: Okužba



Slika 2: Pot do okužbe z bakterijami *Legionella pneumophila*.

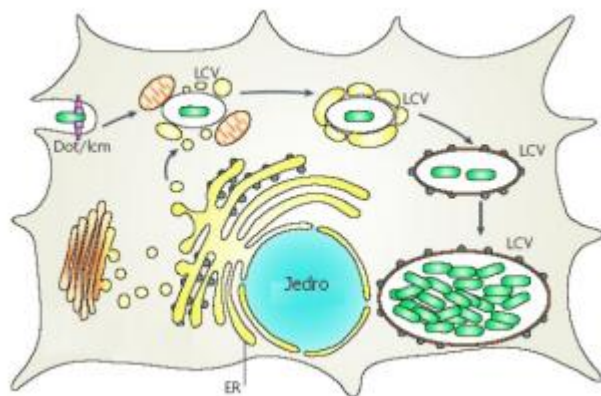
(Vir: Steinert in sod., 2002)

2.3 Življenjski cikel patogenih legionel

Pomembno vlogo v patogenezi okužb z legionelami ima njihova sposobnost celičnega razmnoževanja. Življenjska cikla teh bakterij pri praživalih in človeških fagocitnih celicah sta si zelo podobna, obstajajo pa razlike med mehanizmom vstopa in izstopa iz omenjenih gostiteljskih celic (Fields in sod., 2002; Hornei in sod., 2007a). Za preučevanje procesov v

sesalskih celicah so raziskovalci uporabili različne tkivne kulture, divje seve in avirulentne mutante legionel (Newton in sod., 2010).

Legionele vstopajo v gostiteljevo celico s procesom fagocitoze, nato pa preprečijo zlitje nastale vakuole z lizosomom. Bakterije tam obstajajo v replikativni obliki in se razmnožujejo, dokler vakuola ne počne zaradi mehanskega pritiska. Legionele nato zaradi spremembe okolja preidejo iz replikativne v transmisivno obliko, za katero je značilna večja odpornost, odebelitev celične stene in gibljivost celic. Sledi propad gostiteljske celice, nove virulentne bakterije pa se sprostijo v okolje.



Slika 3: Shematski prikaz nastanka vakuole, v kateri se razmnožuje *Legionella pneumophila*. (Vir: Isberg in sod. 2009 v Gornik 2011, str. 13)

2.4 Dokazovanje okužb z legionelami

Legionele v kliničnih vzorcih slabo preživijo in je njihov takojšen prevoz v laboratorij nujen. Za dokazovanje okužb z legionelo se uporablja specifična laboratorijska diagnostika (Musič 2009 v Hainc 2014, str. 11):

- Metoda dokazovanja topnega antigena legionele v urinu je hitra, postopek dokazovanja traja tri ure, ima od 60- do 90-odstotno občutljivost in nad 95-odstotno specifičnost. Metoda ima velik diagnostičen pomen za zgodnje odkrivanje legioneloz, saj se z njo lahko dokaže antigen legionele v urinu že v prvih sedmih dneh po izbruhu bolezni. Zaradi neenakomernega izločanja topnega antigena legionele v urinu je priporočljivo odvzem vzorca 24-urnega urina.
- Metoda dokazovanja protiteles proti legioneli v serumu se uporablja od osem do deset dni po začetnih znakih bolezni, ko začne v krvi naraščati titer protiteles proti legioneli. Za določanje titra protiteles je priporočljivo odvzeti parne serume v razmiku od treh do osmih tednov.
- Verižna reakcija s polimerazo (PCR) je hitra diagnostična metoda za dokazovanje legionele v vzorcu kužnin, sputuma, aspirata traheje, brisa žrela in tkiva. Vzorec za preiskavo je treba odvzeti pred začetkom antibiotičnega zdravljenja.
- Metoda osamitve legionele na selektivnem gojišču omogoča določitev povzročitelja okužbe iz sputuma ali iz drugih kužnin, odvzetih iz dihal. Metoda traja najmanj sedem dni, občutljivost je od 30- do 60-odstotna.

Pozitiven rezultat v slini nedvomno potrjuje bolezen. Testi krvi in urina so lahko močno pozitivni ali pozitivni, vendar niso prepričljivi oziroma dokončni. Noben test ni tako občutljiv, da lahko bolezen izključimo, tudi v primeru, če je več testov negativnih (Murdoch 2006 v Hainc 2014, str. 11).

3 BOLEZNI, KI JIH POVZROČAJO LEGIONELE

Za obolenja, ki jih povzročajo bakterije legionele, se uporablja splošni izraz legioneloza.

Bakterije rodu *Legionella sp.* povzročajo dve vrsti bolezni: pontiaško vročico in legionarsko bolezen. Pri prvi gre za blago obliko okužbe zgornjih dihal, ki običajno hitro mine brez zapletov, pri drugi pa pride do potencialno smrtno nevarne pljučnice.

Izbruh, po katerem je legionarska bolezen dobila ime, se je zgodil julija 1976 v Filadelfiji, kjer je zbolelo 221 ljudi, od katerih jih je 34 umrlo. Vir bolezni je bil hladilni stolp klimatske naprave v hotelu Bellevue-Stratford, kjer so se vse žrtve tudi okužile. Bakterijo, ki je povzročila bolezen, so uspešno izolirali leta 1977. Odkritje njenega gojišča je kasneje privedlo do strožjih varnostnih ukrepov glede klimatskih naprav.

Legionela se lahko prenaša po zraku, kamor jo lahko prenese večja koncentracija vodnih hlapov, npr. pri odprtih hladilnih stolpih industrijskih obratov. V epidemiji v Franciji v letih 2003–2004 je na takšen način prihajalo do okužb tudi 6 kilometrov od obrata.

V njenem naravnem okolju je bakterija legionele parazit ameb. Če pa vstopi v dihalne poti, lahko okuži tudi človeka. Inkubacijska doba traja do dva tedna. Zgodnji simptomi so podobni gripi in vključujejo vročino, mrzlico in suh kašelj. Med kasnejšimi simptomi sta lahko tudi driska in bruhanje. Osebe z zdravim imunskim sistemom običajno nimajo hudih težav, pri osebah z oslabljenim imunskim sistemom, kot so starejši in bolniki, pa so pogosti zapleti, zato je legionela še posebno nevarna, kadar se pojavi v vodnih sistemih bolnišnic ali domov starejših.

Legionela se ne prenaša s človeka na človeka, prenaša se le prek vodnih kapljic.

Ko je prisotnost bakterij legionele odkrita v vodnem sistemu, se jo je mogoče znebiti z več različnimi postopki. Prvi je običajno tako imenovani toplotni šok, pri katerem se temperatura vode dvigne nad legionelino območje preživetja. Druga znana metoda je klorni šok, pri katerem se poveča koncentracija klora v okuženi vodi, ki ima tako protibakterijski učinek. Druge metode vključujejo uporabo klorovega dioksida, srebrovih in bakrovih ionov.

Legionela je aktivna znotraj specifičnega temperaturnega razpona. Nad 70 °C odmre skoraj takoj, razmnožuje se le med 25 in 42 °C. Pod 20 °C sicer lahko dolgoročno preživi, vendar je neaktivna.

3.1 Pontiaška vročica

To bolezen so poimenovali po mestu Pontiach v Michiganu, kjer je bil opisan prvi izbruh. Razvoj pontiaške vročice ni povsem pojasnjen, dejstvo pa je, da zboli preko 90 % oseb, ki so bile izpostavljene okužbi. Običajno se bolezen pojavlja v obliki epidemij. Inkubacijska doba je zelo kratka, traja od 12 do 38 ur. Bolezen je podobna gripi, začne se z mrzlico, vročino, glavobolom in bolečinami v mišicah. Pri polovici bolnikov se pojavijo še znaki okužbe zgornjih dihal. Lahko je prisotna tudi otrplost tilnika, zmedenost in izogibanje svetlobi.

Bolezen traja od dva do sedem dni. Vsi običajni laboratorijski testi in rentgenogram pljuč so v mejah normale. Antibiotično zdravljenje ni učinkovito, bolniki spontano ozdravijo v dveh do petih dneh. Diagnoza se postavi na podlagi epidemioloških podatkov in izvidov ciljanih preiskav krvi, ki potrdijo okužbo z legionelo (Medmrežje 6).

3.2 Legionarska bolezen

Na legionelno pljučnico naj bi med drugim nakazovale nizka koncentracija natrija in visoki koncentraciji C-reaktivnega proteina in laktat dehidrogenaze v serumu. Na to bolezen se pomisli, če se bolnik ne odziva na betalaktamske antibiotike. Ob imunske oslabiljenosti ali neustreznem zdravljenju lahko pride do zapletov, ki vključujejo septični šok in odpoved dihal, jeter in drugih organov. Bolezen pa se lahko konča tudi s smrtnim izidom. Bolniki s težjo obliko okužbe lahko imajo težave več mesecev (utrujenost, oteženo dihanje, slabši spomin).

Legionele lahko prizadenejo poleg dihal tudi druge organske sisteme. Tovrstne okužbe se pojavljajo redko, predvsem pri imunske oslabiljenih osebah. Lahko so pridružene pljučnici. Največkrat so oslabiljeni srce in ledvici, možne so tudi okužbe živčnega sistema.

Legionarska bolezen se pogosteje pojavlja pri osebah z oslabiljenim imunskim sistemom. Dejavniki tveganja so: starost nad 40 let, moški spol, kajenje, preobremenitev z železom, alkoholizem, nedavna potovanja, sladkorna bolezen, kronične srčne in pljučne bolezni, kronična odpoved ledvic, hematološke maligne bolezni in imunosupresija. Za bolnišnično pridobljeno okužbo so občutljivejši kirurški bolniki, posebno po presaditvi organov ali operacijah raka glave in vratu, drugi bolniki z rakom ter bolniki, ki prihajajo v stik z respiratorno opremo. Legionele le redko povzročajo pljučnico pri otrocih. Bolj pregledno so dejavniki tveganja za legionarsko bolezen opisani v preglednici 2.

Primeri bolezni se pojavljajo po celem svetu, povečini sporadično ali pa kot epidemije oziroma endemije. Okužbe delimo na bolnišnične, pridobljene v domačem okolju in okužbe, povezane s potovanjem (preglednica 2). Sporadični primeri in bolnišnične okužbe se pojavljajo vse leto, epidemije pa so pogostejše poleti in jeseni, domnevno zaradi višjih temperatur, vlažnosti in večjega števila ljudi, ki potujejo (Gornik, 2011).

S pitjem okužene vode se človek običajno ne more okužiti, ker kislina v želodcu bakterije uniči. Izjema so bolniki z močno oslabiljenim imunskim sistemom. Izbruhi legioneloze so navadno osamljeni primeri. Pogostost bolezni je večja v času poznega poletja in jeseni zaradi višjih temperatur voda.

Bolezen se ne prenaša z bolnika na zdravo osebo, razširi pa se lahko tudi pri domačih živalih (konji, svinje, drobnica in psi).

Manj kot 5 % okuženih oseb zboli z znaki pljučnice. Povprečna starost bolnikov, ki zbolijo s klinično sliko pljučnice, je 55 let.

