

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE  
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ  
KATEDRA APLIKOVANÉ EKOLOGIE



Výskyt bakterie *Legionella pneumophila* ve vybraných  
odděleních nemocnic Kutná Hora a Čáslav

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí práce: prof. Ing. Jan Vymazal, CSc.  
Diplomant: Bc. Zdeňka Kroupová

2014

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra aplikované ekologie

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Kroupová Zdeňka

Regionální environmentální správa - kombinované Praha

Název práce

**Vyskyt bakterie Legionella pneumophila ve vybraných odděleních nemocnic Kutná Hora a Čáslav**

Anglický název

**The occurrence of Legionella pneumophila in selected departments of hospitals in Kutná Hora and Čáslav**

---

### Cíle práce

1. Charakterizovat rod Legionella.
2. Popsat výskyt legionel ve zdravotnických zařízeních
3. Popsat sledovaná zdravotnická zařízení
4. Vyhodnotit výskyt bakterie Legionella pneumophila ve vybraných odděleních sledovaných nemocnic

### Metodika

Práce se skládá z rešeršní části, ve které bude popsán rod Legionella na základě informací z dostupné literatury a z práce praktické, kdy budou vyhodnoceny nálezy z jednotlivých pracovišť v Kutné hore a Čáslavi.

### Harmonogram zpracování

duben - září 2013: rešerše

květen - listopad 2013: terénní průzkum na vybraných lokalitách

září - prosinec 2013: vyhodnocení výsledků

leden - březen 2014: vypracování DP

**Rozsah textové části**

60 stran včetně příloh

**Klíčová slova**

Legionella, nemocnice, teplá voda, bakterie

**Doporučené zdroje informací**

Zákon č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví ve znění pozdějších předpisů ve spojení s vyhl.č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody ve znění pozdějších předpisů

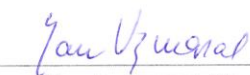
Evropská směrnice, 2005: European Guidelines for Control and Prevention of Travel Associated Legionnaires' Disease Cianciotto, N.P., 2001. Pathogenicity of Legionella pneumophila. Int. J. Medicinal Microbiol. 291: 331-343.

Declerck, P., Behets, J., Margineanu, A., Hoefa, V., DeKeersmaecker, B. a Ollevier, F., 2009. Replication of Legionella pneumophila in biofilms of water distribution pipes. Microbiological Research 164: 593—603.

Oberdorfer, K., Müssigbrodt, G. a Wendt, C., 2008. Genetic diversity of Legionella pneumophila in hospital water systems. International Journal of Hygiene and Environmental Health 211: 172-178.

**Vedoucí práce**

Vymazal Jan, prof. Ing., CSc.



**prof. Ing. Jan Vymazal, CSc.**

Vedoucí katedry



V Praze dne 19.11.2013



**prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.**

Děkan fakulty

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením prof. Ing. Jana Vymazala, CSc., a že jsem uvedla všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpala.

V Praze 3.dubna 2014

Bc. Zdeňka Kroupová

.....

### **Poděkování:**

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucímu diplomové práce prof. Ing. Janu Vymazalovi, CSc. za cenné rady, připomínky, metodické vedení, trpělivost a ochotu po celou dobu naší spolupráce. Poděkování patří také MUDr. Ivě Domasové, vedoucí protiepidemického oddělení, územního pracoviště v Kutné Hoře za dlouholetou odbornou pomoc při řešení dané problematiky a Krajské hygienické stanici Středočeského kraje za poskytnutí informací a dat k vypracování této práce.

## Abstrakt

Diplomová práce se zabývá tématem „Výskyt bakterie *Legionella pneumophila* ve vybraných odděleních nemocnic Kutná Hora a Čáslav“. Sledované nemocnice leží na území Středočeského kraje. Studie probíhala v období 2009-2013. Cíle práce jsou charakterizovat rod *Legionella*, popsat výskyt legionel ve zdravotnických zařízeních a popsat vybraná zdravotnická zařízení, vyhodnotit výskyt bakterie *Legionella pneumophila* ve vybraných zdravotnických zařízeních v období 2009-2013. Práce se podrobněji věnuje epidemiologii legionel, možným rizikovým expozicím a způsobům prevence, metodice odběrů teplé užitkové vody a vyhodnocení získaných výsledků. Šetřením bylo zjištěno, že přítomnost bakterií rodu *Legionella* je ovlivněna ve většině případů teplotou vody, kolísáním tlaku vody a přítomností dezinfekčního prostředku ve vodovodním teplovodním systému.

**Klíčová slova:** *Legionella*, nemocnice, teplá voda, bakterie

## Abstract

The thesis deals with the occurrence of *Legionella pneumophila* on representative wards in hospitals in Kutná Hora and Čáslav. Monitored hospitals are situated in the Central Bohemia Region. The study was conducted between 2009 and 2013.

The aim of the study was to characterise *Legionella spp.*, describe the occurrence of *Legionella spp.* in medical facilities and describe representative sanitary facilities. In the study I evaluated the occurrence of *Legionella pneumophila* between 2009 and 2013. This study investigated in detail an epidemiology of *Legionella spp.*, possible exposition risks and ways of prevention. The study also focused on the methods of hot water sampling. The results indicated that the occurrence of *Legionella spp.* was determined by water temperature, pressure fluctuation and presence of disinfectant in hot water system.

**Key words:** *Legionella*, hospital, hot water, bacteria

## Obsah

<b>1. ÚVOD A CÍLE .....</b>	<b>9</b>
<b>A. TEORETICKÁ ČÁST .....</b>	<b>11</b>
<b>2. PITNÁ VODA .....</b>	<b>12</b>
2.1 Pitná voda – legislativa v České republice .....	12
<b>3. LEGIONELA RIZIKO Z TEPLÉ VODY .....</b>	<b>14</b>
<b>4. LEGIONELA - POPIS RODU.....</b>	<b>16</b>
4.1 Historie legionelózy .....	16
4.2 Morfologie legionel .....	16
4.3 Ekologie legionel .....	17
4.4 Zdroj legionel .....	19
4.5 Cesta přenosu .....	19
<b>5. ONEMOCNĚNÍ ZPŮSOBNÉ BAKTERIÍ</b>	
<b><i>LEGIONELLA PNEUMOPHILA</i> .....</b>	<b>20</b>
5.1 Klinické onemocnění .....	21
5.2 Legionářská nemoc .....	22
5.3 Pontiacká horečka .....	22
<b>6. ELIMINACE LEGIONEL Z VODOVODNÍHO ŘADU .....</b>	<b>24</b>
6.1 Požadavek absence legionel v rozvodu pitné vody .....	24
6.2 Množení legionel v distribuční síti pitné vody.....	25
6.3 Faktory, přispívající ke kontaminaci vodovodních systémů .....	25
6.4 Prevence výskytu legionel .....	26
6.5 Opatření vedoucí ke snížení kontaminace systému bakterií	
<i>Legionella pneumophila</i> .....	27
6.6 Metody používané ke snížení kolonií legionel .....	27
<b>B. METODIKA.....</b>	<b>31</b>
<b>7. POPIS VYBRANÝCH ZDRAVOTNICKÝCH ZAŘÍZENÍ.....</b>	<b>32</b>
7.1 Městská nemocnice Čáslav .....	33
7.1.1 Oddělení lůžkové péče Městské nemocnice Čáslav.....	33
7.2 Oblastní nemocnice Kolín, a.s. nemocnice Kutná Hora, nemocnice Středočeského kraje .....	36

7.2.1 Oddělení lůžkové péče nemocnice Kutná Hora .....	38
<b>8. ZÁSOBOVÁNÍ TEPLOU VODOU MĚSTSKÉ NEMOCNICE</b>	
<b>ČÁSLAV A NEMOCNICE KUTNÁ HORA.....</b>	<b>40</b>
8.1 Zásobování teplou vodou v Městské nemocnici Čáslav .....	40
8.2 Zásobování teplou vodou v nemocnici Kutná Hora.....	41
<b>9. METODIKA - ODBĚR VZORKŮ, ZPRACOVÁNÍ A</b>	
<b>HODNOCENÍ.....</b>	<b>43</b>
9.1 Cíle vzorkování ve zdravotnických zařízeních .....	43
9.2 Body odběru ve vodovodních systémech objektů .....	43
9.3 Provedení vlastního odběru - vzorkování .....	43
9.3.1 Příprava vzorkovnic a pomůcek k odběrům TUV .....	44
9.3.2 Odběr vzorku vody .....	45
9.3.3 Měření teploty TUV .....	48
9.3.4 Měření hladiny volného chlóru .....	48
9.3.5 Transport vzorkovnic do laboratoře .....	50
9.4 Zpracování vzorků .....	50
9.5 Hodnocení vzorků .....	50
<b>C. VÝSLEDKY A DISKUZE.....</b>	<b>52</b>
<b>10. VÝSLEDKY ODBĚRŮ VZORKŮ TUV NA PŘÍTOMNOST</b>	
<b>BAKTERIE <i>LEGIONELLA PNEUMOPHILA</i> .....</b>	<b>53</b>
10.1 Výsledky - Městská nemocnice Čáslav .....	54
10.2 Výsledky - nemocnice Kutná Hora .....	59
<b>11. DISKUZE .....</b>	<b>62</b>
<b>D. ZÁVĚR.....</b>	<b>67</b>
<b>12. ZÁVĚR .....</b>	<b>68</b>
Seznam použité literatury .....	71
Seznam tabulek a obrázků .....	76
Příloha č. 1 .....	78



## 1. Úvod

Diplomová práce je věnována problematice výskytu legionel ve vybraných odděleních zdravotnických zařízení nemocnice Kutná Hora a Čáslav na okrese Kutná Hora ve Středočeském kraji. Rozdělena je do několika hlavních kapitol a podkapitol – teoretická část, metodika, výsledky, diskuze a závěr.

### **Cíle práce jsou:**

- charakterizovat rod *Legionella*,
- popsat výskyt legionel ve zdravotnických zařízeních a popsat vybraná zařízení,
- vyhodnotit výskyt bakterie *Legionella pneumophila* ve vybraných zdravotnických zařízeních v období 2009-2013.

Jak je zmíněno dále v diplomové práci, výskyt bakterií legionel a s tím spojený potenciální vznik infekčního onemocnění vyvolané tímto druhem bakterií, je v posledních letech aktuálním tématem, neboť dochází k jeho postupnému nárůstu.

Ochrana životního prostředí je základním klíčem k zamezení až čtvrtiny infekčních nemocí, které jsou způsobeny nebo ovlivněny faktory životního prostředí. Prostředí kolem nás ovlivňuje naše zdraví v mnoha ohledech, a to v závislosti na velikosti expozice vůči fyzikálním, chemickým a biologickým činitelům, tj. rizikovým faktorům (WHO, 2012).

Bakterie rodu *Legionella* se vyskytují především ve vodním a vlhkém prostředí. Kontaminovaná voda je velmi často původcem infekčních onemocnění. V posledních letech dochází k nárůstu onemocnění vyvolané bakterií *Legionella pneumophila* (Bartram et al. 2007). Bakterie *L. pneumophila* způsobuje závažné onemocnění nazývané obecně jako legionelóza. Ta může způsobit dva typy onemocnění: Legionářskou nemoc, tj. Legionaires' disease, nebo Pontiackou horečku, nebo-li Pontiac fever (Bednář et al. 1996).

Legionely jsou běžně a přirozeně se vyskytující organismy ve vodním prostředí. Nacházejí se v řekách, jezerech a vodních nádržích, a to vždy alespoň v malém množství. Také se mohou vyskytovat v přírodě v půdě a sedimentech (Havlík et al. 1998, Göpfertová et al. 2002a). Mimo jiné byly detekovány i

v odpadních vodách (Kusnetsov et al. 2010). Z přírodních zdrojů se pak dostávají legionely do umělých vodních nádrží a veřejné vodovodní sítě (EU, 2005; Pond, 2005).

Nejvýznamnější riziko pro člověka uvnitř budov se nachází v podobě přítomnosti bakterií ve vířivkách, vodovodních bateriích, sprchových hlavicích, whirlpoolech, klimatizačních jednotkách apod. Je jedno, zda se tyto rizikové prostředky nachází v rodinném domě, zdravotnickém zařízení, hotelu, sportovním či jiném zařízení (Chang et Chou, 2010). V nemocnicích mohou být kontaminovány zvlhčovače vzduchu, inhalační přístroje a tím potencionálně infikovat pacienty (Göpfertová et al. 2002a). Legionelózy jsou také proto řazeny mezi nozokomiální infekce, tj. infekce vznikající při pobytu ve zdravotnickém zařízení (Stou et Yu, 2012).

## A. TEORETICKÁ ČÁST

## **2. Pitná voda**

„Sine aqua deest vita“ nebo-li „voda základ života“ je myšlenka, která lapidárně vyjadřuje význam vody pro člověka. Voda je stálou součástí všech živých systémů a u vyšších živočichů tvoří největší podíl tělesné hmoty (Štěpánek et al. 1979). Celkově tvoří 60-70 % tělesné hmotnosti (Antonic et al. 2011).

Na vodu nelze v žádném případě pohlížet jako na tekutinu se vzorcem H<sub>2</sub>O. Vodou získává náš organismus řadu cenných minerálů. Voda pitná je definována jako taková, která vyhovuje zdravotním a technickým požadavkům zákona pro pitnou vodu. Nesmí poškodit zdraví při celoživotní konzumaci v této, ale ani příští generaci (Göpfertová et al. 2002b).

Ochrana vod se zaměřuje na regulaci lidských činností, které mohou vést ke zhoršení stavu vod, ohrožení jejich výskytu či narušení stavu ekosystémů vázaných na vodu (Damohorský, 2007).

Snad pro každého z nás je samozřejmostí, že je pitná voda snadno dostupná, a to pouhým otočením kohoutku vodovodní baterie. Nutnost a potřebu pitné vody si uvědomíme až ve chvíli, kdy voda z kohoutku neteče nebo je v danou chvíli závadná, tudíž nepoužitelná. Méně si však dokážeme představit stále se zvyšující legislativní nároky na jakost pitné vody (Říhová Ambrožová, 2009).