Legionarske bolezni oziroma pljučnice brez laboratorijskega testiranja (mikrobiološke preiskave) ne moremo razlikovati od drugih bakterijskih pljučnic. Da ugotovimo, katera bakterija povzroča pljučnico, moramo opraviti laboratorijske teste in mikrobiološke preiskave. Najboljši dokaz je osamitev legionele iz vzorca krvi, plevralne tekočine, aspirata sapnika in podobno. Bolezen lahko potrdimo tudi z dokazovanjem antigena legionele v tkivu, urinu in drugih izločkih. Število belih krvničk (levkocitov) je običajno le blago povišano, lahko pa je celo znižano. Bolezen zdravimo z antibiotiki. Najbolj učinkoviti so kinoloni (levofloksacin, moksifloksacin, gemifloksacin) in makrolidi (azitromicin, eritromicin, klaritromicin, roksitromicin). Med zdravljenjem lahko pride do zapletov, kot so akutna odpoved ledvic in jeter, znižan krvni tlak, septični šok in diseminirana intravaskularna koagulacija. Bolezen

lahko povzroči trajne posledice, npr. poslabšanje spomina, moteno usklajenost gibov in pljučno fibrozo (Medmrežje 1).

Delež izpostavljenih, ki zbolijo v epidemijah, je majhen, običajno nižji od 5 %. Inkubacijska doba je od dva do deset dni. Prvi in drugi dan ima bolnik neznačilne splošne bolezenske znake: utrujenost, glavobol, povišano telesno temperaturo, izgubo apetita, bolečine v mišicah. Telesna temperatura naraste na 40 °C in več. Značilno je, da vročine ne moremo znižati z zdravili proti vročini in protivnetnimi zdravili. Pri tretjini bolnikov se lahko pojavi driska, bolečine v trebuhu, slabost, bruhanje. Kašelj je prisoten v večji ali manjši meri, izpljunek ni vedno gnojen, lahko je krvav. Lahko se pojavijo motnje v delovanju jeter in ledvic. Nekateri bolniki imajo trajne posledice (težave z ravnotežjem in oslavljen spomin). Čeprav je terapija uspešna in pravilna, se bolezen lahko ponovi, če je bolnik še vedno izpostavljen okuženemu vodnemu viru.

Smrtnost obolenja pri sicer zdravih ljudeh je do 10-odstotna, pri bolnikih z okvarjenim imunskim sistemom pa tudi do 50-odstotna. Odvisna je od oblike bolezni, starosti bolnika, morebitnih spremljajočih bolezni in kajenja (Medmrežje 6).

Legionarsko bolezen najučinkoviteje preprečimo z rednim vzdrževanjem vodovodnih sistemov. Redno je treba nadzirati kakovost vode v vodovodnih sistemih javnih objektov. Priporočljivo je redno odstranjevanje vodnega kamna, ki se nabere na pipah, tuših in v kotlih, saj se v takšnih oblogah legionele najhitreje namnožijo. Temperatura vode v sistemih mora biti primerno visoka (od 50 do 60 °C) ali nižja od 20 °C (Medmrežje 1).

Jemanje vzorcev in potrjevanje legionel v domačih hišnih vodovodih nima posebnega smisla. Legionele se v vodovodnem sistemu pojavljajo občasno, zato tudi negativen izvid ne pomeni, da jih v sistemu ni. Bolj pomembno je, da poskrbimo za hišni vodovodni sistem in pravilno vzdržujemo druge možne vire legionel (npr. klimatske naprave) in s tem zmanjšujemo tveganje za okužbo (Medmrežje 4).

Preglednica 2: Dejavniki tveganja za legionarsko bolezen po kategorijah.

(Vir: Medmrežje 25)

	Pridobljene v domačem okolju	Povezane s potovanji	Bolnišnične
Prenos	Vdihavanje onesnaženega aerosola	Vdihavanje onesnaženega aerosola	Vdihavanje onesnaženega aerosola, aspiracija, okužba rane
Vir	Hladilni stolpi, vroči in hladni vodni sistemi, termalni bazeni, termalni izviri, vlažilci zraka, domači vodovod, polnilne mešanice, kompost	Hladilni stolpi, vroči in hladni vodni sistemi, termalni bazeni, termalni izviri, vlažilci zraka	Hladilni stolpi, vroči in hladni vodni sistemi, termalni bazeni, termalni izviri, vlažilci zraka, oprema za respiratorno terapijo, bolnišnična oskrba
Zbiralnik	Industrijska območja, nakupovalni centri, restavracije, lokali, športni centri, zasebne rezidence	Hoteli, ladje za križarjenje, kamp območja, nakupovalni centri, restavracije, lokali, športni centri	Bolnišnice, medicinska oprema
Dejavniki tveganja (okolje)	Bližina vira prenosa, slaba izvedba oz. slabo vzdrževanje sistemov za hlajenje vode, pomanjkljivo	Bivanje v nastanitvenih objektih, namenjenih za kratkoročno ali sezonsko bivanje, občasna uporaba sob	Zapleten sistem za distribucijo vode, dolge cevi, slab nadzor temperature vode, slab pretok

	izobraževanje zaposlenih	in uporaba vode, občasna zaloga vode, občasen nadzor temperature vode, zapleten vodovodni sistem, pomanjkljivo usposabljanje zaposlenih za upravljanje z vodovodnim sistemom	vode
Dejavniki tveganja (človek)	Starost nad 40 let, moški spol, spremljajoča bolezen (sladkorna bolezen, kronične bolezni srca), kajenje, oslabilen imunski sistem, kronična odpoved ledvic, nedavno potovanje, hematološki malignomi, preobremenitev z železom	Starost nad 40 let, moški spol, kajenje, alkoholizem, sprememba življenjskega sloga, spremljajoča bolezen (sladkorna bolezen, kronična odpoved srca), oslabilen imunski sistem	Starost nad 25 let, presaditev organov, oslabilen imunski sistem, operacije – še posebej glave in vratu, rak, levkemija, sladkorna bolezen, oskrba z respiratornimi napravami, kronična bolezen srca ali pljuč, kajenje, alkoholizem

Preglednica 3: Dejavniki tveganja za legionarsko bolezen (okolje, človek).

(Vir: Medmrežje 6)

Okolje	Človek
<ul style="list-style-type: none"> – Temperatura vode med 20 °C in 50 °C – Nizka vsebnost klora v pitni vodi – Sediment/obloge v vodovodnem sistemu – Zastajanje vode v sistemu, prisotnost slepih rokavov – Motnje v preskrbi z vodo – Prisotnost drugih mikroorganizmov, ki podpirajo razmnoževanje legionel – Nesterilna voda v medicinskih napravah in pripomočkih, kjer nastaja aerosol – Prisotnost legionel na več kot 30 % vodovodnih pip 	<p>Visoka stopnja tveganja:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Izrazito oslabilen imunski sistem (bolniki s krvnim rakom, bolniki na kemoterapiji, osebe, ki jemljejo visoke odmerke kortikosteroidov in druga zdravila, ki slabijo imunski sistem, bolniki z AIDS-om, bolniki po transplantaciji) – Kronična ledvična odpoved <hr/> <p>Nižja stopnja tveganja:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Starejši od 65 let – Kajenje/alkoholizem – Srčno popuščanje – Kronična obstruktivna pljučna bolezen – Sladkorna bolezen

3.3 Izbruhi bolezni

3.3.1 Združene države Amerike

Prvi avtentični opis legioneloze izhaja iz leta 1976, ko so se sestali člani Ameriške legije, združenja vojaških veteranov, 27. julija v hotelu Bellevue-Stratford v Filadelfiji (Pensilvanija). V roku dveh dni so veterani začeli bolehati za takrat neznano vrsto pljučnice. Klinični znaki so bili predvsem povečana frekvenca dihanja in bolečine v prsnem košu. Zdravniško pomoč

je potrebovalo 221 ljudi, 34 pa jih je umrlo. To je v javnosti sprožilo veliki preplah zaradi možne epidemije prašičje gripe, zaradi česar so uvedli nacionalni program za cepljenje proti prašičji gripi. Pozneje so možnost epidemije zavrnil, v javnosti in znanstvenih krogih pa so se pojavljale različne teorije, ki so vključevale uporabo strupenih kemikalij in terorizem, katerega tarče naj bi bili veterani. Center za nadzor in preprečevanje bolezni (CDC) je januarja 1977 izoliral in identificiral legionelo ter odkril gojišče bakterij v hladilnih stolpih prezračevalnega sistema v hotelu. Dogodek je sprožil posodobitev prezračevalnih sistemov in strožji nadzor vladnih agencij po svetu.

Pozneje so ugotovili, da je bila prva epidemija, ki jo je povzročila legionela, že leta 1965 v Washingtonu, D.C. (Vollmeier, 2015).

3.3.2 Nizozemska, 1999

Marca 1999 se je na Nizozemskem, na razstavi rož v Bovenkarspelu, pojavil novi primer izbruha, kjer se je okužilo 200 ljudi, najmanj 34 pa jih je umrlo. Vir bakterij sta bila verjetno vlažilca zraka na razstavi (Medmrežje 2).

3.3.3 Španija, 2001

Največji izbruh do danes se je pojavil v mestu Murcia, Španija, kjer naj bi bilo potrjenih 449 obolelih ljudi, smrtnost med njimi pa je bila le 1-odstotna. Preiskava je pokazala, da so bili vir bakterij hladilni stolpi v mestni bolnišnici Morales Meseguer.

Do tako nizke stopnje umrljivosti je prišlo zaradi zavedanja tveganja legioneloze. Pomembno je bilo tudi zavedanje, da sta preživetje in okrevanje odvisna od hitrega ukrepanja in pravilne izbire protimikrobne terapije, še posebej pri resnih primerih (Medmrežje 2).

3.3.4 Velika Britanija, 2002

Leta 2002 je v mestu Barrow-in-Furness prišlo do najhujšega izbruha legionarske bolezni v Veliki Britaniji. Umrlo je šest žensk in en moški, 172 ljudi pa je zbolelo (Medmrežje 2).

3.4 Pregled okužb z legionelo v Evropski uniji

Pogostost legioneloze po svetu ni znana. Države se razlikujejo po metodah, ki jih uporabljajo za ugotavljanje, ali ima oseba okužbo, in v poročanju o številu primerov.

Iz preglednice v Prilogi A je razvidna obolevnost na 100.000 prebivalcev za države Evropske unije, ki spremljajo in poročajo o primerih legioneloz. Iz preglednice so razvidna nihanja – do leta 2011 je bil trend padanja števila obolelih, od takrat naprej pa obolevnost zopet narašča.

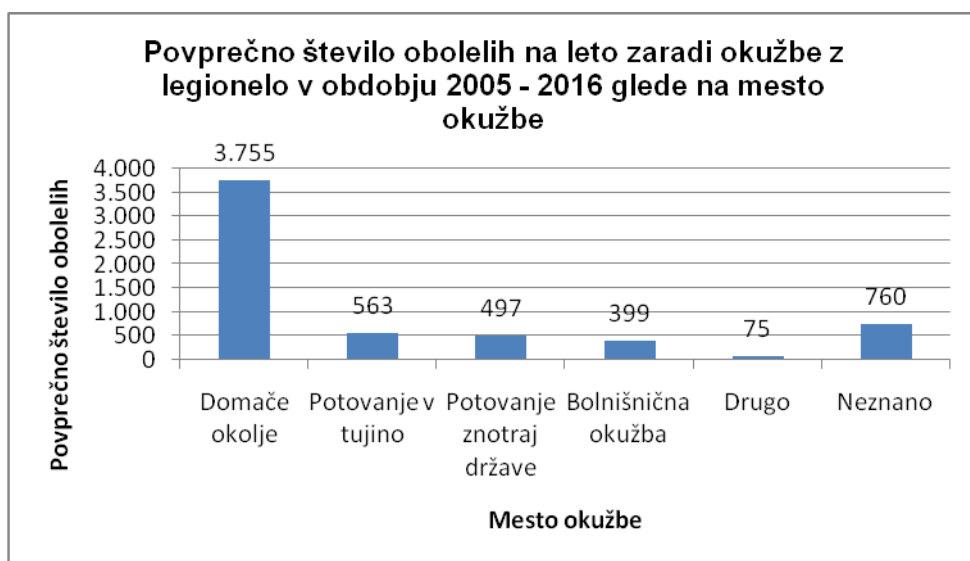
Preglednica 4: Delež okužb z legionelami v Evropski uniji glede na mesto okužbe od leta 2005 do leta 2016 v odstotkih.

(Vir: Medmrežje 28)

Leto	Domače okolje	Potovanje v tujino	Potovanje znotraj države	Bolnišnična okužba	Drugo	Neznano
2005	64,5	7,8	10,3	7,1	0,9	9,5
2006	49,6	6,8	10,2	6,1	0,8	26,4
2007	56,0	8,7	9,0	6,4	0,5	19,5

2008	60,4	9,5	8,8	7,0	0,5	13,8
2009	65,1	9,3	9,5	8,3	0,5	7,3
2010	69,0	8,2	8,9	6,4	0,6	6,9
2011	62,2	11,0	9,4	6,0	2,2	9,3
2012	61,1	10,5	6,9	7,0	2,6	11,9
2013	64,7	9,4	6,7	6,7	1,3	11,2
2014	64,7	9,0	6,6	6,0	1,5	12,1
2015	60,9	11,4	7,8	6,9	1,7	11,3
2016	62,8	10,7	6,5	6,1	1,7	12,2

Iz preglednice 4 je razvidno, da se je največji delež bolnikov okužil v domačem okolju (na leto se je v domačem okolju v povprečju okužilo 3755 oseb). Sledijo okužbe, za katere je bil vzrok potovanje v tujino, nato okužbe na potovanjih znotraj države in okužbe v bolnišnicah. Manjši del bolnikov se je okužil drugje, za določen del okužb pa je mesto okužbe neznano (slika 4).



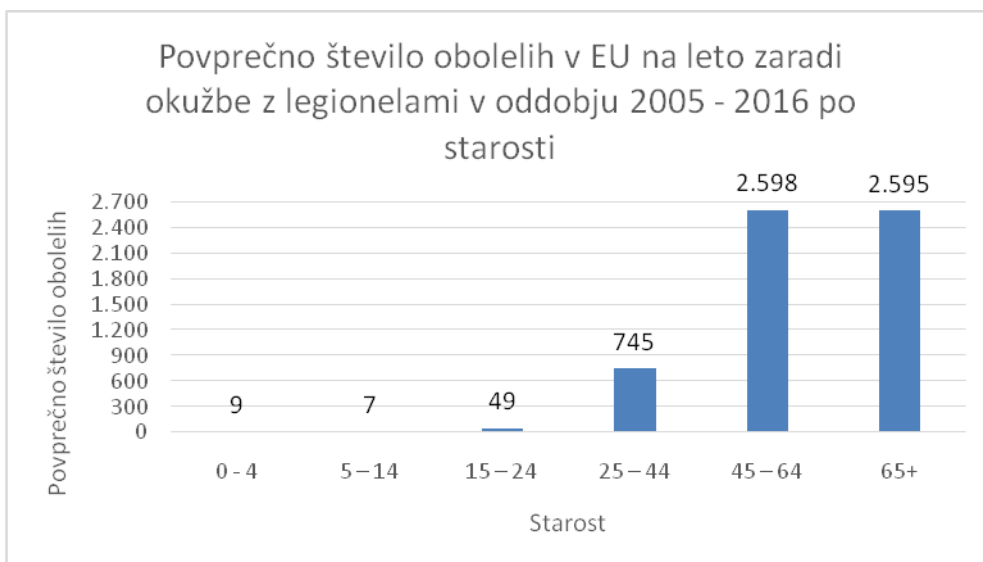
Slika 4: Povprečno število obolelih v Evropski uniji na leto zaradi okužbe z legionelami v obdobju 2005–2016 glede na mesto okužbe. (Vir: Medmrežje 28)

Preglednica 5: Delež obolelih zaradi okužbe z legionelami po starosti v Evropski uniji od leta 2005 do leta 2016 v odstotkih.

(Vir: Medmrežje 28)

Leto	Starost v letih					
	0–4	5–14	15–24	25–44	45–64	65 +
2005	0,1	0,2	1,0	16,3	42,1	40,4
2006	0,1	0,1	0,9	15,3	43,4	40,2
2007	0,1	0,1	1,0	15,7	43,9	39,3
2008	0,3	0,2	0,8	13,5	44,1	41,2
2009	0,1	0,1	0,8	13,2	41,8	44,1
2010	0,2	0,1	0,8	12,0	44,7	42,3
2011	0,2	0,1	0,9	12,2	44,3	42,2
2012	0,2	0,1	0,9	11,6	43,3	43,9
2013	0,2	0,1	0,7	10,0	42,2	46,9
2014	0,2	0,1	0,7	10,5	43,9	44,5
2015	0,1	0,1	0,7	10,4	42,0	46,8
2016	0,1	0,1	0,7	10,0	43,8	45,5

Iz preglednice 5 razberemo, da je največ ljudi zbolelo v starosti od 45 do 64 let (v povprečju je na leto zbolelo 2598 oseb), malo manjši delež predstavljajo oboleli, starejši od 65 let. Sledi kategorija od 25 do 44 let, manjši delež obolelih predstavljajo bolniki v starosti od 15 do 24 let, še manj je zbolelo otrok od 0 do 4 let, najmanj obolelih pa je bilo v starosti od 5 do 14 let.



Slika 5: Povprečno število obolelih v Evropski uniji na leto zaradi okužbe z legionelami v obdobju 2005–2016 po starosti.

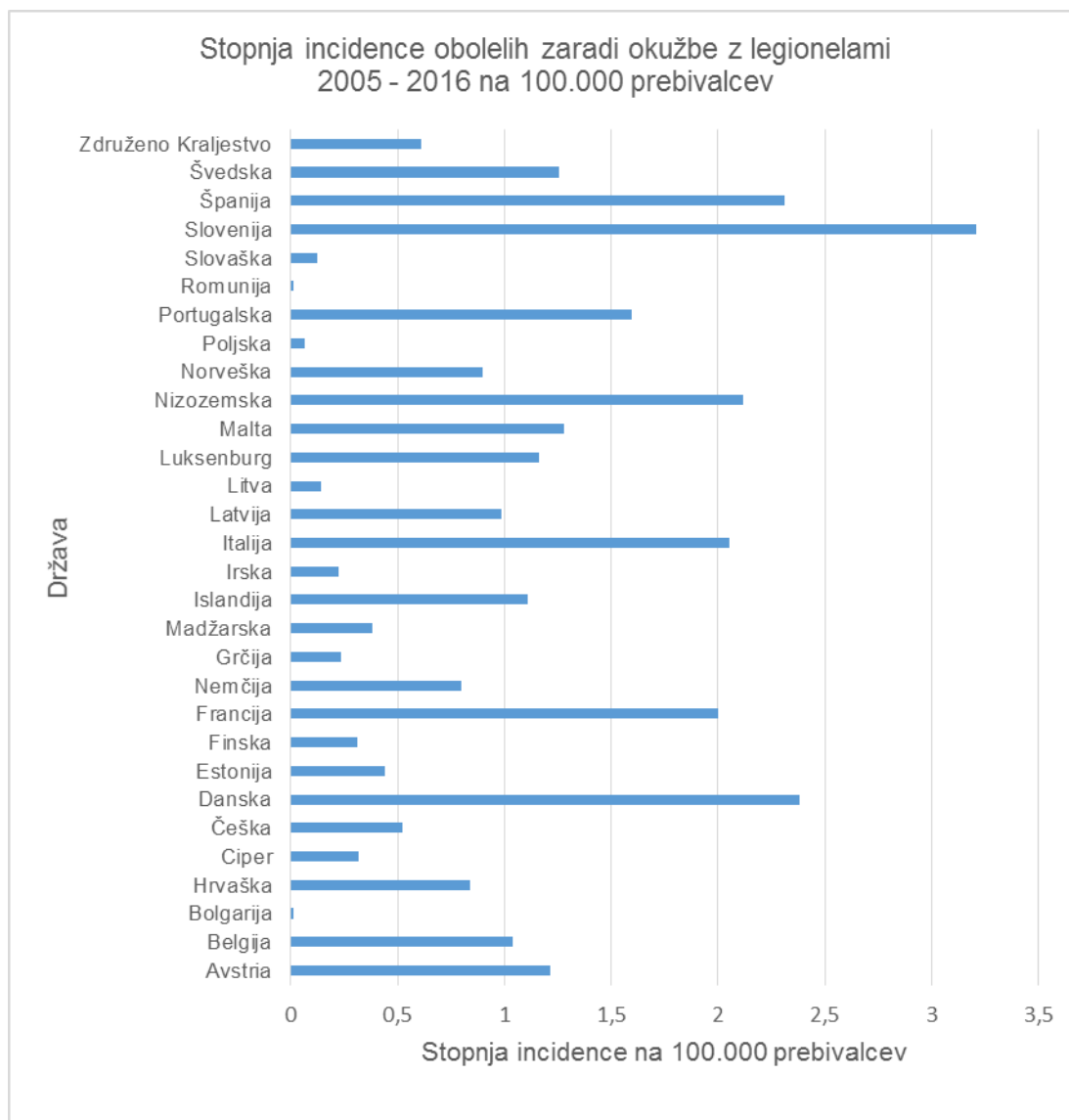
(Vir: Medmrežje 28)

Preglednica 6: Delež obolelih zaradi okužbe z legionelami v Evropski uniji od leta 2005 do leta 2016 glede na spol v odstotkih.

(Vir: Medmrežje 28)

Leto	Spol	
	Moški	Ženski
2005	75	25
2006	72,8	27,2
2007	74,3	25,7
2008	73,0	27,0
2009	72,5	27,5
2010	72,8	27,2
2011	71,4	28,6
2012	70,7	29,3
2013	70,5	29,5
2014	71,3	28,7
2015	71,3	28,7
2016	70,5	29,5

Iz preglednice 6 je razvidno, da največji delež obolelih predstavljajo moški (v povprečju je na leto zbolelo 4325 moških) in da med leti ni vidnih večjih odstopanj.



Slika 6: Stopnja incidence obolelih zaradi okužbe z legionelami po državah v obdobju 2005–2016 na 100.000 prebivalcev.

(Vir: Medmrežje 28)

3.5 Spremljanje nalezljivih bolezni v Sloveniji

Nalezljive bolezni v nerazvitih državah povzročijo smrt vsakega drugega človeka. Možnosti za preprečevanje nalezljivih bolezni, ki jih poznamo pri nas, v teh državah nimajo. Osnova za preprečevanje in obvladovanje nalezljivih bolezni je učinkovito zbiranje in spremljanje podatkov, ki je ključnega pomena za postavitve prednostnih nalog, načrtovanja, zagotavljanja potrebnih finančnih in drugih virov, napovedovanja in zgodnjega zaznavanja epidemij in opazovanja ter ocenjevanja učinkovitosti programov obvladovanja nalezljivih bolezni. Za to je nujno potreben učinkovit nacionalni sistem epidemiološkega spremljanja in obvladovanja nalezljivih bolezni, ki predstavlja pomemben sestavni del javnega zdravja.