### **2.1 Pitná voda – legislativa v České republice**

Mezi základní právní předpisy upravující podmínky úpravy a používání pitné vody v České republice patří:

**1. Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon),** který v § 23 stanovuje plánování v oblasti vod, které je definováno jako soustavná koncepční činnost, kterou zajišťuje stát, a jeho účelem je vymezit a vzájemně harmonizovat veřejné zájmy:

- a) ochrany vod jako složky životního prostředí,
- b) snížení nepříznivých účinků povodí a sucha,
- c) udržitelného užívání vodních zdrojů, zejména pro účely zásobování pitnou vodou.

Stěžejním právním předpisem je:

**2. Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví v platném znění**, který v § 3 vymezuje hygienické požadavky na pitnou vodu:

Odstavec č. 1 definuje **pitnou vodu** – pitná voda je veškerá voda v původním stavu nebo po úpravě, která je určena k pití, vaření, přípravě jídel a nápojů, voda používaná v potravinářství, voda, která je určena k péči o tělo, k čištění předmětů, které svým určením přicházejí do styku s potravinami nebo lidským tělem, a k dalším účelům lidské spotřeby, a to bez ohledu na její původ, skupenství a způsob jejího dodávání.

Dále definuje **hygienické požadavky na zdravotní nezávadnost a čistotu pitné vody** stanovující hygienické limity mikrobiologických, biologických, fyzikálních, chemických a organoleptických ukazatelů, které jsou upraveny prováděcím právním předpisem, nebo jsou povoleny nebo určeny podle tohoto zákona příslušným orgánem ochrany veřejného zdraví. Hygienické limity se stanoví jako nejvyšší mezní hodnoty, mezní hodnoty a doporučené hodnoty. Doporučené hodnoty jsou nezávazné hodnoty ukazatelů jakosti pitné vody, které stanoví minimální žádoucí nebo přijatelnou koncentraci dané látky, nebo optimální rozmezí koncentrace dané látky.

Odstavec č. 2 stanoví **povinnosti pro provozovatele** – provozovatel vodovodu pro veřejnou potřebu je povinen zajistit, aby dodávaná pitná voda měla jakost pitné vody. Povinnost podle věty první mají, není-li dále stanoveno jinak, i vlastník vodovodu pro veřejnou potřebu, který je nositelem práv a povinností provozovatele, osoba, která zajišťuje náhradní zásobování pitnou vodou, osoba, která vyrábí pitnou vodu z individuálního zdroje jako součást své podnikatelské činnosti, pro jejíž výkon musí být používána pitná voda, a osoba, která dodává pitnou vodu pro veřejnou potřebu.

Prováděcím předpisem zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví je:

**3. Vyhláška č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody.**

Dalším právním předpisem v oblasti pitné vody je:

**4. Vyhláška č. 409/2005 Sb., o hygienických požadavcích na výrobky přicházející do styku s vodou a na úpravu vody.**

### 3. Legionely – riziko z teplé vody

Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví v platném znění (dále jen zákon) a vyhláška Ministerstva zdravotnictví (MZ) č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, stanoví požadavky na jakost teplé vody. Podle § č. 3 zákona: „Teplou vodu, dodávanou potrubím užitkové vody nebo vnitřním vodovodem, které jsou konstrukčně propojeny směšovací baterií s vodovodním potrubím pitné vody, může výrobce vyrobit jen z vody pitné. Tato teplá voda musí splňovat hygienické limity mikrobiologických, biologických, fyzikálních, chemických a organoleptických ukazatelů jakosti, které jsou upraveny prováděcím právním předpisem. V ostatních případech musí výrobce teplé vody dodávané jako součást své podnikatelské činnosti nebo jiné činnosti právnické osoby zajistit, aby teplá voda splňovala požadavky podle § 6 odst. 3 písm. a) zákona stanovené pro jakost bazénové vody umělých koupališť; takovou vodu musí výrobce na všech odběrových místech označit jako nepitnou“.

Prováděcím předpisem pro teplou vodu, která je vyráběna z pitné vody je vyhl. č. 252/2004 Sb., konkrétně příloha č. 2, ve které byl výběr ukazatelů prováděn na základě skutečností, a to že:

- teplá voda se vyrábí z vody pitné,
- do teplé vody se mohou přidávat některé přípravky, které se běžně u pitné vody nepoužívají,
- u teplé vody se mohou oproti pitné vodě používat vyšší koncentrace některých přípravků,
- hodnoty některých ukazatelů se mohou změnit v důsledku ohřevu vody (Šašek et Kožíšek, 2004).

Hlavní riziko z teplé vody představují patogenní a podmíněně patogenní bakterie schopné pomnožování v teplé vodě, tedy hlavně legionely (Šašek et Kožíšek, 2004).

V inženýrských sítích byla zjištěna přítomnost legionel při teplotách v rozmezí od 0°C – 60°C.

Názory na růst a množení legionel v teplé vodě se liší dle různých autorů. Podle Buse et al. (2012) je optimální teplota, kdy dochází k růstu a pomnožení bakterií 25°C-42°C. Bednář et al. (1996) ve své knize uvádějí teplotu od 25°C- 43°C. V některých případech je udávána teplota již od 20°C do 45°C (Stranks, 2008). Ovšem dle Bednáře et al. (1996) nerostou při teplotě 50°C.

## 4. Legionela – popis rodu

Skupina samostatné čeledi Legionellaceae s jedním rodem *Legionella*, zahrnuje bakterie, které jsou výjimečné v mnoha ohledech. Svéráznost je dána především jejich rozsáhlým výskytem, a to jak v přirozených vodách, v přírodních vodních rezervoárech i ve vodách průmyslových a vodovodních (Bednář et al. 1996; Kusnetsov et al. 2010). Též je popsán výskyt ve vodě mořské (Petrová, 2012). Mimo jiné jsou velmi náročné na kultivaci na umělých půdách, některé z nich jsou původci smrtelného onemocnění u člověka (Bednář et al. 1996).

### 4.1 Historie legionelózy

První potvrzení a nález legionel byl v roce 1976 (EU, 2005; Bartram et al. 2007). Tehdy byla souvislost s epidemií, kdy zemřelo 34 postižených. Jednalo se nejprve o záhadné plicní onemocnění účastníků sjezdu Americké Legie ve Filadelfii. Zdrojem infekce byl aerosol z chladicí vody klimatizačního systému hotelu (Bednář et al. 1996; Šašek, 1998).

### 4.2 Morfologie legionel

Jedná se o aerobní, gram negativní tyčky, tvořící často i vlákna (**obrázek č. 1**) (Bednář et al. 1996; Čelko, 1998; Šašek, 1998; Vokurka et al. 2005). Mají dva a více bičíků a jsou pohyblivé, netvoří spory. Ve stěně jsou obsaženy rozvětvené mastné kyseliny, jež jsou charakteristické pro rod legionela (Bednář et al. 1996).





**Obrázek č. 1.** Bakterie rodu *Legionella* (dezinfekce.cz).

### 4.3 Ekologie legionel

V současné době je známo více jak 50 druhů legionel (WHO, 2004). Nejméně 24 z nich je schopno vyvolat humánní onemocnění. Nejznámější *L.pneumophila* má popsáno 16 séro skupin (Petrová, 2012). Počet druhů se neustále zvyšuje, což je doloženo i nedávným popisem nového rodu *Legionella dresdenensis* sp., který byl izolován v řece Labe u Drážďan v Německu (Hilbi et al. 2010).

Legionely ve vodním prostředí žijí jako intracelulární parazité vodních améb a cyanobakterií. Optimální růstové podmínky jsou tvořeny teplotou vody v rozmezí 25°C-45°C, dále stagnací a nízkým průtokem vody, biofilmem, usazeninami a vodním kamenem (Petrová, 2012).

Carabet et al. (2011) uvádějí, že pokud dojde ke stagnaci vody v podzemním potrubí déle než 7 dnů a déle než 2 dny v nadzemním potrubí, dochází k podpoře rozvoji biochemických systémů a následnému snížení jakosti pitné vody, a to na základě pomnožení mikroorganismů. Tvorba biofilmu na vodovodním potrubí je velmi rychlá (**obrázek č. 2**).



**Obrázek č. 2.** Biofilm na vodovodním potrubí v horké vaně - 2 týdny po instalaci (Bartram et al. 2007).

Legionely, zejména *L. pneumophila* není téměř schopna se množit ve vodě chladnější 20°C a nepřežívá ve vodě teplejší 60°C. U vody s nižší teplotou se chová jako „spící“ a při dovršení vhodné teploty se aktivuje a začíná se množit. Na tomto jevu se podílí i přísun živin, který je důležitý pro její růst, např. améby, řasy, ale i běžně se vyskytující bakterie ve vodním prostředí (ECDC, 2012).

Množení legionel:

- teplota od 5-45°C → do 15 minut se množí minimálně,
- od 25°C → exponenciálně, s optimem teploty v rozmezí 35-42°C,
- od 45-55°C → růst se zastavuje,
- od 60 → úhyn legionel během několika minut,
- pH → 5,5-8,1

Obecně je *L. pneumophila* citlivá na teplotu a snese 50°C po dobu 30 minut. Ve vodě bakterie přežívají až 62 týdnů (Šašek, 1998).

#### **4.4 Zdroj legionel**

Jak již bylo napsáno v úvodu, *L. pneumophila* se vyskytuje v různých vodovodních systémech. Agens bylo také izolováno jak z horké tak studené vody vodovodních kohoutků sprch, ale i z potoků, rybníků a půdy. Legionely jsou schopny přežít měsíce ve vodovodním řadu i v destilované vodě. Zdroj proto v typickém pojetí nepřichází v úvahu (Čelko, 1998). Legionely mohou ve vzniklém aerosolu cestovat až 2 km vzduchem od samotného zdroje (Schindler, 2010).

#### **4.5 Cesta přenosu**

Veškeré epidemiologické důkazy svědčí pro vzdušný přenos (Čelko, 1998; Stout, 2010). Inhalační (vzdušná) cesta se považuje za prevalentní. Vyvíjí se mnohočetná ložisková bronchopneumonie, která později splývá v lobární postižení. O perorální (přenos ústy) infekci jsou pochybnosti, i když byly experimentálně touto cestou u zvířat zaznamenány změny v trávicím traktu, průnik legionel do lymfatických cest a pravděpodobně i do plic a do sleziny. U lidí byly naopak v rámci přirozeného onemocnění ojediněle nalezeny změny ve střevě (Bednář et al. 1996).

## 5. Onemocnění způsobené bakterií *Legionella pneumophila*

Infekční onemocnění nejsou v současné době díky potenciálu antibiotik a vakcín vnímána jako zásadní terapeutický problém. Přesto existují infekční onemocnění početně vzácná, ale s vysokou smrtností i při včasné a adekvátní léčbě pacienta. Legionelóza je příkladem takové bakteriální infekce. Zahrnuje všechny formy infekce způsobené bakteriemi rodu *Legionella*. Jedná se o akutní bakteriální multisystémové onemocnění s variabilním průběhem (Petrová, 2012). Legionelóza postihuje nejčastěji pacienty a lidi se sníženou imunitou, a proto vzniká jako nozokomiální nákaza v nemocnicích, vedou k ní i imunosuprese, prodělané těžké choroby, stádia po transplantacích. Náchylní jsou též starší jedinci (Kopřiva, 1998; Šašek, 1998). Mimo jiné osoby kuřáci, osoby s onemocněním srdce a plic, ale také pacienti s chronickým onemocněním ledvin nebo nemocní s AIDS (Pond, 2005). V České republice je toto onemocnění zařazeno mezi infekce aktivně sledované v rámci epidemiologické surveillance.

**Tabulka č. 1** – Počet hlášených případů legionelózy v České republice 2001 – 2011 (Petrová, 2012).

Počet případů	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
<b>Relativně</b>	0,1	0,1	0,08	0,09	0,09	0,15	0,18	0,14	0,24	0,41	0,52
<b>Absolutně</b>	10	10	8	9	9	15	19	15	25	43	58

Pozn.: Relativně, tj. počet onemocnění hlášených na 100 000 obyvatel.

Šetřením NRL (Národní referenční laboratoř) pro legionely v ČR v letech 1998-2008 bylo zjištěno vysoké procento hotelů, lázeňských hotelů, nemocnic a chladicích věží, kolonizovaných legionelami, a to 60-89 % (Petrová, 2012). Počty hlášených případů legionelózy měly trvale vzrůstající trend od roku 2006. V roce 2011 byl oproti roku 2008 (n=15) počet hlášených onemocnění již čtyřnásobný (n=58; **tabulka č. 1**).

V letech 2000-2010 bylo hlášeno 14 % legionelóz v souvislosti s cestováním, 9 % při pobytu ve zdravotnickém zařízení a 3 % při výkonu profese. Původ ostatních 74 % onemocnění nebyl uspokojivě objasněn. Jednalo se o sporadické případy

onemocnění, komunitní ani průmyslové epidemie či clustery nebyly v ČR dosud zjištěny (Petrová, 2012).

## 5.1 Klinické onemocnění

Infekční onemocnění charakterizované akutním onemocněním dolních cest dýchacích s příznaky pneumonie diagnostikované klinicky, rentgenologicky či laboratorně (Šrámová et al. 2001).

Klasifikace případu onemocnění:

- A) Možný:** nelze použít
- B) Pravděpodobný:** splňuje klinickou definici onemocnění, epidemiologické kritérium a nejméně jedno z následujících laboratorních kritérií
1. čtyřnásobný nebo vyšší vzestup protilátek proti *L. pneumophila* jiných sérologických skupin než sg. 1 nebo jiných druhů potvrzený nepřímou fluorescencí nebo mikroaglutinací,
  2. vysoký titr protilátek proti *L. pneumophila* sg. 1 nebo dalších sérologických skupin nebo druhů,
  3. průkaz specifického agens v respiračních sekretech a plicní tkáni pomocí přímé fluorescence s monoklonálními protilátkami,
  4. průkaz legionel v biologickém materiálu molekulárně biologickými akreditovanými metodami – PCR.
- C) Potvrzený:** splňuje uvedenou klinickou definici onemocnění a jedno nebo více z následujících laboratorních kritérií:
1. izolace legionel z bronchoalveolární laváže, sputa, pleurální tekutiny, plicní tkáně, krve nebo jiného biologického materiálu,
  2. čtyřnásobný nebo vyšší vzestup specifických titrů protilátek proti *L. pneumophila* sg. 1 potvrzený přímou fluorescencí, mikroaglutinací nebo ELISA testem,
  3. průkaz specifického antigenu v moči vylisovanou diagnostickou soupravou.