Dobri nacionalni sistemi so zato osnova za delovanje globalne mreže za epidemiološko spremljanje in obvladovanje nalezljivih bolezni po vsem svetu. Učinkovit nacionalni sistem epidemiološkega spremljanja in obvladovanja nalezljivih bolezni mora zagotoviti podatke o pomembnih nalezljivih boleznih, omogočiti zaznavanje epidemij in omogočiti opazovanje učinkovitosti programov obvladovanja bolezni. Pri tem ne gre zgolj za zbiranje podatkov, temveč za opazovanje epidemioloških značilnosti bolezni na celotnem območju države, za sprejemanje odločitev o potrebnih ukrepih in strategiji obvladovanja oziroma odpravljanja teh bolezni. Sistem epidemiološkega spremljanja in obvladovanja nalezljivih bolezni naj bi vključeval le informacije, ki so potrebne za preprečevanje in obvladovanje teh bolezni, zato se lahko podatki od bolezni do bolezni razlikujejo (Medmrežje 7).

Podlaga epidemiološkega spremljanja nalezljivih bolezni v Sloveniji sta Zakon o nalezljivih boleznih (ZNB) in Pravilnik o prijavi nalezljivih bolezni. Zakon, ki se uporablja danes, je bil pripravljen v sredini devetdesetih let in nekajkrat posodobljen s spreminjanjem, dodajanjem in odvzemanjem členov. Seznam nalezljivih bolezni, pri katerih ZNB predpisuje prijavo, je obsežen in vsebuje tudi nalezljive bolezni, za katere je malo verjetno, da bi se pojavile pri nas (gobavost, kuga, otroška paraliza, smrkavost, hemoragična mrzlica ebola, Marburg, črne koze, tularemija, vranični prisad itd.). Pozornost se posveča tistim nalezljivim boleznim, pri katerih obstaja nevarnost širjenja in zahtevajo čim prejšnje ukrepanje, da se zmanjša obolevnost, in nalezljivim boleznim, proti katerim cepimo.

Temelj zaznave nalezljivih bolezni je epidemiološko spremljanje, ki je definirano kot sistematično, stalno zbiranje podatkov na standardiziran način. Podatke posredujejo zdravstvene ustanove osnovnega zdravstvenega varstva, zasebniki, sekundarne in terciarne bolnišnice. Za delovanje učinkovitega sistema zaznavanja nalezljivih bolezni je ključna vloga prijavitelja. Ta mora biti popolna, pravočasna in pravilna. Zelo veliko pomoč pri popolnosti prijave predstavljajo mikrobiološki laboratoriji s posredovanjem podatkov o diagnosticiranih primerih nalezljivih bolezni in okužb. Ti tedensko posredujejo podatke Nacionalnemu centru za gripo in pripravijo skupna poročila za splošno in strokovno javnost, zbirajo laboratorijske podatke o deležu pozitivnih na respiratorni sincicijski virus, kar omogoča kvalitetno oceno začetka in konca sezone. Že nekaj let je Slovenija v samem vrhu po prijavi incidenci legioneloz, saj Inštitut za mikrobiologijo in imunologijo (IMI) ter Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano (NLZOH) sproti poročata o laboratorijskih primerih. Obveščanje Laboratorija za diagnostiko zoonoz in laboratorija WHO o porajajočih vektorskih boleznih, kot so okužba z virusom Zahodnega Nila, virusom zika, čikungunja in z drugimi redkimi virusi, je osnova za izdelavo ocene tveganja in ukrepanja. Hitra izmenjava podatkov se je izkazala kot ključna pri boleznih, ki se preprečujejo s cepljenjem (posebno pri ošpicah) in omogoča takojšnjo ustavitev morebitnega širjenja. Poglobljeno spremljanje z genotipizacijo mikrobov, ki povzročajo okužbe s hrano oziroma črevesne okužbe in izbruhe, omogoča uvid v vire in poti širjenja v državi in izven nje.

Na osnovi sprotih podatkov Nacionalni inštitut za javno zdravje vsako leto izoblikuje informacije in jih posreduje ključni javnosti v obliki objav na spletnih straneh, odgovorov na vprašanja, tedenskih poročil o tveganjih za zdravje s področja nalezljivih bolezni, mesečnih poročil, objavljenih v spletnem biltenu eNBOZ in publikacijah strokovnih srečanj.

Letno poročilo je predstavitev zbira podatkov, s katerimi se razpolaga. Predstavlja zaokroženo publikacijo celoletnih aktivnosti Centra za nalezljive bolezni (CNB) in delovnih skupin na področju nalezljivih bolezni območnih enot v Ljubljani, Mariboru, Celju, Kranju, Novem mestu, Kopru, Gorici, Murski Soboti in Ravnah na Koroškem (Medmrežje 8).

3.6 Pregled okužb z legionelami v Sloveniji

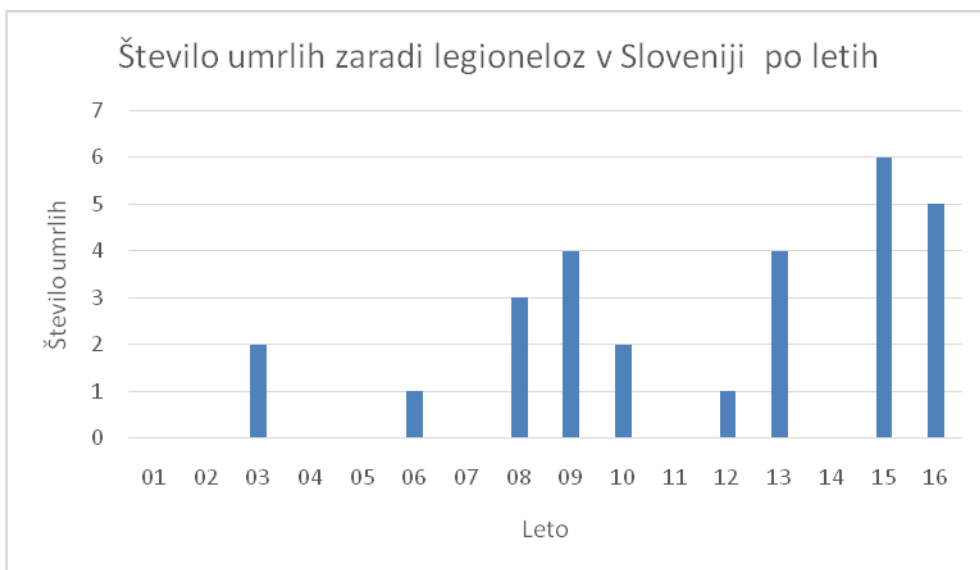
3.6.1 Okužbe z legionelo od leta 1991 do leta 2000

Od leta 1991 do leta 2000 je bilo skupno prijavljenih 69 primerov legioneloze (od tega leta 2000 šest primerov), 41 pri moških in 28 pri ženskah. Slaba polovica zbolelih je bila stara od 25 do 44 let. V letu 1991 je bila večina primerov posledica okužbe v bolnišnici (Medmrežje 9).

3.6.2 Okužbe z legionelo od leta 2001 do leta 2016

Od leta 2001 do leta 2016 je v Sloveniji za legionelozo zbolelo 663 oseb. V tem obdobju je zbolelo večje število moških (74 %) kot žensk (26 %). Največje število obolelih moških je bilo leta 2015, največje število obolelih žensk pa leta 2016.

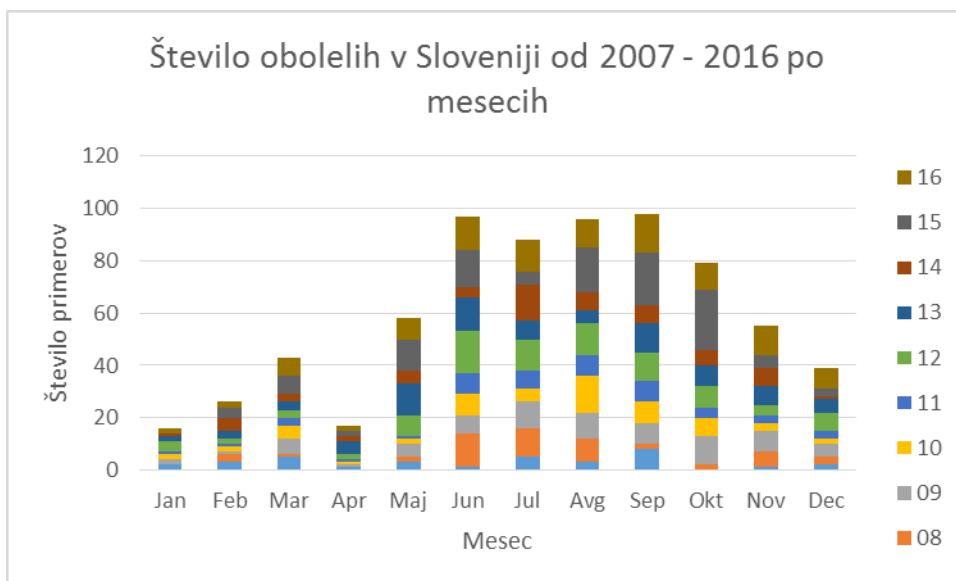
Večje število primerov je zabeleženo v zadnjih letih, vendar je to posledica dobrega sodelovanja diagnostičnih laboratorijev (predvsem Laboratorija za diagnostiko infekcij s klamidijami in drugimi znotrajceličnimi bakterijami IMI), ki dosledno prijavijo vsak diagnosticiran primer in z dodatnimi preiskavami podpirajo epidemiološko spremljanje. Po številu prijavljenih primerov legioneloz je Slovenija še vedno v evropskem vrhu. Visoka prijavna incidenčna stopnja ne odraža visoke obolevnosti, pač pa dosledno ugotavljanje in prijavljanje vseh primerov bolezni.



Slika 7: Število umrlih zaradi legioneloz v Sloveniji v obdobju 2001–2016. (Vir: podatki NIJZ)

Iz slike 7 je razvidno, da je bilo največ umrlih v letu 2015, ko je bilo zabeleženih tudi največ primerov bolezni.

Na umrljivost vplivajo že obstoječe kronične bolezni pri bolnikih in višja starost.



Slika 8: Prijavljeni primeri legioneloze po mesecih v Sloveniji v obdobju 2007–2016. (Vir: podatki NIJZ)

Iz slike 8 je razvidno, da se število primerov poveča v toplejših mesecih, saj so temperature višje in so razmere ugodnejše za razmnoževanje legionele.

V letu **2001** je bilo prijavljenih osem primerov legioneloze. Zbolelo je pet moških in tri ženske, starih od 37 do 86 let. Nihče od zbolelih ni umrl, pri vseh pa je bilo potrebno zdravljenje v bolnišnici. Mesto okužbe je bilo največkrat neznano (Medmrežje 10).

V letu **2002** je bilo prijavljenih 16 primerov. Zbolelo je 11 moških in pet žensk, starih od 29 do 65 let. Nihče od zbolelih ni umrl, pri vseh pa je bilo potrebno zdravljenje v bolnišnici. Pri osmih bolnikih vira okužbe ni bilo mogoče ugotoviti, trije bolniki so v času okužbe bivali v hotelih v tujini, en bolnik v hotelu na slovenski obali, en bolnik je sodeloval pri čiščenju hotela pred odprtjem na Gorenjskem, dva bolnika sta bivala v termalnih kopališčih, en bolnik pa se je najverjetneje okužil na delovnem mestu. V letu 2002 se je v hotelu na Obali okužilo več tujih turistov, en bolnik od teh je umrl (Medmrežje 11).