Další klasifikace legionelóz pro účely národního systému epidemiologické bdělosti:

- a) **Nosokomiální legionelózy** – pacient se nakazil ve zdravotnickém zařízení.
- b) **Cestovní legionelózy** – pacient se nakazil při jednodenním nebo vícedenním pobytu v hotelu či zařízení hromadného ubytování v České republice (ČR) nebo zahraničí, kde pobýval 2 až 10 dnů před objevením se klinických příznaků onemocnění.
- c) **Profesionální legionelózy** – nákazy, k nimž došlo při výkonu povolání.
- d) **Komunitní legionelózy** – nákazy z ostatních rezervoárů.
- e) **Jiné** – dle vyhl. č. 473/2008 Sb., o systému epidemiologické bdělosti pro vybrané infekce.

## 5.2 Legionářská nemoc

Nemoc charakterizovaná jako závažná pneumonie, nebo-li zápal plic, která sebou může nést úmrtnost 10-15 % u jinak zdravých jedinců (EU, 2005). Onemocnění má nízký attack rate (procento osob ze všech exponovaných, které onemocněly) – 5 %. Stav pacienta vyžaduje pobyt na JIP, někdy je nutná umělá plicní ventilace (Petrová, 2012).

Kromě sporadických výskytů se vyskytuje v malých epidemiích, kde je hlavní příčinou nedostatečně hygienicky zabezpečené klimatizační zařízení (Vokurka et Hugo 2005).

Klinický obraz:

Malátnost, bolest svalů a kloubů, suchý kašel, horečka 39°C-40,5°C (Čelko, 1998). Přibližně u 30 % nakažených se může objevit průjem a zvracení, u 50 % duševní zmatenost (EU, 2005).

Inkubační doba:

Obvykle 2-10 dnů (Čelko, 1998; EU, 2005; vyhl. č. 473/2008 Sb.; Vokurka et Hugo, 2005; Petrová, 2012).

## 5.3 Pontiacká horečka

Akutní chřipkové onemocnění bez postižení plic, s nulovou mortalitou (úmrtností). Je známkou kontaminace prostředí legionelami. Má vysoký attack rate –

95 %. Postihuje osoby s funkčním imunitním systémem, zároveň však nebyly zjištěny predispoziční faktory ani závislost na věku či pohlaví (Petrová, 2012).

Klinický obraz:

Vyvolán spíše reakcí organismu na inhalaci bakteriálního antigenu (Čelko, 1998).

Inkubační doba:

5-66 hodin, nejčastěji 12-48 hodin (Čelko, 1998).

Léčba:

U obou typů onemocnění je podobná. U Pontiacké horečky se odvíjí od klinického obrazu.

Včasně podání antibiotik – peniciliny, cefalosporiny, makrolidy, atd. Antibiotika je často nutné podávat parenterálně (žilní cestou). Doba terapie je většinou 14 dní, při komplikacích i déle. Ke zlepšení stavu dochází obvykle až po 3-5 dnech po zahájení léčby. Úplné vymizení rentgenologického (RTG) plicních nálezů může trvat i několik měsíců (Petrová, 2012).

## 6. Eliminace legionel z vodovodního řadu

Cílem opatření, vedoucích k eliminaci či redukci legionel, je kontrola a prevence na odstranění a omezení jejich výskytu (hustoty) ve vodovodním systému tvořící technicky podmíněné okolí člověka, na koncentrace, v jakých legionely přirozeně obývají studenou vodu (Šašek, 1998; Devos et al. 2005).

Odstranění legionel z vodovodního řadu je velmi obtížné. Z dlouhodobého hlediska je téměř nemožné zabránit vniknutí a množení legionel ve vodovodním systému, neboť živiny podporující růst a tvorbu biofilmu vznikají z vody, okolních nečistot nebo konstrukčních materiálů (Lee et West, 1991).

### 6.1 Požadavek absence legionel v rozvodu pitné vody

Požadavek na absenci legionel v pitné vodě je upraven vyhláškou Ministerstva zdravotnictví - vyhl. č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody (**tabulka č. 2**).

**Tabulka č. 2** – Mikrobiologický ukazatel teplé vody – *Legionella pneumophila* (vyhl. č. 252/2004 Sb.).

Ukazatel	Jednotka	Limit		Typ limitu	Vysvětlivky
		Teplá voda vyrobená z pitné vody	Teplá voda vyrobená z jiné vody než pitné		
<i>Legionella pneumophila</i>	KTJ/100 ml	100	100	MH	1,2
<i>Legionella pneumophila</i>	KTJ/100 ml	0	0	NMH	1,3

Vysvětlivky:

**MH** – mezní hodnota, tj. hodnota organoleptického ukazatele jakosti pitné vody, jejich přirozených součástí nebo provozních parametrů, jejíž překročení obvykle nepřesahuje akutní zdravotní riziko. Není-li uvedeno jinak, jedná se o horní hranici rozmezí přípustných hodnot.

**NMH** – nejvyšší mezní hodnota, tj. hodnota zdravotně závažného ukazatele jakosti pitné vody, v důsledku jejíhož překročení je vyloučeno použití vody jako pitné,



neurčí-li orgán ochrany veřejného zdraví na základě zákona jinak (vyhl. č. 252/2004 Sb.).

**1** – Odběr vzorků pro stanovení ukazatelů teplé vody (s výjimkou cíleného epidemiologického šetření) se provádí po odpuštění vody po dobu 1 minuty

**2** – Limit jako mezní hodnota platí pro zdravotnická a ubytovací zařízení, sprchy u veřejných bazénů a koupališť; pro ostatní objekty platí jako doporučená hodnota, o kterou je nutné pomocí technických opatření usilovat.

**3** - Limit jako nejvyšší mezní hodnota platí pro oddělení nemocnic, kde jsou umístění imunokompromitovaní pacienti, jako jsou například oddělení transplantační, nedonošenecká, anestezioreuscitační, dialyzační, onkologie, hematoonkologie, jednotky intenzivní péče.

## **6.2 Množení legionel v distribuční síti pitné vody**

Množení legionel v distribuční síti podporuje celá řada faktorů, například:

- zvýšená teplota, ale do určité hranice, proto je nutné sledovat hlavně teplou užitkovou vodu (TUV), popř. ohřátí studené vody v důsledku špatné izolace potrubí,
- dotace přísunu živin (pitná voda je chudá na živiny, což záleží na kvalitě její úpravy, použití nevhodných materiálů pro styk s vodou podporuje růst a množení),
- ochrana před dezinfekcí (tu poskytují biofilmy, sedimenty, inkrusty a koroze potrubí i armatur, stagnující voda ve slepých ramenech, zásobních tancích či málo průtočné partie rozvodů),
- nevyregulovaný systém rozvodu TUV (umožňuje stagnaci vody, špatné pronikání dezinfekčního prostředku do všech prostor systému),
- rozvoj biofilmu, koroze potrubí, sedimentu,
- provoz TUV pod vhodnou teplotou pro redukci či kontrolu kontaminace rozvodů (Šašek, 2000).

## **6.3 Faktory, přispívající ke kontaminaci vodovodních systémů**

Mezi faktory přispívající ke kontaminaci vodovodních systémů patří především:

- teplota v rozmezí 20-45°C, nízký tlak vody,
- stagnující a málo průtočné úseky sítě,

- vodní armatury, jež jsou těžko přístupné k eradikačním zásahům a jsou pravidelně kontaminovány,
- akumulace organické hmoty a mikroorganismů (zásobníky, ohřívače, slepá ramena),
- velké objemy zásobníků horké vody (malý odběr, nízká teplota ve spodní části,...)
- nízká teplota výtokových míst,
- stáří ohřívačů (inkrusty, biofilmy, sedimenty, kal),
- velikost objektu a tím délka instalací (stagnace vody, obtížná dostupnost dezinfekční látky),
- nedostatečná údržba, ošetření rozvodů (Šašek, 2000).
- Nefunkčnost cirkulace (použití nevhodných cirkulačních čerpadel),
- nedostatečná regulace systému studené i teplé vody,
- nevhodná výtoková zařízení a jejich stav, tj. baterie, kohouty, ventily, sprchy, perlátory – jejich kontaminace mikroorganismy, biofilmy, tvorba aerosolu (Šašek, 2001).

#### **6.4 Prevence výskytu legionel**

V prevenci výskytu legionel ve vodovodních systémech je nutno uplatňovat tyto zásady:

- zamezit tvorbu a akumulaci sedimentů, kalů, slizu a řas, jejich pravidelné odstraňování,
- provozovat TUV při teplotě > 60°C eventuelně s možností zvýšení teploty > 70°C a udržení teploty rozvodů studené vody > 20°C,
- výběr materiálů pro styk s vodou, nepodporující rozvoj mikrobů,
- užít biocidy (chemické látky k zásahu proti mikroorganismům) k prevenci tvorby slizu v zařízeních klimatizace, chladících věží apod.,
- kontrolovat technická zařízení, zda jsou čištěna, zda nedochází k tvorbě slizu, korozi (WHO, 1996).

## **6.5 Opatření vedoucí ke snížení kontaminace systému bakterií *Legionella pneumophila***

Eradikační opatření, nebo-li snaha o likvidaci, ať na bázi chemické, termické či kombinované dezinfekce mají obvykle jen krátkodobý efekt (1-2 měsíce dle reálných podmínek systému) a je nutno je podpořit systémem provozních, technických eventuelně i stavebních opatření (Šašek, 2000; legionella.cz).

Nejvýznamnější z provozně-technických opatření je tzv. „vyregulování“ systému rozvodu TUV, dále udržování teploty teplé vody do 55°C. Jedenkrát denně ohřát přehřívací stupně na 60°C s možností termodezinfekce jednou týdně při > 70°C (Šašek, 2000; vyhl. č. 252/2004 Sb.; legionella.cz).

## **6.6 Metody používané ke snížení kolonií legionel**

Mezi metody vedoucí ke snížení počtu kolonií legionel v distribuční síti se uplatňují:

- a) termická dezinfekce,
- b) hyperchlorizace (vysoká dávka volného chlóru),
- c) UV záření,
- d) ozon
- e) využití kovů s oligodynamickými účinky - měď, stříbro, popř. zlato,
- f) bodově používané filtry (Šašek, 1998; Khaydarov et al. 2004; Zhang et al. 2009).

### **a) Termická dezinfekce**

Podstatou je periodické zvyšování teploty nad nominální provozní hodnotu po určitou dobu v celé síti teplé vody včetně výtokových míst s určitou dobou proplachu těchto míst při zvýšené teplotě (Šašek, 2000). Pokud se opatření neopakuje periodicky, může se kontaminace po určité době vracet. Zahřátí vody na 50-60°C eliminuje všechny legionely během 3 hodin (Šašek, 1998).

Tepelná dezinfekce redukuje vedle legionel i počty ostatních bakterií a plísní, při teplotách nad 60°C minimalizuje i přítomnost prvoků a tedy i améb (Šašek, 2000).

Efekt tepelné dezinfekce se výrazně snižuje při teplotách kolem 50°C a méně. Zásobníky teplé vody provozované při 50°C a méně, umožňují osídlení legionelami,

zejména v usazeninách v chladnější dolní části. Při teplotách 60°C v celém zásobníku bude kontaminace méně pravděpodobná (Šašek, 2000; WHO 2004).

#### **Doporučení:**

- u velkých zařízení (objem vody > 400 l) zajistit teplotu na výstupu 60°C (min. 55°C),
- u malých zařízení (objem vody < 400 l) se doporučuje nastavit regulátor teploty na ohřívači na 60°C, provozní teploty < 60°C jsou v důsledku nižšího rizika možné (Šašek, 2001).

#### **b) Hyperchlorace**

Patří do skupiny chemické dezinfekce, která účinkuje dlouhodobě. Nevýhoda je v počáteční investici do instalace a provozu zařízení kontinuálního dávkování. V poslední době se využívá zejména oxid chloričitý, popř. chlordioxid (Šašek, 2000; Petrová, 2012).

##### *Oxid chloričitý*

Pro dosažení účinku musí být prováděna kontinuální chlorace v rozmezí 4-6 mg/l aktivního chloru, nebo šoková dezinfekce s 20-50 mg/l v celém rozvodu po dobu 1 až 2 hodin. Koncentrace aktivního chloru při kontinuálním dávkování nesmí poklesnout pod 4 mg/l, v praxi je však často používána 1 až 2 mg/l, z důvodu vedlejších produktů chlorace. Proplach distálních výtoků sítě s 10 mg/l vede k redukci lokální kontaminace, zejména pokud je kombinován s termodezinfekcí (Šašek, 2000).

##### *Chlordioxid*

Využívá se k redukci legionel v distribuční síti pitné vody, studené, ale i teplé z důvodu menší toxicity a menšího vlivu na zdraví oproti chloru (*legionella.cz*). Vykazuje prodloužený reziduální účinek. Vyznačuje se schopností atakovat biofilmy a pronikat do málo cirkulujících částí rozvodů, kde se právě nachází potencionální inokulum pozdější rekolonizace. Jedná se o možný zdroj opětovného osídlení. Nereaguje s dusíkatými sloučeninami, účinek nezávisí na pH, odstraňuje inkrusty v rozvodech, je vysoce účinný proti různým typům mikroorganismů v koncentraci blízké jeho sensorickému působení - kolem 0,2 mg/l.

Koncentrace 0,5 mg/l působí inhibičně i na cysty améb a tak odstraňuje jejich ochranný efekt v rozvodové síti. Zbytková koncentrace oxidu chloričitého by měla být max. 0,3 mg/l, lépe pak 0,2 mg/l (Šašek, 2000).