V letu **2003** je bilo prijavljenih 22 bolnikov, od tega 14 moških in osem žensk. Dva moška, stara 45 in 34 let, sta umrla. V obdobju inkubacije so štirje bolniki bivali ali se samo kopali v bazenih slovenskega termalnega zdravilišča, pet bolnikov pa je bilo na potovanju oziroma letovanju v sosednjih državah. Izvor legionel ni bil ugotovljen pri nobenem bolniku (Medmrežje 12).

V letu **2004** je bilo prijavljenih 11 bolnikov (samo moški), starih od 38 do 68 let. Nihče od obolelih ni umrl. En bolnik se je najverjetneje okužil v bolnišnici, en bolnik se je v času inkubacije zadrževal v slovenskem hotelu, ki je bil v preteklih letih že verjeten izvor primerov legionarske bolezni. Tretji bolnik je v obdobju inkubacije bival v enem od slovenskih termalnih zdravilišč. Dva bolnika sta pred pojavom bolezni bivala v turističnih apartmajih, dva pa v hotelih v tujini. Pri ostalih štirih bolnikih ni bilo iz epidemioloških podatkov moč posumiti na možen izvor legionel (Medmrežje 13).

V letu **2005** je bilo prijavljenih 22 bolnikov (20 moških in dve ženski), starih od 4 do 87 let. Prijavljena sta bila dva otroka (en štiriletnik in en petletnik). Večina bolnikov je zbolela od srede julija do prve polovice septembra. Pri petih bolnikih obstaja možnost povezave s potovanjem v tujino in bivanjem v hotelu, pri enem bivanje v počitniškem domu v Sloveniji, ena bolnica se je okužila v bolnišnici, pri treh bolnikih obstaja možnost okužbe na delovnem mestu, pri enem pa pri domačem opravilu. Vzorci okolja niso bili odvzeti, tako da teh virov okužb ne moremo potrditi (Medmrežje 14).

V letu **2006** je bilo prijavljenih 38 bolnikov (26 moških in 12 žensk), starih od 17 do 85 let. Povprečna starost je bila 52,1 leta (za moške 48,8 in ženske 59,1 leta). Umrl je en bolnik, star 40 let. Vseh 38 bolnikov se je zdravilo v bolnišnici. Sedem bolnikov je v obdobju desetih dni pred pojavom bolezenskih znakov legionarske bolezni bivalo v enem od termalnih zdravilišč oziroma zdravilišče obiskalo, dva bolnika sta bivala v avtokampu ob obali, dva v hotelih v Sloveniji, šest se jih je zadrževalo v tujini. Pri dveh obstaja možnost okužbe v bolnišničnem okolju (Medmrežje 15).

V letu **2007** je bilo prijavljenih 31 primerov (28 moških, tri ženske). Povprečna starost bolnikov je bila 48,9 leta. Prijavljeni primeri so se pojavljali preko celega leta, največ jih je bilo v mesecu septembru. Vsi bolniki so bili sprejeti v bolnišnico. Šest bolnikov je bilo v obdobju inkubacije v enem od termalnih zdravilišč – kopališč, dva v hotelu ali apartmaju izven Slovenije. Pri dveh bolnikih obstaja možnost, da sta se okužila v bolnišničnem okolju, a neposrednega dokaza za to ni (Medmrežje 16).

V letu **2008** je bilo skupno prijavljenih 48 primerov (39 moških in devet žensk). Med prijavljenimi primeri sta bila dva otroka (stara 2 in 5 let), največ bolnikov je bilo odraslih v starostni skupini 50–59 let. V bolnišnici je bilo zdravljenih 45 bolnikov. Prijavljene so bile tri smrti zaradi legionarske bolezni. Umrla sta dve starejši bolnici in bolnik, ki so bili v času inkubacije legionarske bolezni hospitalizirani. Vsi ostali prijavljeni primeri so bili najverjetneje pridobljeni v domačem okolju. Največje število obolelih je bilo preko poletnih mesecev (Medmrežje 17).

V letu **2009** je bilo prijavljenih 66 primerov (46 moških in 20 žensk). Povprečna starost bolnikov je bila 56 let, 32 % je bilo starejših od 65 let, najmlajši bolnik je imel 26 let. Trije bolniki so bili zdravljeni ambulantno, ostali so se zdravili v bolnišnici. Štirje bolniki so umrli. Pet bolnikov se je v času inkubacije zadrževalo v Čateških toplicah, po eden v Dolenjskih in Šmarjeških toplicah in eden v Termah Zreče. Nihče izmed njih ni prebil celotnega časa inkubacije v omenjenih toplicah, kar pomeni, da so možni tudi drugi viri okužbe. Največje število obolelih je bilo v poletnih mesecih (Medmrežje 18).

V letu **2010** je bilo prijavljenih 58 bolnikov (49 moških in devet žensk). Povprečna starost bolnikov je bila 55,7 leta (razpon od 19 do 89 let). Več kot polovica bolnikov je zbolela od junija do oktobra. Večina je bila zdravljena v bolnišnici (49 bolnikov), dva bolnika sta umrla. V domu za starejše občane se je okužilo pet oseb, en bolnik se je okužil na potovanju v tujini, pri štirih bolnikih obstaja možnost okužbe v bolnišnici, nekaj bolnikov se je v času inkubacije kopalo v hotelskih ali zdraviliških bazenih, pri nobenem pa ni bila dokazana vzročna povezanost (Medmrežje 19).

V letu **2011** je bilo prijavljenih 44 bolnikov (26 moških in 18 žensk). Povprečna starost bolnikov je bila 61,5 leta (razpon od 30 do 85 let). Več kot polovica bolnikov je zbolela od začetka junija do konca septembra. Večina je bila zdravljena v bolnišnici (40 bolnikov), nihče ni umrl. Pri enem bolniku je bila okužba vezana na potovanje v tujino, pri enem bolniku pa je obstajala možnost okužbe v bolnišnici. Sedem bolnikov se je v času inkubacije kopalo v hotelskih ali zdraviliških bazenih, pri nobenem ni bila dokazana vzročna povezanost (Medmrežje 20).

V letu **2012** je bilo prijavljenih 81 bolnikov (56 moških in 25 žensk). Povprečna starost bolnikov je bila 56,8 leta (razpon od 22 do 92 let). Več kot polovica bolnikov (46 bolnikov) je zbolela od začetka junija do konca septembra. Večina je bila zdravljena v bolnišnici (70 bolnikov), za dva bolnika ni podatka, ostali so bili zdravljeni ambulantno. Umrl je en bolnik. Štirje bolniki so del inkubacijske dobe ali celotno inkubacijo preživeli na potovanju v tujini, dva sta bila v bazenih toplic. Pri nobenem ni bilo možno dokazati vzročne povezanosti med bivanjem in okužbo z legionelami (Medmrežje 21).

V letu **2013** je bilo prijavljenih 77 bolnikov (60 moških in 17 žensk). Povprečna starost bolnikov je bila 55,6 leta (razpon od 5 do 92 let). Malo manj kot polovica bolnikov (32 bolnikov) je zbolela od začetka maja do konca septembra. Precej jih je bilo zdravljenih v bolnišnici (53 bolnikov), za tri bolnike ni podatka, ostali so bili zdravljeni ambulantno. Umrl so štiri bolniki: trije moški, stari 47, 81 in 88 let, in ena ženska, stara 88 let. Devet bolnikov je čas inkubacije v celoti ali delno preživelo na potovanju, štiri bolniki so del ali celotno inkubacijo preživeli v enem od slovenskih termalnih kopališč, osem pa jih je bilo vsaj del obdobja, ko bi se lahko okužili, na bolnišničnem zdravljenju oziroma rehabilitaciji ali v domu za starejše. En bolnik se je zadrževal v kampu in en v apartotelu v Sloveniji. Pri nobenem od naštetih javnih objektov ni bilo možno dokazati vzročne povezanosti med bivanjem in okužbo z legionelami (Medmrežje 22).

V letu **2014** je bilo prijavljenih 59 bolnikov (40 moških in 19 žensk). Povprečna starost bolnikov je bila 56,7 leta (razpon od 3 do 89 let). Več kot polovica bolnikov (33 bolnikov) je zbolela od začetka maja do konca septembra. Dvainpetdeset bolnikov je bilo zdravljenih v bolnišnici. Devet bolnikov je čas inkubacije v celoti ali delno preživelo v enem od slovenskih termalnih zdravilišč oziroma kopališč. Pri treh bolnikih, ki so bili pred boleznijo krajši čas (ne celoten čas inkubacije) hospitalizirani ali v času inkubacije pregledani ambulantno, obstaja možnost, da so se okužili v zdravstveni ustanovi, dva varovanca sta zbolela v eni izmed socialnovarstvenih ustanov. Štiri bolniki so vsaj del inkubacijske dobe prebili v lastnih vikendih oziroma vikendih prijateljev na jadranski obali ali pri sorodnikih v Srbiji, kar je bil morda vir okužbe. Devet bolnikov se je okužilo na potovanju, dva bolnika sta pri opravljanju svojega dela uporabljala visokotlačni čistilec za vodo, ena bolnica pa je delala v neposredni bližini hladilnega stolpa. Voda iz le-tega je bila pregledana, a legionela v vzorcih ni bila dokazana. Voda iz visokotlačnih čistilcev ni bila pregledana (Medmrežje 23).

V letu **2015** je bilo prijavljenih 106 bolnikov (81 moških in 25 žensk). Povprečna starost bolnikov je bila 58,1 leta (razpon od 17 do 91 let). Šest bolnikov je umrlo. Največ jih je zbolelo od začetka maja do konca oktobra (81 % vseh prijavljenih primerov). Devetinšestdeset bolnikov je bilo zdravljenih v bolnišnici. Petnajst bolnikov je bilo pred inkubacijsko dobo na potovanju oziroma so bivali v hotelu, apartmaju ali kampu. Manjše število je v inkubacijski dobi uporabljalo bazen, vendar povezanost med termalnim kopališčem in legionelozo ni bila dokazana (Medmrežje 24).

V letu **2016** je bilo prijavljenih 93 bolnikov (62 moških in 31 žensk). Povprečna starost bolnikov je bila 61 let (razpon od 24 do 90 let). Pet bolnikov je umrlo. Osemisedemdeset bolnikov je bilo zdravljenih v bolnišnici. Največ ljudi je zbolelo od začetka maja do konca oktobra. Možen vir okužbe pri sedmih bolnikih bi lahko bilo bivanje v hotelih v tujini, vendar ni bilo identificiranih dodatnih bolnikov, ki so obiskali te nastanitve. Nekateri bolniki so del ali celotno inkubacijo bivali v domovih za starejše, vendar v nobenem od domov za starejše ni bilo izbruha legioneloz. Nekateri bolniki z legionelozo so v času inkubacije bivali v vikendih, ki so bili pred tem dlje časa zaprti oziroma so uporabljali naprave, ki pri delu ustvarjajo aerosol (npr. škropilnice) (Medmrežje 8).

4 PREPREČEVANJE OKUŽB Z LEGIONELAMI

Legionele so prisotne povsod v naravi. Njihov naravni življenjski prostor so različna vodna okolja: reke, potoki, jezera, podtalnica. Naravni gostitelji legionel so praživali. Nekatere vrste legionel lahko najdemo v zemlji.