### **c) UV záření**

UV záření se využívá k dezinfekci pitné vody v místě spotřeby (filtry kombinované s UV lampou), dále v přístrojích s následnou možností tvorby aerosolu v různých lékařských přístrojích a v dalších aplikacích (Šašek, 2013). Působí jen v místě aplikace, nikoliv na celé kontaminované potrubí.

Účinek UV záření na mikroorganismy je jiný než v případě použití chemických prostředků. Germicidní efekt UV záření spočívá ve fotochemickém poškození nukleových kyselin. Nejvyšší účinek je při vlnových délkách 260 až 265 nm. Důsledkem poškození struktur buňky UV zářením je znemožnění množení bakterií, pokud nejsou opravnými pochody – enzymy, tyto poškozené struktury obnoveny (Šašek, 2013).

Limity pro použití UV záření k dezinfekci pitné vody upravuje vyhl. č. 409/2005 Sb., o hygienických požadavcích na výrobky přicházející do přímého styku s vodou a na úpravu vody.

### **d) Ozon**

Nejúčinnější dezinfekční prostředek, vysoce reaktivní, inaktivující široké spektrum mikroorganismů. Nevykazuje reziduální účinky, rychle se rozkládá, vyvazuje se příslušnými reakcemi s organickou i anorganickou hmotou, mikroby a proto nepostihuje vzdálená místa sítě, takže je třeba jej kombinovat např. s chlorací nebo termodezinfekcí (Šašek, 2000).

### **e) Kovy s oligodynamickými účinky**

Oligodynamický účinek je vlastnost některých kovů bránit růstu a množení bakterií, plísní, řas a virů, nebo je úplně zničit. Schopnost ničit mikroorganismy, tedy oligodynamický účinek, projevují především stříbro, měď a slitiny mědi, jako je mosaz a bronz. Dezinfekční účinek těchto kovů je pravděpodobně způsobován jejich schopností koagulovat bílkoviny uvnitř bakterií. K dosažení tohoto účinku je však

potřebná dlouhá doba kontaktu s vodou (6 až 8 hodin) a pH 6-8 (Biela et Šopíková, 2013).

Metodu využití kovů s oligodynamickými účinky lze využít též pro eliminaci legionel ve vodních nádržích a klimatizačních jednotkách (Khaydarov et al. 2004).

**f) Bodově využívané filtry**

Neposkytují dezinfekční reziduální ochranu pro celý distribuční systém (Zhang et al. 2009).

## ***B. METODIKA***

## 7. Popis vybraných zdravotnických zařízení

Studie zaměřena na sledování přítomnosti bakterií *L. pneumophila* v teplé užitkové vodě byla prováděna ve vybraných zdravotnických zařízení nacházejících se na území Středočeského kraje (obrázek č. 3).

Jednalo se o Městskou nemocnici Čáslav, kde odběr teplé užitkové vody byl proveden na oddělení JIP (Jednotka intenzivní péče) chirurgického oddělení, JIP interního oddělení a oddělení geriatricke, také označována jako LDN (Léčebna dlouhodobě nemocných). V nemocnici Kutná Hora byly odběry provedeny na oddělení MOJIP (Multioborová jednotka intenzivní péče) a LDN I..



Obrázek č. 3. Sledovaná nemocniční zařízení ve Středočeském kraji (stredoceskykraj.cz).



## 7.1 Městská nemocnice Čáslav

Městská nemocnice Čáslav (**obrázek č. 4**) zajišťuje základní lůžkovou ošetrovatelskou a ambulantní péči pro pacienty z okolí Čáslavska.



**Obrázek č. 4.** Městská nemocnice Čáslav (nemcaslav.cz).

Jak je z názvu patrné, nemocnice se nachází ve městě Čáslav, které leží ve Středočeském kraji v okrese Kutná Hora. Založeno bylo v roce 1264 za vlády Přemysla Otakara II. Žije zde přes 10 tisíc obyvatel. Celý katastr města měří 22 km<sup>2</sup>, samotné město má rozlohu 3,5 km<sup>2</sup>. Od roku 2003 je město Čáslav pověřenou obcí třetího stupně (meucaslav.cz, wikipedie.cz)

### 7.1.1. Oddělení lůžkové péče Městské nemocnice Čáslav

- a) **Chirurgické oddělení** – umístěno v přízemí a v 1. patře nemocnice. V přízemí je zajištěna administrativní část oddělení a odtud je také přímý vstup na operační sály a JIP chirurgického oddělení. Operační sály a JIP tvoří samostatný uzavřený komplex oddělený od provozu oddělení.

**b) JIP chirurgického oddělení** – JIP chirurgického oddělení má 6 lůžek, rozdělených do tří pokojů – třílůžkový, dvoulůžkový a jednolůžkový (izolační pokoj) s hygienickým filtrem. Oddělení je vybaveno kvalitním hygienickým a provozním zázemím. JIP má centrální rozvod medicínálních plynů, kyslíku a náhradní elektrická energie je zajištěna centrálním elektrickým agregátem – **1.odběrové místo**

**c) Interní oddělení** – interní oddělení s ambulantní částí je umístěno ve třetím podlaží hlavní budovy. Lůžková část je rozdělena na oddělení standardní péče a oddělení akutní péče, kde je umístěna JIP a lůžka intermediární péče. Součástí oddělení je příjmová ambulance, která je funkčně spojena s interní ambulancí spadající do ambulantní složky nemocnice.

**JIP interního oddělení** – **2.odběrové místo**

**d) Gynekologicko–porodnické oddělení** – lůžková část oddělení je umístěna v prvním podlaží hlavní budovy nemocnice. Přístup na oddělení je z hlavního schodiště do vstupní haly a z této uzavíratelným katrem na jedné straně do porodnického oddělení a na druhé straně opět uzavíratelným katrem do gynekologického oddělení.

**e) Dětské oddělení** – nalézá se v II. patře hlavní budovy nemocnice. Výjimku tvoří novorozenecký úsek, který je součástí porodnického oddělení.

**e) Geriatrické oddělení, také LDN (léčebna dlouhodobě nemocných)** – umístěno v samostatné budově v areálu nemocnice v přízemí a v I. patře. Od hlavní budovy je vzdálena asi 50m. Přístup na oddělení je samostatným schodištěm, které slouží výhradně pro vstup na geriatrické oddělení a vede na nemocniční zahradu ([nemcaslav.cz](http://nemcaslav.cz)). V létě 2013 proběhla rozsáhlá modernizace a byl vystavěn spojovací krček s hlavní budovou pro lepší komunikaci a převoz pacientů.

**LDN přízemí** – **3.odběrové místo**

Součástí Městské nemocnice Čáslav je též ambulantní složka, která ve většině případů zajišťuje léčbu v oborech navazující na základní lůžkovou ošetrovatelskou péči. Jedná se o obory interní, chirurgické, porodnicko-gynekologické a pediatriké.

Ostatní složky, které jsou součástí nemocnice zajišťující nezbytný chod a provoz nemocnice:

- anesteziologické oddělení,
- RDG oddělení a CT oddělení,
- hematologicko – transfúzní oddělení,
- biochemická laboratoř,
- rehabilitační oddělení,
- sociální lůžka umístěná na oddělení geriatricke,
- psychiatrická ambulance (umístěna mimo areál nemocnice).

Součástí areálu Městské nemocnice Čáslav je sídlo Zdravotnické záchranné služby Středočeského kraje, p.o.

## 7.2 Oblastní nemocnice Kolín, a.s. Nemocnice Kutná Hora, nemocnice Středočeského kraje

Nemocnice Kutná Hora (**obrázek č. 5**) je ve vlastnictví Středočeského kraje a provozuje ji Oblastní nemocnice Kolín, a.s., nemocnice Středočeského kraje. Nemocnice slouží kromě 22 000 obyvatel města Kutná Hora i jako přirozené spádové centrum oblasti s minimálně dalšími 33 000 obyvatel ([nemocnicekutnahora.cz](http://nemocnicekutnahora.cz)).



**Obrázek č. 5.** Nemocnice Kutná Hora ([nemocnicekutnahora.cz](http://nemocnicekutnahora.cz)).

Nachází se v okresním městě Kutná Hora, ležící ve Středočeském kraji (**obrázek č. 3**). Vznik a historie města je spojován s rozvojem peněžního hospodářství ve 13. století, nicméně prvopočátky dolování jsou podstatně dávnějšího data. Povrchové výchozy stříbrných rudních žil byly zřejmě odhaleny již v závěru 10. století Slavníkovci, kteří na svém hradišti Malíně - dnes součást Kutné Hory - razili v letech 985-995 z tohoto stříbra mince-denáry, které poznáme podle opisu "**MALIN CIVITAS**". V současnosti patří město mezi nejnavštěvovanější památkovou oblast střední Evropy, zařazenou od roku 1997 na Listinu kulturního dědictví UNESCO ([kutnahora.cz](http://kutnahora.cz)).

Mezi základní složky nemocnice pro péči o pacienty patří lůžková ošetrovatelská péče a ambulantní složka. Jedná se o oddělení chirurgické a interní, včetně všech nezbytných služeb komplementu (MOJIP, anesteziologicko-resuscitační oddělení, oddělení radiodiagnostiky, oddělení klinické biochemie a hematologie, rehabilitační oddělení). V nemocnici je také umístěno oddělení LDN a sociální lůžka. Přímo v areálu nemocnice je umístěna záchranná a pohotovostní služba, heliport a řada specializovaných ambulancí jak nemocniční, tak privátní sféry. Pro pacientky hospitalizované v nemocnici je v areálu ambulance pro gynekologická konsilia ([nemocnicekutnahora.cz](http://nemocnicekutnahora.cz)).

Nemocnice je situována do hlavní budovy a na ní navazující polikliniku s ambulantní složkou. Samostatná budova s oddělením LDN je propojena s hlavní budovou podzemní chodbou (**obrázek č. 6**).



**Obrázek č. 6.** Mapa areálu nemocnice Kutná Hora, odběrové místo č. 5 – LDN I. ([nemocnicekutnahora.cz](http://nemocnicekutnahora.cz)).

### 7.2.1. Oddělení lůžkové péče nemocnice Kutná Hora

- a) **Chirurgické oddělení** – lůžková péče je pacientům poskytována na třech stanicích.

Septická a aseptická část oddělení je umístěna ve druhém patře hlavní budovy. Třetí stanicí je multioborová JIP, která úzce spolupracuje s chirurgickým oddělením, zde jsou k dispozici lůžka pro komplikované a pooperační stavy pacientů.

- b) **MOJIP** – multioborová jednotka intenzivní péče poskytuje komplexní péči pacientům vyžadujícím monitorování životních funkcí a podporu orgánových systémů. Na jednotku jsou přijímáni pacienti z interního, chirurgického oddělení, LDN, z vyšších pracovišť a ve výjimečných případech přímo z terénu od záchranné služby. Oddělení je řešeno boxovým systémem významně snižujícím riziko přenosu infekce.

**MOJIP – odběrové místo č. 4.**

- c) **Interní oddělení** – lůžkové oddělení je rozděleno do dvou částí. Zároveň provozuje příjmovou ambulanci, která zajišťuje 24 hodin denně ambulanci péči v oboru vnitřního lékařství, která slouží jako vstupní brána na lůžkové oddělení.

- d) **LDN oddělení** – situováno je do 4 částí, označeno jako LDN I. až LDN IV. LDN I. a II. je umístěno v zrenovovaném bývalém dětském pavilonu nemocnice – viz **obrázek č. 4**. LDN III. a IV. se nachází v hlavním pavilonu v přízemí nemocnice (nemocnicekutnahora.cz).

**LDN I. – odběrové místo č. 5.**

Součástí nemocnice Kutná Hora je opět ambulantní složka, která také ve většině případů zajišťuje léčbu v oborech navazující na základní lůžkovou ošetrovatelskou péči. V tomto případě se jedná se o obory interní a chirurgické.

Ostatní složky nemocnice Kutná Hora zajišťující správný chod jsou:

- anesteziologicko-resuscitační oddělení,
- operační sály,
- RDG oddělení, včetně CT oddělení,
- hematologické oddělení,

- biochemická laboratoř,
- rehabilitační oddělení,
- sociální lůžka umístěná na oddělení LDN,
- poradna pro ochranu před alkoholismem a jinými toxikomaniemi,
- lékárna,
- LSPP (lékařská služba první pomoci).

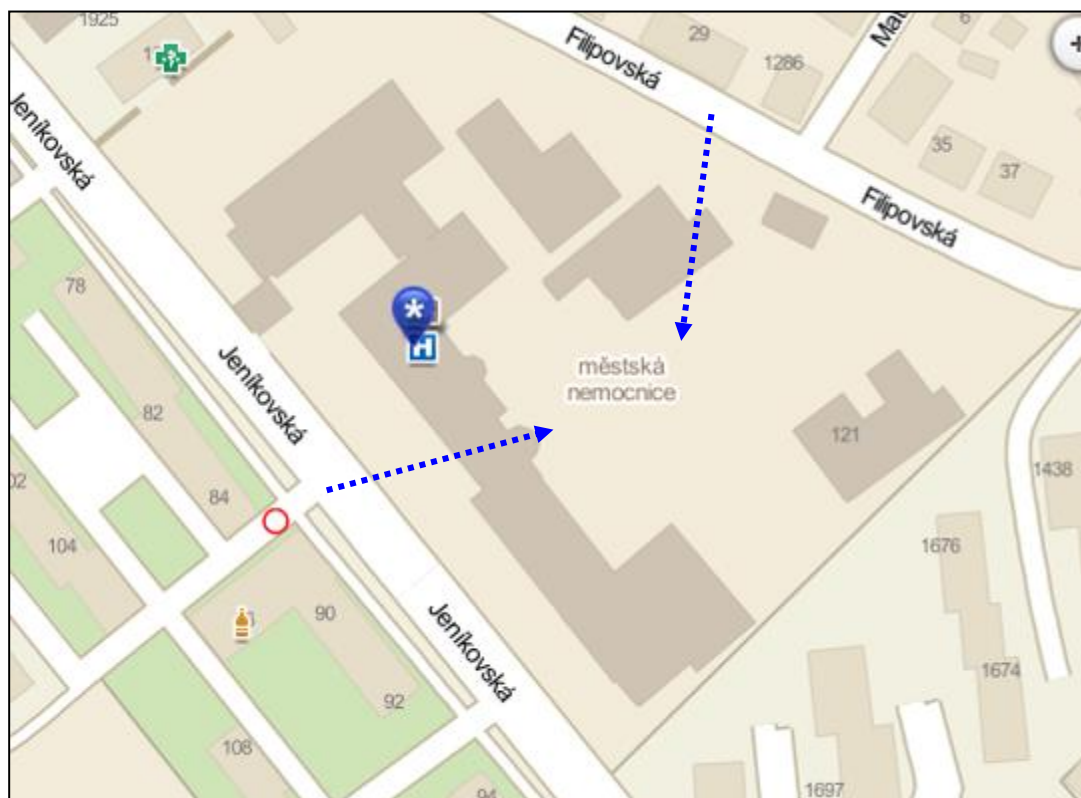
## 8. Zásobování teplou vodou Městské nemocnice Čáslav a nemocnice Kutná Hora

### 8.1 Zásobování teplou vodou v Městské nemocnici Čáslav

Pitná voda je do Městské nemocnice Čáslav dodávána z veřejného vodovodního řádu Vodohospodářské společnosti Vrchlice – Maleč, a.s., se sídlem v Kutné Hoře.

Do areálu vedou dva přívody vody, jeden z hlavní ulice Jeníkovské a druhý záložní (za normálního běžného provozu uzavřen) je z ulice Filipovské (obrázek č. 7).

Vodovodní síť je na přívodech do jednotlivých objektů osazena hlavními uzávěry. V případě hlavní budovy, kdy se v tomto případě jedná o rozsáhlou část nemocnice, je členěna na několik uzavíratelných úseků. Na stěžejní rozvody vody jsou napojeny též hydranty, které jsou viditelně označeny.



Obrázek č. 7. Městská nemocnice Čáslav, přívody pitné vody (mapy.cz)



TUV je vyráběna ve vlastní kotelně v areálu nemocnice. Pro teplou užitkovou vodu jsou k dispozici dva zásobníky ohřevu vody o celkové kapacitě 8 000 litrů. Jeden zásobník je vždy s obsahem 4 000 litrů vody. Ohřev vody je regulován automaticky termostatem a ohřev je nastaven na 60°C.

K přehřátí TUV se používají solární kolektory, využívající sluneční záření a jeho přeměnu na tepelnou energii, která je dále předávána teplotně nosné látce. Kolektory jsou umístěné na střeše hlavní budovy nemocnice. Dohřev pak zajišťují již zmíněné zásobníky vody na požadovanou teplotu.

Zařízení pro ohřev TUV je koncipováno tak, aby na výstupu byla dosažena teplota 60°C (s ohledem na diferenci regulátoru minimálně 55°C). Teplota by v tomto případě neměla nikdy klesnout pod stanovenou hranici. V systému cirkulující TUV by neměla klesnout teplota vody vratné oproti výstupní z ohřivače o více než 5°C.

Pro správnou regulaci systému v teplotě i tlaku je maximální rozdíl 3°C po dobu 30 s. plného průtoku vody mezi libovolnými místy TUV na společném podlaží ze stejného zdroje, a tím směřuje k dosažení vyrovnaného tlaku TUV a studené vody.

Rozvod vody je zajištěn pomocí PVC trubek. Kontrolu stavů rozvodů provádí údržba Městské nemocnice Čáslav (KHS, 2002).

## **8.2 Zásobování teplou vodou v nemocnici Kutná Hora**

Pitná voda je do nemocnice Kutná Hora dodávána také z veřejného vodovodního řádu Vodohospodářské společnosti Vrchlice – Maleč, a.s., se sídlem v Kutné Hoře.

Do areálu nemocnice je veden jeden přívod vody. Vodovodní síť je vybavena na přívodech do jednotlivých pavilonů uzavíracími armaturami. Vodovodní síť je osazena hydranty, které jsou řádně označeny. V hlavní části a poliklinice jsou výměňkové stanice s nádržemi na teplou užitkovou vodu.

Teplá užitková voda je vyráběna ve vlastní kotelně v areálu nemocnice. Pro teplou užitkovou vodu jsou k dispozici čtyři zásobníky ohřevu vody o celkové kapacitě 16 000 litrů. Jeden zásobník je vždy s obsahem 4 000 litrů vody. Ohřev vody je regulován automaticky termostatem a ohřev je nastaven na 60°C.

Zařízení pro ohřev TUV je koncipován tak, aby na výstupu byla dosažena teplota 60°C (s ohledem na diferenci regulátoru minimálně 55°C). Teplota by v tomto případě neměla nikdy klesnout pod stanovenou hranici.

Pro správnou regulaci systému v teplotě i tlaku je maximální rozdíl 3°C po dobu 30 s. plného průtoku vody mezi libovolnými místy TUV na společném podlaží ze stejného zdroje, a tím směřuje k dosažení vyrovnaného tlaku TUV a studené vody (KHS, 2005).

## **9. Metodika – odběr vzorků, zpracování a hodnocení**

### **9.1 Cíle vzorkování ve zdravotnických zařízeních**

Hlavní cíle při provádění vzorkování ve zdravotnickém, ale i jakémkoliv jiném zařízení jsou:

- a) charakteristika stavu vodovodních rozvodů,
- b) rozlišení mezi lokální a systémovou kolonizací,
- c) identifikace kritických míst,
- d) volba správné strategie eliminace legionel.

### **9.2 Body odběru ve vodovodních systémech objektů**

- 1. Systémové:**
  - a) vstup studené vody do objektu,
  - b) vstup TUV do distribučního systému,
  - c) návrat cirkulační vody do ohřevu.
  
- 2. Základní:**
  - a) nejbližší výtoková místa za vstupem TUV do objektu,
  - b) nejvzdálenější výtoková místa TUV sledovaného objektu,
  - c) výtoková místa exponovaných pracovišť (ARO, JIP, operační sály, vyšetřovny, koupelny a pokoje pacientů, dialyzační střediska).
  
- 3. Doplnkové:** - místnosti personálu, technické a obslužné provozy (Drašar, 1999).

### **9.3 Provedení vlastního odběru – vzorkování**

Odběr vzorků je prováděn kvalifikovaným pracovníkem v doprovodu osoby zodpovědné za provoz sledovaného zařízení. Doporučen je dohled epidemiologa, který následně hodnotí celkovou situaci a požaduje nápravná opatření. Zároveň si je nutno při odběrech všimnout všech detailů, které mohou pomoci při realizaci následných nápravných opatření. Jedná se např. o poklesy tlaku při odtoku vody a teploty, železité sedimenty, kaly, výskyt inkrustů, stav baterií a sprchových růžic.

Metodika vlastních odběrů je závazná a postup by měl být striktně dodržován. Porušení jakéhokoliv kroku při odebírání vzorků může vést k nesprávnému kvantitativnímu nálezu legionel v odebraném vzorku TUV.

Odběr se řídí dle platné normy ČSN ISO 11731 (75 7881) – Jakost vod – Stanovení bakterií rodu *Legionella*. Praha: ČNI, 2002 a ČSN ISO 11731-2 (757881) – Jakost vod – Stanovení bakterií rodu *Legionella* – Část 2: Metoda přímé membránové filtrace pro vody s malým počtem bakterií.

Odběrová místa označená č. 1-5, která jsou součástí zdravotnických zařízení, jsou charakterizována v kapitole 7.1 a 7.2. Místa odběru patří do skupiny tzv. „základní“ uvedená v bodech **b)** a **c)** v kapitole 9.2.

### **9.3.1 Příprava vzorkovnic a pomůcek k odběrům TUV**

Sada vzorkovnic pro odběr TUV byla poskytnuta Zdravotním ústavem se sídlem v Ústí nad Labem, pracoviště Kolín, kontaktní a odběrové místo hygienických laboratoří. Odběr vzorků TUV byl prováděn ve spolupráci s Krajskou hygienickou stanicí Středočeského kraje se sídlem v Praze, územní pracoviště Kutná Hora za přítomnosti autora této diplomové práce.

Vzorky vody TUV o objemu 500 ml se odebírají do skleněných nádob (**obrázek č. 8**). Vzhledem k tomu, že sklenice jsou používány opakovaně, musí být řádně vmyty, vypláchnuty destilovanou vodou a sterilizovány v autoklávu (parním sterilizátoru) při teplotě  $121^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  po dobu 20 minut.

Ostatní pomůcky potřebné k validnímu odběru jsou: kontaktní teploměr pro měření teploty odebírané teplé užitkové vody, dezinfekční prostředek k dezinfekci sprchových růžic, FOTOMETR HACH pro měření hladiny koncentrace volného chlóru ve vodě a protokol, kde se uvádí místo odběru, datum, čas, naměřená nejvyšší teplota, hodnota volného chlóru a transportní obal (**obrázek č. 8**).

Protokol používaný při odběrech TUV na přítomnost rodu bakterie *Legionella pneumophila* (**příloha č. 1**).



**Obrázek č. 8.** Pomůcky k odběrům vzorků TUV (zdroj: autor).

### **9.3.2 Odběr vzorku vody**

TUV na všech 5 odběrových místech je odebrána ze sprchových růžic v koupelnách pacientů vybraných oddělení.

Postup: sprchová růžice je řádně odezinfikována dezinfekčním prostředkem – t.č. Incidur spray (**obrázek č. 9**).



**Obrázek č. 9.** Dezinfekce sprchové růžice (zdroj: autor).

Po dezinfekci následuje odpuštění TUV po dobu 60 sekund (**obrázek č. 10**) a poté je proveden odběr do skleněné vzorkovnice, která je předem řádně označena číslem odběrového místa, tj. 1-5 (**obrázek č. 11**). Vzorkovnice je po odebrání TUV uzavřena sterilní zátkou.

Označená plná vzorkovnice se ukládá do přepravního boxu, který zabezpečuje ochranu při přepravě vzorků do laboratoře.



**Obrázek č. 10.** Odpuštění TUV před odběrem vzorku (zdroj: autor).



**Obrázek č. 11.** Odběr TUV do vzorkovnice (zdroj: autor).

### 9.3.3 Měření teploty TUV

Teplota TUV je měřena kontaktním digitálním teploměrem pod tekoucí horkou vodou v každém odběrovém místě (**obrázek č. 12**). Výsledná hodnota měření je zaznamenávána do odběrového protokolu.



**Obrázek č. 12.** Měření teploty kontaktním digitálním teploměrem (zdroj: autor).

### 9.3.4 Měření hladiny koncentrace volného chlóru

Hladina koncentrace volného chlóru je měřena v odběrových místech z pitné vody. Pro stanovení hodnoty volného chlóru v pitné vodě se používá FOTOMETR HCHA (**obrázek č. 13 a obrázek č. 14**). Výsledky jsou zaznamenávány do přiloženého protokolu.





**Obrázek č. 13.** FOTOMETR HCHA pro měření koncentrace volného chlóru v pitné vodě (zdroj: autor).



**Obrázek č. 14.** Výsledná hodnota koncentrace volného chlóru v odběrovém místě č. 4 – oddělení MOJIP (zdroj: autor).

### 9.3.5 Transport vzorkovnic do laboratoře

Vzorky jsou transportovány do laboratoře v uzavřeném přepravním boxu, který chrání vzorkovnice před poškozením a kontaminací. K předání do laboratoře dochází vždy v den odběru spolu s vyplněnými protokoly s doplňujícími údaji.

## 9.4 Zpracování vzorků

Zpracování vzorků je prováděno v centru hygienických laboratoří, Hradec Králové.

### Podstata zkoušky všeobecně:

Bakterie rodu *Legionella* ve vzorku vody se zkoncentrují buď metodou membránových filtrů, nebo odstředováním. Zakalené vzorky se mohou odstředit. Aby se omezil růst nežádoucí mikroflóry, upraví se jedna část koncentrovaného vzorku kyselinou a druhá část teplem. Upravený i neupravený zkoušený podíl vzorku se potom naočkuje na povrch selektivního kultivačního média pro organismy rodu *Legionella* a inkubuje se. Vzorky obsahující dostatečný počet buněk legionel se nemusí před kultivací koncentrovat (ČNI, 2002).

Stanovení počtu se provádí po inkubaci, kdy jsou všechny morfologicky charakteristické kolonie vyrostlé na selektivním kultivačním médiu považovány za presumptivní, tj. předpokládané organismy rodu *Legionella* (ČNI, 2002).

Potvrzení příslušnosti presumptivních kolonií rodu *Legionella* se provede na kultivačním médiu. Růst subkultur je považován za potvrzující test (ČNI, 2002).

## 9.5 Hodnocení vzorků

Hodnocení je prováděno během desetidenní inkubace, kdy se naočkovaná média, tj. misky se živnou půdou kontrolují pod mikroskopem nejméně třikrát v intervalech 2 až 4 dnů, protože legionely rostou pomalu a mohou být maskovány růstem jiných organismů. Výsledná hodnota je udávána v jednotkách KTJ/100 ml.