Legionele najdemo tudi v številnih umetnih okoljih, ki jih je ustvaril človek: v vodovodih, hladilnih stolpih, bazenih (z navadno in termalno vodo), vodnjakih, vodometih, razpršilcih za namakanje kmetijskih površin, opremi za izvajanje respiratorne terapije, opremi v zobozdravstvu itd. Lahko se prilepijo na različne površine – plastiko, les, gumo. Preživijo v okolju do temperature 63 °C. Pri temperaturi, ki je nižja od 20 °C, se ne razmnožujejo. V hladni vodi se lahko zadržujejo in preživijo tudi do enega leta in se, potem ko temperatura naraste na 20 °C in več, spet začnejo razmnoževati.

Primeren pH je od 5 do 8,5. Najugodnejši prostor za razmnoževanje legionel so vodni tanki s temperaturo vode med 25 °C in 42 °C.

V naravnih okoljih se legionele razmnožujejo v prisotnosti organskih, anorganskih sedimentov in komezalnih bakterij. V neugodnih pogojih preidejo v metabolično neaktivno stanje (Medmrežje 6).

Odgovorni za zagotovitev zmanjšanja okužb z legionelami so:

- lastniki stavbe/delodajalci, kjer poslovanje predstavlja tveganje za delavce, obiskovalce in ostale;
- samozaposlene osebe, pri katerih poslovanje predstavlja tveganje zanje ali ostale;
- osebe, ki nadzorujejo okolje ali sisteme, kjer sistemi v stavbi predstavljajo tveganje (npr. kjer v stavbi živijo podnajemniki, vzdrževanje pa opravlja lastnik);
- osebe, ki nadzorujejo lokacijo, ki jo uporabljajo obiskovalci in drugi za prenočitev (hoteli, počitniška stanovanja in kampi).

Ko analiza tveganja identificira možen vir okužbe z legionelo in obstaja praktičen način preprečitve ali nadzora tveganja, naj oseba, ki je za to odgovorna, zadolži sposobno osebo ali osebe, ki so dnevno odgovorne za varno uporabo sistema.

V večjih stavbah, posebej, če se v njih nahaja več kompleksnih sistemov, ena oseba morda ni dovolj za identifikacijo in upravljanje tveganja za bolezen, kakršna je okužba z legionelo. Svetovna zdravstvena organizacija (Cunliffe in sod., 2011) priporoča multidisciplinarno skupino.

Odgovorne osebe naj bi imele dovolj visoko avtoriteto in dostop do sredstev ter dovolj znanja o namestitvi, da zagotovijo, da se vsi posegi opravijo hitro in učinkovito. Pomembno je, da odgovorna oseba pozna sisteme pod svojo upravo in se dobro zaveda nalog ter načinov upravljanja, varnosti in politike v organizaciji.

Kjer v organizaciji ni potrebne kompetence, je morda treba določiti ljudi s potrebnimi kompetencami iz zunanjih virov. V takšnih primerih je treba zagotoviti kompetenco vseh svetovalcev in delavcev, ki niso pod neposrednim nadzorom odgovorne osebe (Medmrežje 26).

4.1 Kako preprečiti pojav legionel v vodnih sistemih

Ko se legionela razmnoži v vodovodnih sistemih, jo je težko uničiti. Treba je odstraniti vse morebitne dejavnike tveganja (podporni organizmi – alge, ameba) in razkužiti sistem z vročo vodo (toplotni šok), lahko pa tudi s klorom. Preprečevati je treba zastajanje vode, redno je treba spirati dele napeljav, ki se ne uporabljajo, preprečevati je treba korozijo vodovodnih cevi.

Učinki različno visokih temperatur na legionelo:

- 70–80 °C: območje dezinfekcije,
- 66 °C: uničenje v roku 2 minut,
- 60 °C: uničenje v roku 32 minut,
- 55 °C: uničenje v roku 5–6 ur,
- nad 50 °C: preživetje brez razmnoževanja,
- 35–46 °C: optimalno temperaturno območje za rast in razmnoževanje,
- 20–50 °C: temperaturno območje za rast in razmnoževanje,
- pod 20 °C: preživetje v mirujočem stanju.

Moderen način sterilizacije je kombinacija UV-svetlobe in ultrazvoka. Z ultrazvokom se poruši zgradba celične membrane gostiteljskega organizma, to pa omogoči dostop UV-svetlobe do legionele in jo uniči (Medmrežje 5).

4.1.1 Varnostni ukrepi

V sistemu je treba zagotavljati ustrezne temperature vode. Temperatura mora biti na iztoku iz grelca 60 °C, na pipi mora v največ 1 minuti točenja topla voda doseči 50 °C (še bolje je 55 °C), temperatura hladne vode pa ne sme presegati 20 °C. Pipe, ki imajo obloge, moramo zamenjati, grelce z oblogami je treba očistiti. Odstraniti je treba mrtve rokave v napeljavi oziroma zagotoviti redno točenje vode. Redno je treba spirati pipe in tuše, ki se ne uporabljajo (vsaj enkrat tedensko nekaj minut). Preprečevati je treba korozijo, zagotoviti čiščenje in izvesti klorni šok po posegih v vodovodni sistem. Medicinske naprave in pripomočki, kjer se tvori aerosol, se morajo polniti s sterilno vodo (Medmrežje 6).

4.2 Dezinfekcija z legionelami okuženih vodnih sistemov

Razmnoževanje bakterije preprečimo predvsem s pravilnim pristopom pri projektiranju tehničnih naprav, s stalnim nadzorom nad napravami in ozaveščanjem uporabnikov. Zaščita pred okužbo z legionelo temelji na dveh glavnih principih: prvič preprečiti nastanek večjih količin mikroorganizmov v topli vodi in aerosolnih sistemih in drugič preprečiti ali zmanjšati kontakt z aerosoli.

Na osnovi raziskav in študij je najnevarnejši in najpogostejši izvor okužbe sistem za oskrbo s toplo vodo. Za nastanek okužbe z bakterijami legionele morata biti izpolnjena vsaj dva pogoja. Temperatura vode v vodovodni mreži in grelnih telesih mora biti med 30 in 45 °C, z veliko vodnimi žepi in stoječo vodo v sami napeljavi. Legionelo so našli v vseh sistemih s pitno vodo, v katerih je prišlo do nastanka biofilma. Nevarnost je zelo velika v vseh toplovodnih sistemih z zbiralnikom za sanitarno toplo vodo, v katerem voda stoji in tekoča voda ne preprečuje nastanka legionel. Še večja je nevarnost v primeru nezasedenih hotelskih sob, športnih bivališč in v vseh eno- ali večstanovanjskih hišah, kjer voda dalj časa stoji v zbiralniku za vodo in je nihče ne zamenja s svežo vodo. Epidemiološko gledano, je najnevarnejši sistem, ki vzdržuje vodo v mejah med 25 in 45 °C. Pri temperaturah sistemov pod 20 °C in nad 60 °C je ta nevarnost zanemarljiva. Nadalje so vir infekcije lahko masažni bazeni z zračno aeracijo in posebej tuši v masažnih bazenih, vlažilniki zraka v klima

napravah in hladilni stolpi. V zadnjem času, ko je uporaba masažnih bazenov postala pogostejša, je prišlo do nekaj epidemij legionarske bolezni (Medmrežje 3).

V napravah za dom (vlažilci zraka, aparati za inhalacijo in naprave za izpiranje ust), ki ustvarjajo aerosolne meglice, je ključnega pomena, da jih pred in po uporabi dobro očistimo in razkužimo. Če jih uporabljamo pri kritičnih temperaturah, ne smemo dopustiti, da voda v njih stoji, po uporabi pa jih shranimo osušene. Pri rezervoarjih tople sanitarne vode s slojevito razdelitvijo temperature obstaja realna možnost za okužbo. Priporočljivo je redno odstranjevanje mulja, ki predstavlja dobro podlago za bakterije. Prav tako so nevarni redko uporabljeni cevni odcepi in razni žepi, ki jih je treba izločiti iz uporabe. Težiti je treba k temu, da se cirkulacija (cirkulacijski vod) izvede do iztočnega mesta. Tako lahko vsaj kratek čas dosežemo visoko temperaturo sanitarne vode in uničimo bakterije. Pri električnem segrevanju vode, ko nimamo vgrajenega cirkulacijskega voda, obstaja možnost, da se segrevanje vode vključi avtomatsko na 65 °C (termična dezinfekcija). Razen tega obstajajo tudi naprave z UV-žarki, ki se vgradijo v same cevi (Medmrežje 3).

Raziskave so dokazale, da vzdrževanje konstantne temperature vode nad 60 °C prepreči razvoj kolonij legionele. Toda sama temperatura 60 °C ni dovolj, da uniči že nastale kolonije, zato je treba občasno ves sistem ogreti na 70 °C in vodo pripeljati do vseh delov vodovodnega sistema. Usedline, biofilm, korozija lahko privedejo do tega, da tudi večkratno izpiranje s 70 °C vročo vodo ne uniči legionele iz sistema (Medmrežje 3).

Zaradi problematike boja in uničenja legionele v biofilmu in amebah so na podlagi raziskav in izkušenj predlagane naslednje preventivne mere za zaščito:

- Izogibati se temperaturam med 30 in 45 °C.
- Preprečiti daljše zastajanje vode v posameznih delih cevovodov – možnost nastanka biofilma.
- Preprečiti nastanek mrtvih rokavov cevovodov – občasno izpiranje sistema (hoteli bolnice, šole).
- Rutinsko čiščenje in klorinacija uparilnih hladilnih sistemov vsakih 6 mesecev.
- Termična sterilizacija toplo- in vročevodnih razdelilnih sistemov (cevovodi, podpostaje bojlerji).
- Vzdrževanje čistoče hladilnih sistemov in rutinsko pregledovanje le-teh.
- Rutinski pregledi prisotnosti biofilma in mikrobiološke kontaminacije hladilnih sistemov.
- Izogibanje materialom, ki omogočajo rast in oprijem biomase.
- Preprečevanje uporabe snovi, ki povzročajo razvoj bakterij (Medmrežje 3).

Slovenija nima predpisanih zakonskih zahtev za omejevanje ali prepovedovanje prisotnosti bakterij legionele v vodovodnem omrežju in prezračevalnih sistemih.

V Sloveniji so določene mejne vrednosti legionel za vlažilne komore. Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb (Ur. l. RS, št. 42/2002, 105/2002) v 29. členu navaja, da bakterij legionele 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 sp.*

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.

Priporočila glede koncentracije legionel v vodovodnem omrežju so natančneje definirana za bolnišnična okolja, zdravstvene ustanove in domove za ostarele. V teh institucijah veljajo notranja pravila in določila o ukrepih glede prisotnosti legionel v vodovodnem omrežju (Medmrežje 27).

4.2.1 Manjši sistemi za pripravo tople vode

K manjšim sistemom za pripravo vode prištevamo eno- in večdružinske hiše. Ker se bakterije najuspešnejše razvijajo samo v ustrezno segreti vodi med 30 in 45 °C, je možna enostavna rešitev s segrevanjem vode nad 60 °C, kar bakterije uspešno uniči. Tako segreta voda pa prinaša nevarnost opeklin z vročo vodo, predvsem pri otrocih, bolnikih, starejših osebah, pa tudi ostalih porabnikih sanitarne vode. Mnogi proizvajalci sanitarnih armatur so se aktivno vključili v boj proti tej bolezni. Razvili so posebne krmilne vložke, ki so vgrajeni v kopalniške, kuhinjske in ostale armature. Z nastavitvenim obročem lahko sami nastavimo mešanje vroče vode s hladno (od 35 do 40 °C) in tako ob varčevanju z energijo tudi preprečimo možnost opeklin z vročo vodo. S tem na samem izlivu iz armature preprečimo opekline z vročo vodo, hkrati pa je v sami vodovodni napeljavi še vedno vroča voda, ki uspešno uničuje nezaželene bakterije.