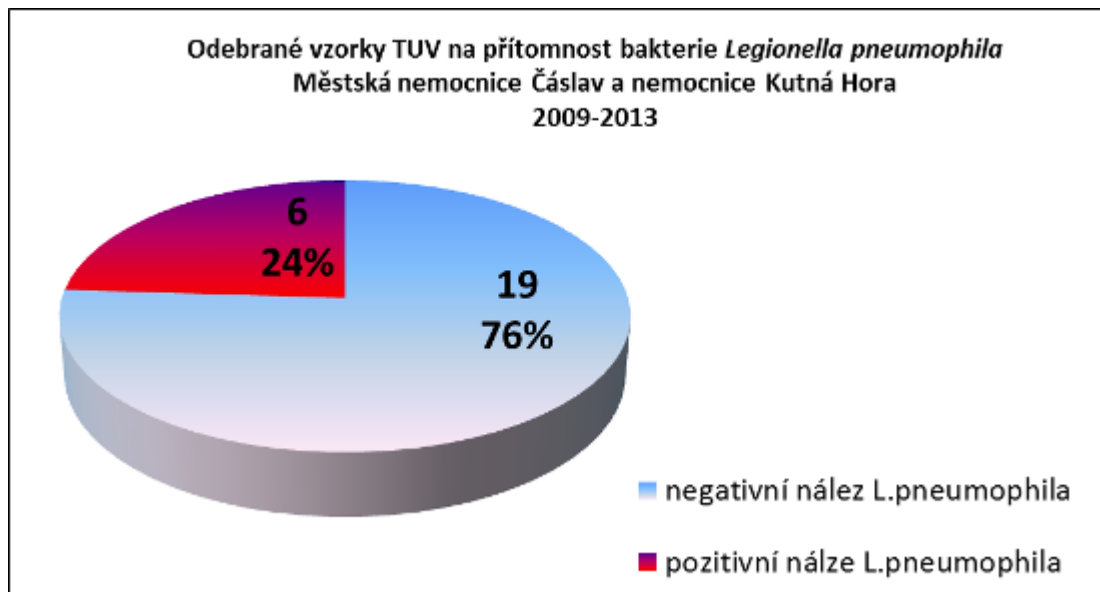
Pozn.: KTJ = kolonie tvořící jednotka (vyhl. č. 252/2004 Sb.).

Přijatelné hodnoty ve vybraných odběrových místech na odděleních zdravotnických zařízeních jsou upraveny vyhl. č. 252/2004 Sb., v platném znění, kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody (**tabulka č. 2**).

## **C. VÝSLEDKY a DISKUZE**

## 10. Výsledky odběrů vzorků TUV na přítomnost bakterie *Legionella pneumophila*

Celkem bylo v období 2009-2013 odebráno v Městské nemocnici Čáslav a v nemocnici Kutná Hora 25 vzorků TUV, v 19 případech nebyla zjištěna přítomnost *L.pneumophila*, 6 vzorků bylo s pozitivním nálezem (obrázek č.15).



**Obrázek č. 15.** Kolonizace teplovodních systémů druhem bakterií *L.pneumophila* v Městské nemocnici Čáslav a nemocnici Kutná Hora.

Graf vyjadřuje procentuální zastoupení výsledků s negativním nálezem, tj. v 76 % a ve 24 %, kdy se jednalo o pozitivní nález na přítomnost *L.pneumophila* v obou sledovaných zařízeních z celkového množství odebraných vzorků.

## 10.1 Výsledky - Městská nemocnice Čáslav

V období 2009-2013 bylo ve zdravotnickém zařízení odebráno 15 vzorků TUV. Zjištěné hodnoty jsou zaznamenány v **tabulkách č. 3 až č. 7**. V jednom případě, a to v roce 2011 byly vzorky odebrány v rámci preventivních opatření, které si nemocnice sama určila. V tomto roce KHS Středočeského kraje TUV neodebírala, tudíž nebyla zjištěna hladina koncentrace volného chlóru ve vodě (**tabulka č. 6**).

**Tabulka č. 3.** Výsledky vzorků TUV v roce 2009 (zdroj: KHS).

odběrové místo	Městská nemocnice Čáslav		
	2009		
	TUV °C	volný chlor mg/l	<i>L.pneumophila</i> KTJ/100 ml
1. odběrové místo - JIP chirurgická	<b>46,6</b>	0,04	<b>4600</b>
2. odběrové místo - JIP interní	<b>54,6</b>	0,04	<b>80</b>
3. odběrové místo - LDN	55,7	0,02	44

**Tabulka č. 4.** Výsledky vzorků TUV v roce 2010 (zdroj: KHS).

odběrové místo	Městská nemocnice Čáslav		
	2010		
	TUV °C	volný chlor mg/l	<i>L.pneumophila</i> KTJ/100 ml
1. odběrové místo - JIP chirurgická	<b>51,9</b>	0,01	0
2. odběrové místo - JIP interní	59,7	0,01	0
3. odběrové místo - LDN	<b>54,7</b>	0,01	0

**Tabulka č. 5.** Výsledky vzorků TUV v roce 2011 (zdroj: KHS).

odběrové místo	Městská nemocnice Čáslav		
	2011		
	TUV °C	volný chlor mg/l	<i>L.pneumophila</i> KTJ/100 ml
1. odběrové místo - JIP chirurgická	44,8	0	1600
2. odběrové místo - JIP interní	50,0	0	200
3. odběrové místo - LDN	44,7	0	400

**Tabulka č. 6.** Výsledky vzorků TUV v roce 2012 (zdroj: KHS).

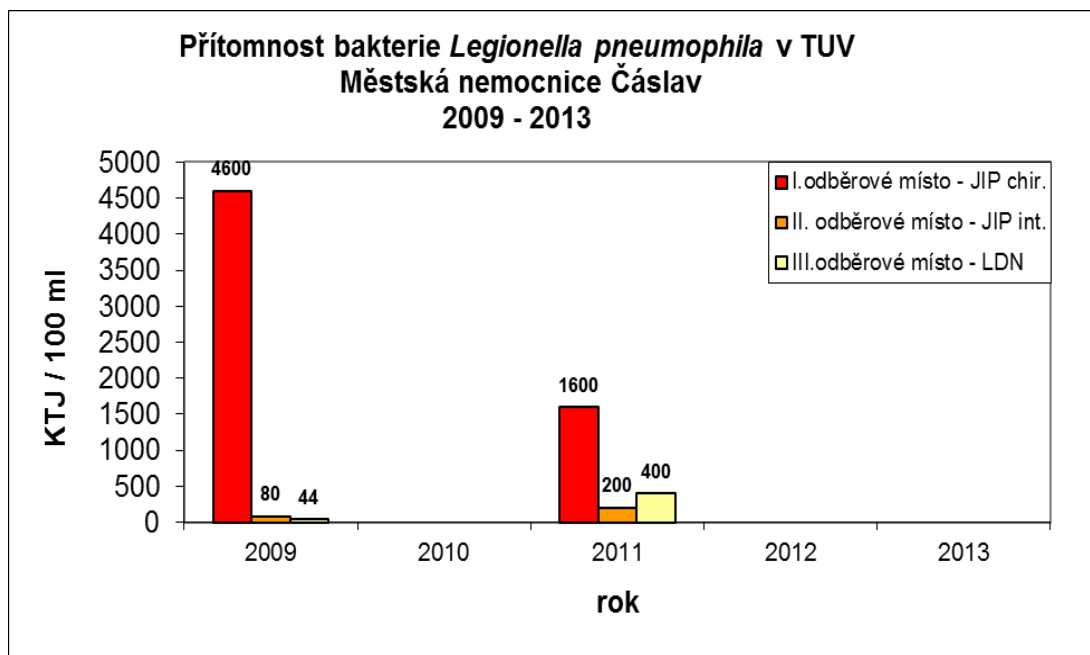
odběrové místo	Městská nemocnice Čáslav		
	2012		
	TUV °C	volný chlor mg/l	<i>L.pneumophila</i> KTJ/100 ml
1. odběrové místo - JIP chirurgická	53,0	XXX	0
2. odběrové místo - JIP interní	54,3	XXX	0
3. odběrové místo - LDN	58,0	XXX	0

**Tabulka č. 7.** Výsledky vzorků TUV v roce 2013 (zdroj: KHS).

odběrové místo	Městská nemocnice Čáslav		
	2013		
	TUV °C	volný chlor mg/l	<i>L.pneumophila</i> KTJ/100 ml
1. odběrové místo - JIP chirurgická	52,5	0,05	0
2. odběrové místo - JIP interní	67,9	0,05	0
3. odběrové místo - LDN	55,0	0,02	0

Ve vybraném období byla přítomnost bakterií zjištěna v roce 2009 a 2011 (obrázek č. 16). V těchto letech došlo k překročení nejvyšší mezní hodnoty a mezní hodnoty udávající legislativou platnou pro Českou republiku.

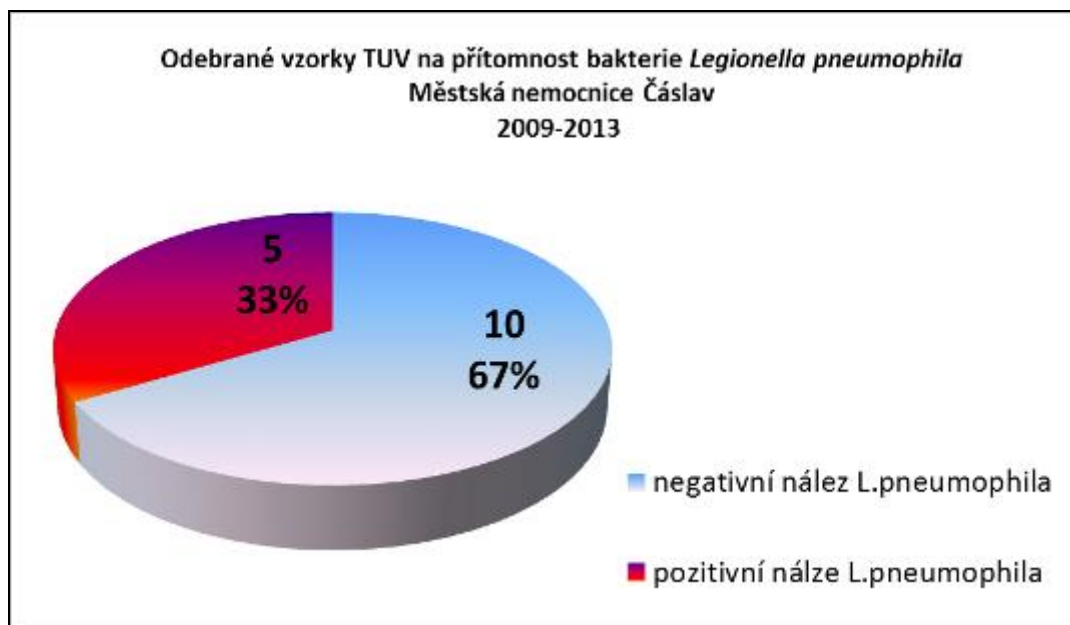
Z 15 odebraných vzorků byla přítomna bakterie *L.pneumophila* v 5 případech, tj. 33 %. Negativní nález byl ve zbývajících 10 vzorcích, tj. 67 % (obrázek č. 17).



**Obrázek č. 16.** Kolonizace teplovodních systémů druhem bakterií *L.pneumophila* v letech 2009-2013 v MN Čáslav.

V grafu je znázorněna přítomnost *L.pneumophila* v roce 2009 a 2011. Nejvyšší hodnota byla naměřena v odběrovém místě I. – chirurgická JIP, kde došlo k několikanásobnému překročení s výslednou laboratorní hodnotou – 4600 a 1600 KTJ/100 ml. Ve II. odběrovém místě – interní JIP byla zaznamenána také kolonizace bakterií *L.pneumophila*. Naměřené hodnoty byly překročeny o desítky až stovky, než je limit udávaný příslušnou legislativou. Ve III. odběrovém místě – LDN, byla překročena hodnota pouze v roce 2011, a to o 300 KTJ/100 ml, než je povolený limit pro odebíranou oblast.



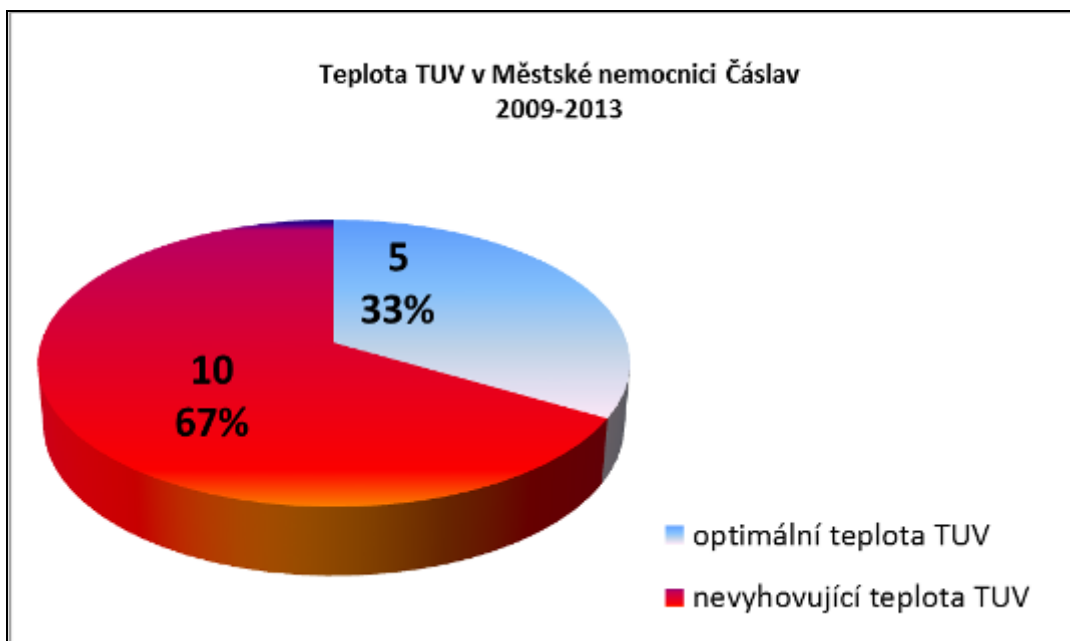


**Obrázek č. 17.** Kolonizace teplovodních systémů druhem bakterií *L.pneumophila* odebraných vzorků TUV v Městské nemocnici Čáslav.

Graf vypovídá o procentuálním zastoupení odebraných vzorků v teplovodním systému zdravotnického zařízení v Čáslavi. V 67 % se jednalo o negativní nález a v 33 % byly naměřené hodnoty překročeny, než udává stávající legislativa.