Proizvajalci armatur so razvili tudi posebno tuš ročico, ki brez mešanja vode in zraka usmerja vodo skozi razmeroma velike odprtine brez ostrih robov, izdelane iz posebnega silikonskega materiala, tako da se uporabnik pri tuširanju ne more okužiti z nevarno boleznijo. Za gibljive tuš cevi so na razpolago posebni priključki oziroma samodejni ventili za izpraznjenje, ki so montirani na spodnji strani armature in omogočajo avtomatsko izpraznitev cevi in tuš ročice po končanem prhanju (Medmrežje 3).

4.2.2 Večji sistemi za pripravo tople vode, javne zgradbe

Pri rezervoarjih tople sanitarne vode s slojevito razdelitvijo temperature obstaja realna možnost za okužbo. Priporočljivo je redno odstranjevanje mulja, ki predstavlja dobro podlago za bakterije. Prav tako so nevarni redko uporabljeni cevni odcepi in razni žepi, ki jih je treba izločiti iz uporabe. Težiti je treba k temu, da se cirkulacija (cirkulacijski vod) izvede do iztočnega mesta. Tako lahko vsaj kratek čas dosežemo visoko temperaturo sanitarne vode in uničimo bakterije. Pri električnem segrevanju vode, ko nimamo vgrajenega cirkulacijskega voda, obstaja možnost, da se segrevanje vode vključi avtomatsko na 65 °C (termična dezinfekcija). Razen tega obstajajo tudi naprave z UV-žarki, ki se vgradijo v same cevi.

Da preprečimo opekline z vročo vodo, lahko neposredno pred iztočnim mestom oziroma skupnim grelnikom vode vgradimo ploščni prenosnik in preko njega s tekočo hladno vodo sanitarno vodo ohladimo na 40 °C. Za večje sisteme s prostornino grelnikov vode nad 400 litrov je treba biti pozoren predvsem na:

- Enakomerno segrevanje vode v grelniku z možnostjo predgretja vsaj enkrat dnevno nad 60 °C.
- Predvideti sistem s cirkulacijskimi vodi oziroma spremljajočim ogrevanjem (prekinitve naj ne bodo daljše od 8 ur dnevno).
- V skupni količini vode, ki je v cirkulaciji, naj znaša temperaturna razlika $Dt = 5 \text{ K}$.
- Izogibati se je treba gravitacijskemu kroženju vode (Medmrežje 3).

4.2.3 Toplotna obdelava

Za razvoj bakterij so ugodne temperature do 45 °C. Pri toplotni obdelavi moramo zato sanitarno vodo segreti nad 60 °C, da uničimo bakterije. Za njihovo uničenje je potrebno 3,5 minute. Pri tem moramo upoštevati, da bakterije pogosto naredijo tanek film na stenah cevi in da se rade zadržujejo na zelo težko dostopnih mestih (v navojih cevni spojev, ohišjih armatur), kar bistveno zmanjša učinkovitost tega postopka (Medmrežje 3).

4.2.4 Kloriranje, ozoniranje, uporaba UV-sevanja

Pri kloriranju vode dodajamo v vodo prosti klor v količini najmanj 0,5 mg/dm³. Tako klorirana voda je smrtonosna za bakterije, prav tako voda, ki ji dodajamo ozon. Uporaba UV-sevanja je najučinkovitejša metoda, ki pa je dražja od drugih postopkov (Medmrežje 3).

4.2.5 Pasterizacija

Pri tem postopku sanitarno vodo najprej segrejemo nad 60 °C in potem ohladimo na 40 °C, pri čemer izkoristimo vračanje toplote. Postopek je že dolgo poznan v živilski tehnologiji, pri obdelavi mleka. Za pasterizacijo vode potrebujemo ustrezno opremo (prenosnike, regulacijo) in primeren prostor, zato ta postopek ni poceni (Medmrežje 3).

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

Legionele so po Gramu negativne aerobne bakterije, katerih glavno bivalno okolje je voda. Najdemo jih tudi v vlažni zemlji in mulju, kjer parazitirajo v praživalih, predvsem v amebah.

Bakterije rodu *Legionella*, predvsem pa vrsta *L. pneumophila* (povzročča več kot 90 % vseh legioneloz) so povzročiteljice težke oblike pljučnice, ki jo lahko spremlja prizadetost drugih organskih sistemov. Legionele se na ljudi najpogosteje prenesejo z vdihavanjem z legionelo kontaminiranih aerosolov. Bolezen najbolj ogroža imunsko oslABLJENE osebe. Za uspešno zdravljenje je pomembno, da diagnozo postavimo v čim krajšem času.

Javni vodooskrbni sistemi vsebujejo koncentracijo legionele, ki je pod mejo zaznavnosti. Za rast legionel so primernejše razmere v posameznih stavbah, potem ko voda zapusti javni vodovod. Predvsem sistemi za oskrbo s pitno vodo v javnih zgradbah (bolnišnicah, hotelih, športnih dvoranh, kopališčih, šolah, domovih za starejše) velikokrat nudijo pogoje, ki pripomorejo k naselitvi, rasti in razmnoževanju legionel. Odstranjevanje legionel iz sistema je zelo zahtevna naloga, povezana tudi z visokimi finančnimi izdatki. Na uspešnost dezinfekcije vpliva veliko dejavnikov (temperatura vode, prisotnost organskih snovi). Velikokrat uspemo v velikih sistemih legionelo samo obvladati, ne pa tudi odstraniti.

Glede na pridobljene podatke se pojavljajo močna nihanja v številu primerov legioneloz med posameznimi leti v posameznih državah (neodvisno od spremembe v številu prebivalcev). Z leti se izboljšujejo metode za ugotavljanje legioneloz in se te bolezni natančneje beleži. Vedno več je naprav, ki povzročajo aerosol in so možna gojišča legionel, kar po drugi strani tudi povečuje pozornost glede njihove prisotnosti in se ukrepa takoj, ko se kje zaznajo. Ker iz pridobljenih podatkov ni razvidna natančnost spremljanja pojava legioneloz, **prve hipoteze**, da število primerov narašča, vendar ne zato, ker bi se povečevalo število samih legionel, ampak ker narašča število prebivalcev in ti lažje pridejo v stik z njimi, ne moremo ne potrditi ne ovreči.

Prijavna incidenčna stopnja v posameznih državah ne odraža vedno pojavnosti zbolewnosti, pač pa je v veliki meri odvisna od doslednosti pri ugotavljanju in prijavljanju primerov bolezni. **Druge hipoteze**, da je stopnja incidence pojavljanja legioneloz v vseh evropskih državah podobna, ne moremo potrditi, saj se stopnja incidence pojavljanja legioneloz med državami razlikuje. Višja stopnja se pojavlja v državah, katerih prebivalci potujejo v tujino v večjem številu, v državah, v katerih je bolje organiziran sistem prijavljanja primerov bolezni, in v državah, kjer je večje število izvirov tople vode (termalni vreli) oziroma je podnebje toplejše in je razvit turizem v povezavi z vodo.

6 ZAKLJUČEK

Na rast legionel vplivata predvsem temperatura in prisotnost drugih mikroorganizmov, ki jih ščitijo pred neugodnimi dejavniki, jim zagotavljajo hranila in omogočajo razmnoževanje. Ali se bo človek okužil ali ne, je odvisno od količine aerosola, ki nastaja, časa izpostavljenosti in značilnosti človeka, ki je izpostavljen legionelam. Število legionel na posameznih mestih v sistemu oskrbe s pitno vodo se spreminja, odvisno od (ugodnih) lokalnih pogojev za rast in njihovo razmnoževanje. Pri opredelitvi tveganja se ugotavlja, ali interni vodovodni sistem in naprave z vodo z vsemi deli in priključki lahko predstavljajo tveganje za razmnoževanje in prenos legionel ter posledično tveganje za nastanek legioneloz. Dobro poznavanje sistema za preskrbo s pitno vodo, možnih drugih virov za prisotnost legionel, poznavanje faktorjev, ki pospešujejo njihovo razmnoževanje, in izvajanje preventivnih dejavnikov zagotavljajo, da zmanjšamo nevarnost za okužbo.

7 VIRI IN LITERATURA

1. Cazalet C., Buchrieser C. (2007). *Legionella pneumophila pathogenesis: lessons learned from genomics*. V: *Legionella pneumophilla: patogenesis and immunity*. 1st ed. Hoffman P., Friedman H., Bendinelli M. New York, Springer: 1–31.
2. D'Auria G., Jiménez-Hernández J., Peris-Bondia F., Moya A., Latorre A. (2010). *Legionella pneumophila* pangenome reveals strain-specific virulence factors. *BMC Genomics*, 11:181.
3. Edelstein P. H. Cianciotto N. P. (2006). *Legionella* species and legionnaires' disease. V: *The prokaryotes. Volume 6: Proteobacteria: Gamma subclass*. Dworkin M., Falkow S., Rosenberg E., Schleifer K. H., Stackebrandt E. (eds.). New York, Springer: 988–1033.
4. Elliot J. A., Johnson W. (1981). Immunological and biochemical relationships among flagella isolated from *Legionella pneumophila* serogroups 1, 2 and 3. *Infection and Immunity*, 33, 2: 602–610.
5. Faulkner G., Garduño R. A. (2002). Ultrastructural analysis of differentiation in *Legionella pneumophila*. *Journal of Bacteriology*, 184, 24: 7025–7041.
6. Gornik, M. Ovrednotenje metode PCR v realnem času za dokaz DNA *legionelle* v serumskih vzorcih: diplomsko delo. 2011. Biotehniška fakulteta v Ljubljani.
7. Hainc, D. Obvladovanje problematike *legionelle* v zdravilišču: diplomsko delo. 2014. VŠVO Velenje.
8. Hornei B., Ewig S., Martin E., Tartakovsky I., Lajoie L., Dangendorf F., Surman-Lee S., Fields B. (2007a). Legionellosis. V: *Legionella and the prevention of legionellosis*. Bartram J., Chartier Y., Lee J. V., Pond K., Surman-Lee. Geneva, World Health Organization Press: 1–28.
9. Hornei B., Ewig S., Martin E., Tartakovsky I., Lajoie L., Surman-Lee S., Fry N., Fields B. (2007). Laboratory aspects of *Legionella*. V: *Legionella and the prevention of legionellosis*. Bartram J., Chartier Y., Lee J. V., Pond K., Surman-Lee. Geneva, World Health Organization Press: 175–194.
10. Medmrežje 1: Pljučnica zaradi legionele. http://www.dpbs.si/Plju%C4%8Dne%20bolezni/Plju%C4%8Dnica/Plju%C4%8Dnica_z_aradi_legionele.htm (15. 11. 2017).
11. Medmrežje 2: Legioneloza. <https://sl.wikipedia.org/wiki/Legioneloza> (15. 11. 2017).
12. Medmrežje 3: Pasterizacija. <http://www.biotherm.si/cms/node/102> (16. 11. 2017).
13. Medmrežje 4: <http://www.nijz.si/sl/legioneloza-0> (16. 11. 2017).
14. Medmrežje 5: Legionela. <http://srednja.zdravstvena.info/legionela-seminarska-naloga-legionela.html/print/> (16. 11. 2017).
15. Medmrežje 6: Tveganje za legionelozo. <http://www.drustvo-bpnb.si/index.php/nae-zdravje-2/110-tveganje-za-legionelozo-v-socialnovarstvenih-zavodih> (22. 11. 2017).
16. Medmrežje 7: Inštitut za varovanje zdravja. Epidemiološko spremljanje nalezljivih bolezni v Sloveniji v letu 1999. <http://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/publikacije-datoteke/epidemiloskočspremljanječnalezljivihčboleznič1999.pdf> (15. 2. 2018).
17. Medmrežje 8: Nacionalni inštitut za javno zdravje. Epidemiološko spremljanje nalezljivih bolezni v Sloveniji v letu 2016. <http://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/datoteke/epidemiloskočspremljanječnbčsloč2016.pdf> (15. 2. 2018).
18. Medmrežje 9: Inštitut za varovanje zdravja. Epidemiološko spremljanje nalezljivih bolezni v Sloveniji v letu 2000. <http://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/publikacije-datoteke/epidemiloskočspremljanječnalezljivihčboleznič2000.pdf> (15. 2. 2018).
19. Medmrežje 10: Inštitut za varovanje zdravja. Epidemiološko spremljanje nalezljivih bolezni v Sloveniji v letu 2001. <http://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/publikacije-datoteke/epidemiloskočspremljanječnalezljivihčboleznič2001.pdf> (17. 2. 2018).