Hodnoty, které byly překročeny v roce 2009 v odběrovém místě I. (chirurgická JIP) a II. (interní JIP), souvisely s naměřenou teplotou TUV nepřesahující 55°C (**tabulka č. 3**). V roce 2011, kdy se jednalo o překročení limitu ve všech třech odebíraných místech (chirurgická JIP, interní JIP a LDN), teplota vody nepřesáhla hranici 50°C. Zároveň byla zaznamenána nulová hodnota volného chlóru (**tabulka č. 5**).

Ve zbývajících letech nebyla zjištěna přítomnost *L.pneumophila* ve vodovodním řadu zdravotnického zařízení. Teplota TUV byla ve sledované období v 67 % vyhodnocena jako nedostačující, tj. podlimitní, než stanoví příslušný prováděcí předpis (**obrázek č. 18**).



**Obrázek č. 18.** Procentuální zastoupení maximální naměřené teploty TUV v Městské nemocnici Čáslav, 2009-2013.

Z grafu je zřejmé, že v průběhu prováděné studie byla v 67 % naměřena nižší maximální dosažená teplota TUV, než udává stávající legislativa pro tuto oblast. Pouze v 5 případech, tj. ve 33 % byla teplota vody stanovena jako vyhovující.

## 10.2 Výsledky – nemocnice Kutná Hora

Ve zdravotnickém zařízení bylo ve sledovaném období odebráno 10 vzorků TUV. Výsledky s naměřenými hodnotami jsou uvedené v **tabulkách č. 8 až č. 12**. V roce 2009 byly zajištěny kontrolní odběry nemocnicí, proto nebyla zjištěna hladina koncentrace volného chlóru (**tabulka č. 8**). V ostatních případech byly vzorky odebírány KHS Středočeského kraje.

**Tabulka č. 8.** Výsledky vzorků TUV v roce 2009 (zdroj: KHS).

odběrové místo	nemocnice Kutná Hora		
	2009		
	TUV °C	volný chlor mg/l	<i>L.pneumophila</i> KTJ/100 ml
4. odběrové místo - MOJIP	58,0	XXX	0
5. odběrové místo - LDN I.	59,5	XXX	0

**Tabulka č. 9.** Výsledky vzorků TUV v roce 2010 (zdroj: KHS).

odběrové místo	nemocnice Kutná Hora		
	2010		
	TUV °C	volný chlor mg/l	<i>L.pneumophila</i> KTJ/100 ml
4. odběrové místo - MOJIP	57,0	0,05	0
5. odběrové místo - LDN I.	57,0	0,05	0

**Tabulka č. 10.** Výsledky vzorků TUV v roce 2011 (zdroj: KHS).

odběrové místo	nemocnice Kutná Hora		
	2011		
	TUV °C	volný chlor mg/l	<i>L.pneumophila</i> KTJ/100 ml
4. odběrové místo - MOJIP	66,6	0,02	0
5. odběrové místo - LDN I.	68,5	0,1	0

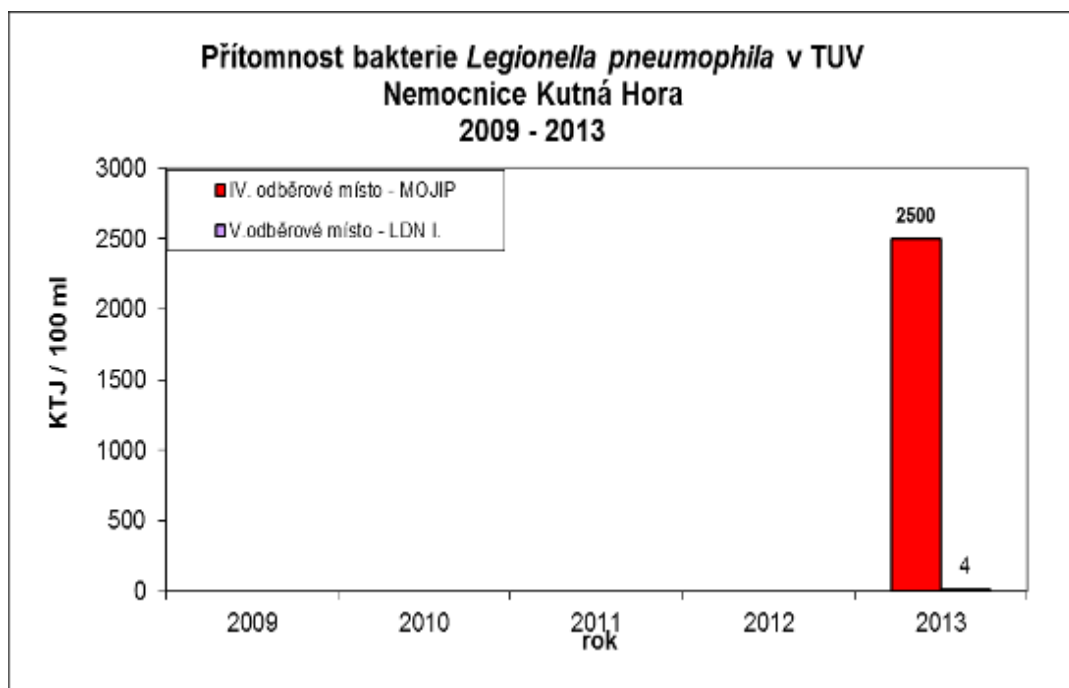
**Tabulka č. 11.** Výsledky vzorků TUV v roce 2012 (zdroj: KHS).

odběrové místo	nemocnice Kutná Hora		
	2012		
	TUV °C	volný chlor mg/l	<i>L.pneumophila</i> KTJ/100 ml
4. odběrové místo - MOJIP	65,0	0,05	0
5. odběrové místo - LDN I.	60,0	0,15	0

**Tabulka č. 12.** Výsledky vzorků TUV v roce 2013 (zdroj: KHS).

odběrové místo	nemocnice Kutná Hora		
	2013		
	TUV °C	volný chlor mg/l	<i>L.pneumophila</i> KTJ/100 ml
4. odběrové místo - MOJIP	65,2	0,11	<b>2500</b>
5. odběrové místo - LDN I.	56,3	0,4	4

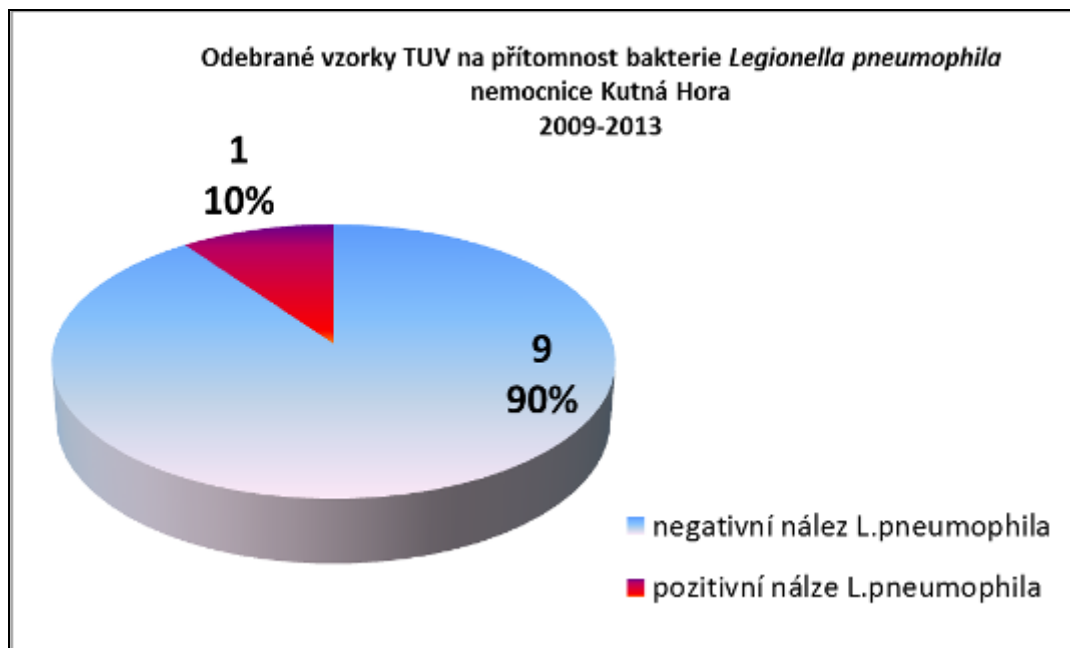
Z 10 vzorků byl pozitivní výsledek na přítomnost *L.pneumophila* pouze jedenkrát, a to ve IV. odběrovém místě (MOJIP) v roce 2013 (**obrázek č. 19**). Vyjádřeno v procentech (**obrázek č. 20**). Zbývající vzorky byly hodnoceny jako vyhovující. Maximální naměřená teplota TUV v místě odběrů byla vždy vyhovující, tj. ve 100 % a nikdy nebyl zaznamenán pokles pod hodnoty doporučené legislativou (**tabulka č. 8 až č. 12**).



**Obrázek č. 19.** Přítomnost bakterie *L.pneumophila* v letech 2009-2013.

Z grafu vyplývá, že k překročení hodnot došlo pouze v roce 2013 ve IV. odběrovém místě – MOJIP, a to o 2500 KTJ/100 ml, než stanoví příslušný prováděcí předpis. V ostatních letech nebyla kolonizace v teplovodním systému příslušného zdravotnického zařízení zaznamenána. Tento fakt souvisí s naměřenými teplotami

TUV, kdy při teplotě přesahující 55°C není *L.pneumophila* zaznamenávána. Výjimka je pouze v roce 2013, kdy došlo k poruše technického rázu na teplovodním systému zdravotnického zařízení. Viz kapitola „Diskuze“.



**Obrázek č. 20.** Kolonizace teplovodních systémů druhem bakterií *L.pneumophila* odebraných vzorků TUV v nemocnici Kutná Hora.

Z grafu je patrné, že z 10 odebraných vzorků nemocnice Kutná Hora se jednalo v 90 % o negativní nález bakterie *L.pneumophila* v teplovodním systému. V 1 odebraném vzorku, tj. v 10 % byla překročena nejvyšší mezní hodnota ve sledovaném zařízení.

## 11. Diskuze

Jak je zmíněno již v úvodu této práce a především v její „teoretické části“, problematika výskytu legionel v teplovodních vodovodních systémech je považována za velmi aktuální a možno konstatovat, že i poměrně závažnou. Kolonizace vodovodních systémů legionelou je z dostupných údajů celosvětovým problémem.

Petrová (2012) uvádí, že rozsáhlé vyšetřování klinických enviromentálních vzorků bylo v České republice zahájeno až po velké nozokomiální epidemii v pražském IKEM (Institut klinické a experimentální medicíny) v roce 1998. Z přehledu výsledků mikrobiologických vyšetření provedených NRL (Národní referenční laboratoř) pro legionely v České republice v letech 1998-2008 je zřejmé, že 71 % vyšetřených hotelů, 69 % lázeňských hotelů, **89 % nemocnic** a 77 % chladících věží bylo kolonizováno legionelami, přičemž dominoval výskyt *L. pneumophila*, jako saprofytický druh dominovaly *L. spiritensis* a *L. rubrilucens*. Obdobná studie byla prováděna v Katalánsku (severovýchod Španělska), která prokázala kolonizaci teplovodních systémů bakterií *L. pneumophila* v **85 % testovaných nemocnic** (Nunez et al. 2007). Studií probíhající ve Francii ve zdravotnických zařízeních byla prokázána mj. přímá souvislost s výskytem rodu *Legionella anisa* současně s *L. pneumophila*. *Legionella anisa* je bakterie, která způsobuje převážně Pontiackou horečku a je důležitým indikátorem znečištění vody *L. pneumophila* (Mee-Marquet et al. 2006). Yaslianifard et al. (2012) zmiňuje problematiku legionel ve městě Teherán. Odběry TUV zde byly prováděny cíleně na odděleních JIP. V 7 nemocnicích bylo odebráno 52 vzorků, přičemž osídlení *L. pneumophila* bylo zjištěno až v **96 %**.

Poznatky získané z literární rešerše lze považovat za významné z hlediska výskytu legionel v teplovodním systému. Teorie popsaná ve výše zmiňovaných kapitolách se uplatňuje i v praxi, což je doloženo zpracovanými odebranými vzorky z vybraných zařízení a jejich vyhodnocením dle platných závazných norem pro tuto oblast. Výsledky získané studií ve vybraných nemocnicích lze považovat za validní a zároveň korelující s výsledky studií proběhlé po roce 1998 jak zmiňuje ve svých materiálech Petrová. Kolonizace legionelami v nemocnicích je a bude. Již Šašek (2000) zmiňuje ve svých materiálech problematiku eliminace legionel z distribuční

sítě pitné vody. Uplatňuje zde názor, že úplná eliminace legionel z vodovodního systému není možná. Je tomu jak z biologických tak technických důvodů. Maximum, čeho lze dosáhnout je jejich redukce na přijatelnou úroveň, a to ještě jen krátkodobě. Dlouhodobější efekt vykáže kontinuální eradikace založená především na tepelné, chemické, popř. nejlépe kombinované dezinfekci.

Dle citovaných autorů se tepelná dezinfekce ukazuje stále jako jedna z nejlepších metod, která je pro nemocnice dostupná a účinná. Teplota je jedním z hlavních faktorů, která ovlivňuje přežívání a virulenci legionel (Mauchline et al. 1994). Důkazem je tomu nemocnice Kutná Hora, kdy v 100 % byla vyhovující teplota, která neklesla pod doporučenou hranici 55°C. Kolonizace vodovodní sítě v objektu byla zaznamenána pouze 1x v roce 2013. Dle vyjádření nemocnice tomu bylo zapříčiněno poruchou na rozvodu vodovodního potrubí, kde byl nainstalován směšovací ventil, který nepropouštěl do nemocničního vodovodního systému teplou vodu nad 50°C, a tím nebyla do systému vypouštěna voda o potřebné teplotě 70°C. Eliminace v tomto zařízení je dána pravidelnou termodezinfekcí prováděnou každé pondělí, kdy dochází k přehřívání TUV ve výměňkové stanici na 80°C. Do celého systému je následně vpouštěna voda s teplotou ne nižší než je doporučená hodnota 55°C.