20. Medmrežje 11: Inštitut za varovanje zdravja. Epidemiološko spremljanje nalezljivih bolezni v Sloveniji v letu 2002. <http://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/publikacije-datoteke/epidemiloskočspremljanječnalezljivihčboleznič2002.pdf> (17. 2. 2018).
21. Medmrežje 12: Inštitut za varovanje zdravja. Epidemiološko spremljanje nalezljivih bolezni v Sloveniji v letu 2003. <http://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/publikacije-datoteke/epidemiloskočspremljanječnalezljivihčboleznič2003.pdf> (18. 2. 2018).
22. Medmrežje 13: Inštitut za varovanje zdravja. Epidemiološko spremljanje nalezljivih bolezni v Sloveniji v letu 2004. <http://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/publikacije-datoteke/epidemiloskočspremljanječnalezljivihčboleznič2004.pdf> (18. 2. 2018).
23. Medmrežje 14: Inštitut za varovanje zdravja. Epidemiološko spremljanje nalezljivih bolezni v Sloveniji v letu 2005. <http://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/publikacije-datoteke/epidemiloskočspremljanječnalezljivihčboleznič2005.pdf> (18. 2. 2018).
24. Medmrežje 15: Inštitut za varovanje zdravja. Epidemiološko spremljanje nalezljivih bolezni v Sloveniji v letu 2006. <http://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/publikacije-datoteke/epidemiloskočspremljanječnalezljivihčboleznič2006.pdf> (18. 2. 2018).
25. Medmrežje 16: Inštitut za varovanje zdravja. Epidemiološko spremljanje nalezljivih bolezni v Sloveniji v letu 2007. <http://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/publikacije-datoteke/epidemiloskočspremljanječnalezljivihčboleznič2007.pdf> (19. 2. 2018).
26. Medmrežje 17: Inštitut za varovanje zdravja. Epidemiološko spremljanje nalezljivih bolezni v Sloveniji v letu 2008. <http://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/publikacije-datoteke/epidemiloskočspremljanječnalezljivihčboleznič2008.pdf> (19. 2. 2018).
27. Medmrežje 18: Inštitut za varovanje zdravja. Epidemiološko spremljanje nalezljivih bolezni v Sloveniji v letu 2009. <http://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/publikacije-datoteke/epidemiloskočspremljanječnalezljivihčboleznič2009.pdf> (19. 2. 2018).
28. Medmrežje 19: Inštitut za varovanje zdravja. Epidemiološko spremljanje nalezljivih bolezni v Sloveniji v letu 2010. <http://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/publikacije-datoteke/epidemiloskočspremljanječnalezljivihčboleznič2010.pdf> (19. 2. 2018).
29. Medmrežje 20: Inštitut za varovanje zdravja. Epidemiološko spremljanje nalezljivih bolezni v Sloveniji v letu 2011. <http://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/uploaded/epidemiloskočspremljanječnalezljivi hčbolezničvčslovenijičvčletuč2011koncno.pdf> (20. 2. 2018).
30. Medmrežje 21: Inštitut za varovanje zdravja. Epidemiološko spremljanje nalezljivih bolezni v Sloveniji v letu 2012. <http://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/publikacije-datoteke/epidemiloskočspremljanječnalezljivihčboleznič2012.pdf> (20. 2. 2018).
31. Medmrežje 22: Inštitut za varovanje zdravja. Epidemiološko spremljanje nalezljivih bolezni v Sloveniji v letu 2013. <http://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/publikacije-datoteke/epidemiloskočspremljanječnalezljivihčboleznič2013.pdf> (20. 2. 2018).
32. Medmrežje 23: Nacionalni inštitut za javno zdravje. Epidemiološko spremljanje nalezljivih bolezni v Sloveniji v letu 2014. <http://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/uploaded/epidemiloskočspremljanječnalezljivi hčboleznič2014č2.pdf> (25. 2. 2018).
33. Medmrežje 24: Nacionalni inštitut za javno zdravje. Epidemiološko spremljanje nalezljivih bolezni v Sloveniji v letu 2015. <http://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/datoteke/epidemiloskočspremljanječnbčvčletuč2015.pdf> (27. 2. 2018).
34. Medmrežje 25: WHO (2007) *Legionella* and the prevention of Legionellosis. http://www.who.int/water_sanitation_health/emerging/legionella.pdf (3. 3. 2018).
35. Medmrežje 26: European Technical Guidelines for the Prevention, Control and Investigation, of Infections Caused by *Legionella* species. June 2017. <https://ecdc.europa.eu/en/publications-data/european-technical-guidelines-prevention-control-and-investigation-infections> (13. 3. 2018).
36. Medmrežje 27: Bilban, M. Kako se ubraniti legionele. <https://www.dlib.si/stream/URN:NBN:SI:DOC-CAVAD5WZ/6f491a39-efda-4b35-8006-d49caeb2da97/PDF> (19. 3. 2018).

37. Medmrežje 28: Disease data from ECDC Surveillance Atlas – Legionnaires disease. <https://ecdc.europa.eu/en/legionnaires-disease/surveillance/atlas> (20. 3. 2018).
38. Murdoch D. R. (2003). Diagnosis of *Legionella* infection. *Clinical Infectious Diseases*, 36, 1: 64–69.
39. Steinert M., Hentschel U., Hacker J. (2002). *Legionella pneumophila*: an aquatic microbe goes astray. *FEMS Microbiology Reviews*, 26: 149–162.
40. Surman-Lee S., Fields B., Hornei B., Ewig S., Exner M., Tartakovsky I., Lajoie L., Dangendorf F., Bentham R., Cabanes P. A., Fourrier P., Trouvet T., Wallet F. (2007). Ecology and environmental sources of *Legionella*. V: *Legionella and the prevention of legionellosis*. Bartram J., Chartier Y., Lee J. V., Pond K., Surman-Lee S. (eds.). Geneva, World Health Organization Press: 29–38.
41. Vollmeier, P. Znotrajcelično razmnoževanje bakterije legionele v humanih monocitih: magistrsko delo. 2015. Biotehniška fakulteta v Ljubljani.

Priloga A: Primeri legioneloze na 100.000 prebivalcev.
(Vir: Medmrežje 28)

Leto Država	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
EU	1,31	1,28	1,13	1,16	1,11	1,25	0,98	1,16	1,15	1,34	1,36	1,37
Avstrija	0,79	0,84	1,29	1,22	1,10	0,96	1,21	1,24	1,18	1,56	1,87	1,85
Belgija	/	2,09	0,73	1,29	0,74	0,82	0,72	0,76	1,39	0,90	1,05	1,39
Bolgarija	0,01	0,01	0,00	0,01	0,04	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00
Hrvaška	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0,61	1,14	0,74
Ciper	/	0,13	0,13	1,16	0,38	0,24	0,12	0,81	0,69	0,70	0,24	0,35
Češka	0,08	0,13	0,18	0,13	0,17	0,36	0,54	0,53	0,64	1,05	1,14	1,39
Danska	2,13	2,36	2,46	2,37	2,23	2,40	2,21	2,28	2,02	2,81	3,27	2,98
Estonija	0,15	0,30	0,22	0,52	0,45	0,00	0,53	0,23	0,76	0,61	0,46	1,06
Finska	0,19	0,34	0,74	0,30	0,41	0,45	0,17	0,19	0,28	0,18	0,31	0,27
Francija	2,43	2,28	2,24	1,94	1,87	2,38	1,80	1,99	1,92	2,04	2,09	1,82
Nemčija	0,56	0,59	0,65	0,63	0,61	0,84	0,79	0,78	1,00	1,03	1,07	1,19
Grčija	0,17	0,30	0,23	0,26	0,14	0,08	0,16	0,26	0,35	0,25	0,27	0,29
Madžarska	0,13	0,12	0,18	0,25	0,65	0,60	0,37	0,33	0,29	0,32	0,59	0,67
Islandija	/	0,33	3,90	0,63	2,19	0,63	0,94	0,63	/	1,23	0,30	0,90
Irska	0,19	0,29	0,35	0,25	0,15	0,24	0,15	0,33	0,30	0,17	0,24	0,21
Italija	1,50	1,61	1,64	2,04	2,05	2,09	1,72	2,27	2,28	2,48	2,59	2,82
Latvija	0,00	0,04	0,09	0,23	0,14	0,28	2,36	2,35	1,68	1,90	1,11	1,22
Litva	0,03	0,15	0,06	0,06	0,00	0,03	0,07	0,30	0,03	0,27	0,24	0,38
Luksemburg	2,60	2,13	1,05	1,03	1,01	1,99	1,17	0,95	1,30	0,91	0,89	0,52
Malta	0,00	0,49	3,45	0,49	1,22	1,45	2,17	0,96	0,47	2,12	1,40	1,84
Nizozemska	/	2,72	1,99	2,05	1,52	2,81	1,87	1,82	1,84	2,07	2,48	2,67
Norveška	2,80	0,58	0,75	0,80	0,71	0,99	0,67	0,50	0,79	1,00	1,16	0,83
Poljska	/	0,23	0,07	0,03	0,03	0,09	0,05	0,02	0,03	0,03	0,06	0,06
Portugalska	/	0,86	0,78	/	0,91	1,21	0,84	1,33	0,90	5,64	1,40	1,90
Romunija	/	/	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,02	0,01

Slovaška	0,02	0,09	0,04	0,13	0,04	0,07	0,13	0,07	0,11	0,26	0,26	0,26
Slovenija	/	/	1,59	2,34	3,25	2,83	2,15	3,94	3,74	2,86	5,14	4,51
Španija	3,30	3,03	2,54	2,70	2,66	2,47	1,51	2,08	1,74	1,99	2,20	2,05
Švedska	1,19	1,16	1,39	1,67	1,36	1,07	1,35	1,08	1,28	1,41	1,46	1,47
Združeno kraljestvo	0,66	0,98	0,81	0,65	0,61	0,60	0,40	0,63	0,52	0,57	0,64	0,59