Dalším důkazem, jak důležitá je konstantní teplota ve vodovodním systému, je studie probíhající v nemocnici Čáslav. Z výsledků vyplývá, že v 67 % (tj. 5 vzorků) byla naměřena teplota menší, než je doporučeno vyhl. č. 252/2004 Sb., v platném znění. „Teplota teplé vody po odtočení by neměla klesnout pod 50°C (optimálně by měla být nad 55 °C)“. Přičemž ve 4 případech byla teplota nižší než 45°C. V 33 % byl zaznamenán výskyt bakterie *L.pneumophila*. Jako další problém při provádění studii byl zaznamenán kolísavý tlak v odběrových místech. Jednalo se především o odběrové místo č. 1 a č. 3. Nestálý tlak i teplotu TUV v těchto bodech lze opodstatnit tím, že se jedná o nejvzdálenější místa v areálu nemocnice. Voda z výpustníkové stanice musí překonat velkou vzdálenost, než dojde k vyrovnání v koncové části vodovodního systému. Zjištěné skutečnosti potvrzují citovanou teorii uvedenou v literární rešerši, kde z jedním hlavních faktorů podporující růst a množení legionel v distribuční síti, je optimální teplota v rozmezí 20-45°C a nízký tlak vody (Šašek, 2000).

Drašar (KHS Moravskoslezského kraje), NRL pro legionely ve svých interních nepublikovaných materiálech doporučuje vodu v zásobnících zahřát na 75-85°C a koncovky v doporučených intervalech propláchnout po dobu minimálně 15 minut. Neoptimálnější doba je sice 30 minut, ale ve většině zařízení nelze z technických důvodů tento limit dodržet. Negativním důsledkem pravidelného přehřívání může být tvorba kotelního kamene, kterým hrozí snižováním průtoku potrubí, a riziko opaření. Celou akci je vždy nutno připravit a koncové výtokové části opatřit vyvěšením varovných tabulek.

Vybraná zdravotnická zařízení provádějí příslušná preventivní opatření na bázi termodezinfekce. Dle zjištěných údajů z obou zařízení se tato metoda uplatňuje v pravidelné frekvenci. V kutnohorské nemocnici se provádí každé pondělí, kdy teplota v koncových částech neklesla za sledované období pod 58°C. Výtokové části jsou opatřeny výstražnými tabulkami (**obrázek č. 21**).



**Obrázek č. 21.** Výstražná tabulka (zdroj: autor).

V nemocnici Čáslav se aplikovala termodezinfekce 1x měsíčně. Mimo jiné se v zařízení využívala metoda chemické dezinfekce, kdy se přímo do vodovodního systému aplikoval dezinfekční přípravek s obsahem oxidu chloričitého pod názvem DUOZON. Voda s obsahem dezinfekčního prostředku procházela nejprve solárními kolektory k předehřátí vody a poté následoval dohřev TUV ve výměňkové stanici. Po analýze výsledků získaných za sledované období nemocnice vyměnili



dezinfekční prostředek. Od roku 2012 se využívá VANTOCILIN na bázi chlóru a jeho aplikace se provádí přímo do cirkulačního systému. Neprochází tudíž akumulacími nádržemi pro solární dohřev vody. Kombinace termodezinfekce a chemické dezinfekce vody dle již výše uvedeného autora (Šašek, 2000) je zde praktickým důkazem vedoucí ke snížení výskytu legionel v distribuční síti, neboť od roku 2012 nebyl zaznamenán záchyt *L.pneumophila* v TUV v čáslavské nemocnici.

Uskutečněnou celoplošnou studií na Taiwanu v 16 nemocnicích byla zjištěna mj. souvislost výskytu *L.pneumophila* s obsahem minerálních látek v odebrané vodě. Výsledkem je, že koncentrace volného chlóru, mědi a zinku nemá významný vliv na přítomnost legionel ve vodovodním systému. Naopak zvýšená koncentrace železa, znamenala významně nižší výskyt této bakterie v odebrané vodě, což naznačuje, že vyšší koncentrace železa by omezovala růst a množení legionel v distribuční síti (Pe-Yi et al. 2008).

Mezi navrhovaná opatření, vedoucí k minimalizaci rozvoje legionel v distribuční síti je možné zařadit následující:

a) Možnost regulace distribučního systému pitné vody:

- regulace systému v teplotě, tlaku a průtoku, kde je cílem zajistit konstantní tlak a vyhovující teplotu v celém rozvodovém systému,
- minimalizovat teplotní rozdíl TUV na začátku distribuční sítě a jejím výstupu v koncových částech.

b) Monitorace teplotního režimu:

- teplota vody v rozvodovém systému by měla mít minimální hodnotu 50°C, optimálně pak 55°C po odtočení po dobu 1 minuty,
- voda vystupující z nahřívací výměňkové stanice by měla mít teplotu minimálně 60°C, aby byla zajištěna žádoucí teplota vody na jejím výstupu z teplovodního systému.

c) Technické požadavky:

- odpojení, opravení slepých, popř. málo využívaných částí potrubí,
- periodické zvyšování teploty TUV na minimální hodnotu 70°C, tj. využití termodezinfekce,
- aplikace jiné metody dezinfekce, např. chemická dezinfekce,
- kontrola směšovacích ventilů.

d) Údržba a sanitace:

- dodržování provozního řádu,
- odkalování zásobníků a rozvodového potrubí.

## ***D. ZÁVĚR***

## 12. Závěr

Diplomová práce je zaměřena na výskyt bakterie *Legionella pneumophila* ve vybraných odděleních nemocnic Kutná Hora a Čáslav. Nemocnice, které byly pro studii vybrány se nacházejí na území Středočeského kraje.

Prvním cílem bylo charakterizovat rod *Legionella*. Tomuto tématu je věnována část v literární rešerši teoretické části. Druhým cílem bylo popsat výskyt legionel ve zdravotnických zařízeních a popsat vybraná zařízení. Výskytu legionel je věnována dílčí část literární rešerše. Popis zdravotnických zařízení, kde studie probíhala, je uveden v kapitole „Metodika“. Hlavní cíl je v kapitole „Diskuse“ a „Výsledky“. Jedná se o vyhodnocení výskytu bakterie *Legionella pneumophila* ve vybraných zdravotnických zařízeních v období 2009-2013.

Kvalita teplé užitkové vody ve zdravotnických zařízeních se řídí platnými právními předpisy. Stěžejní právní normou je vyhl. č. 252/2004 Sb., v platném znění, kde jsou uvedeny povolené limity pro přítomnost *L.pneumophila*. Základní jednotka vyjadřující nejvyšší mezní hodnotu a mezní hodnotu přítomnosti *L.pneumophilla* je uváděna jako KTJ/100 ml.

Z provedené studie a jejich výsledků vyplývá následující:

Studii probíhající v Městské nemocnici Čáslav (odběrová místa - JIP chirurgického oddělení, JIP interního oddělení a oddělení LDN - přízemí) a v Oblastní nemocnici Kolín, a.s. Nemocnice Kutná Hora, nemocnice Středočeského kraje (odběrová místa - oddělení MOJIP a LDN I.) v období 2009-2013 ve spolupráci s Krajskou hygienickou stanicí Středočeského kraje, územní pracoviště Kutná Hora byla zjištěna přítomnost kolonizace legionelami TUV vodovodního systému nemocnic. Z pětiletého období byla přítomnost *L.pneumophila* zaznamenána celkem ve třech letech. Odebráno bylo celkem 25 vzorků, z toho 6 vzorků bylo pozitivních na přítomnost *L.pneumophila*. Jednalo se o překročení NMH a MH udávané platnou vyhláškou. Počty kolonií zjištěné ve vybraných vzorcích vody mohou způsobovat závažné nozokomiální infekce, které vznikají při hospitalizaci pacientů na inkriminovaných odděleních. Teplota vody byla vyhovující celkem v 15 případech, tzn. že přesahovala hranici 55°C. U 10 vzorků byla naměřená teplota pod doporučenou hranicí 55°C, z toho 5x byla podlimitní, tj. pod 50°C.

Výsledkem je, že kvalita teplé užitkové vody v nemocnicích bývá ovlivněna ve většině případů teplotou vody, kolísáním tlaku vody a přítomností dezinfekčního prostředku ve vodovodním teplovodním systému. V reálu je toto zapříčiněno množstvím cirkulující vody ve vodovodním systému, množstvím odtoku vody, četností odběrů vody, zvolením odběrového místa v termální části rozvodu TUV, ale také selháváním lidského faktoru.

Z praktického hlediska není možno vždy zajistit optimální teplotu vody, která by bránila množení legionel a jejich výskytu v TUV. V legislativě je doporučená teplota vody ve výtokové části až 55°C, ale ani tato hranice není schopna úplnou eliminaci legionel zajistit. I při teplotě vyšší 55°C v koncové části rozvodového systému byla přítomnost *L.pneumophila* prokázána. Naopak při teplotě nižší 55°C nebyla *L.pneumophila* v odebraných vzorcích zaznamenána. Využití termodezinfekce, tj. zajištění vyšší teploty a aplikace dezinfekčního prostředku se ukázala jako jedna z neúčinnějších metod v prevenci proti kolonizaci vodovodního řadu bakteriemi rodu *Legionella*.

Obecně lze doporučit pravidelné sledování teploty TUV v rozvodovém systému a jejich termálních částech, navýšit frekvenci termodezinfekce, pravidelnou kontrolu aplikace a využívání chemické dezinfekce, zajistit správný chod rozvodu TUV, popř. provádět čtenější rozborů TUV na přítomnost *L.pneumophila*. Na základě výsledků rozborů TUV upravit preventivní opatření. Z protiepidemického hlediska lze navrhnout opatření v době výskytu bakterií rodu *Legionella* v podobě zákazu sprchování pacientů na inkriminovaném oddělení jako prevence před výskytem nozokomiálních nákaz.

Z výsledků dále vyplývá nutnost pochopení podmínek zajišťující výskyt a množení legionel ve vodovodních systémech a jejich celkovou ekologii, napomáhající v rozvoji nových metod, které budou minimalizovat nebo eliminovat riziko vystavení člověka potencionálně patogennímu mikroorganismu *L.pneumophilla*. V České republice stávající legislativa určuje doporučenou teplotu vody, ale není zde řešena frekvence a četnost prováděných kontrolních odběrů TUV na přítomnost legionel ve vodovodních systémech.

Poznatky získané v průběhu prováděné studie a vypracování diplomové práce budou podkladem pro studii, jejímž cílem bude zjištění kolonizace legionelami

v TUV v nemocnicích Středočeského kraje. Výsledky budou prezentovány v zainteresovaných nemocnicích s následnou spoluprací v navrhování preventivních opatření v rámci zajištění eliminace legionel v rozvodovém systému pitné vody a zajištění bezpečného provozu.

## Seznam použité literatury

- Antonic B., Grujic R. et Antonic D., 2011:** Applied technology and the duality of drinking water. *Quality of life* 2: 90-100.
- Bartram J., Chartier Y., Lee J.V., Pond K., Surman-Lee S., 2007:** Legionella and the prevention of legionellosis. World Health Organization, Geneva: 276.
- Bednář M., Fraňková V., Schindler J., Souček A., Vávra J., 1996:** Lékařská mikrobiologie: bakteriologie, virologie, parazitologie. Marvil, Praha: 558.
- Biela R. et Šopíková L., 2013:** Netradiční metody dezinfekce pitné vody. Vysoké učení technické, Brno, online: <http://voda.tzb-info.cz/vlastnosti-a-zdroje-vody/9769-netradicni-metody-dezinfekce-pitne-vody>, cit. 19.10.2013.
- Buse Y.H., Schopen E.M. et Ashbolt J.N., 2012:** Legionellae in engineered systems and use of quantitative microbial risk assessment to predict exposure. *Water Research* 46: 921-933.
- Carabeț A., Mirel I., Florescu C., Staniloiu C., Gîrbaciu A., Olaru I., 2011:** Drinking water quality in water-supply network. *Environmental Engineering and Management Journal* 10/11: 1659-1665.
- Čelko A. M., 1998:** Legionelóza. In: Provazník K. [ed.]: *Manuál prevence v lékařské praxi*. Fortuna, Praha: 426.
- Damohorský M., 2007:** *Právo životního prostředí*. C.H.Beck, Praha: 614.
- Devos L., Boon N. et Verstraete W., 2005:** *Legionella pneumophila* in the environment: the occurrence of a fastidious bacterium in oligotrophic conditions. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology* 4: 61-74.
- Drašar V., 1999:** Metodický pokyn Národní referenční laboratoře pro legionely.
- Drašar V.,** KHS Moravskoslezského kraje, Národní referenční laboratoř pro legionely. Nepublikováno, KHS Moravskoslezského kraje se sídlem v Ostravě.
- ECDC, 2012:** European Legionnaires' Disease Surveillance Network (ELDSNet). European Centre for Disease Prevention and Control, Stockholm: 23.
- EU, 2005:** European Guidelines for Control and Prevention of Travel Associated Legionnaires' Disease. European Commission: 82.
- Göpfertová D., Pazdiora P., Dáňová J., 2002a:** *Epidemiologie infekčních nemocí*. Karolinum, Praha: 221.
- Göpfertová D., Janovská D., Dohnal K., Melicharčíková V., 2002b:** *Mikrobiologie, Imunologie, Epidemiologie, Hygiena*. Triton, Praha: 143.

- Havlík J., Göpfertová D., Marešová V., Roháčová H., Vaništa J., 1998:** Infekční nemoci: příručka pro praktické lékaře. Galén, Praha: 221.
- Hilbi H., Jarraud S., Hartland E., Buchrieser C., 2010:** Update on Legionnaires' disease: pathogenesis, epidemiology, detection and control. *Mol Microbiol* 76: 1-11.
- Chang C.-W. et Chou F.-C., 2011:** Methodologies for quantifying culturable, viable, and total *Legionella pneumophila* in indoor air. *Indoor Air* 21: 291–299.
- Khaydarov R.A., Khaydarov R.R., Olsen R.L., Rogers S.E., 2004:** Operational Paper water disinfection using electroiytically generated siiver, copper and gold ions. Disinfection using silver, copper and gold ions. *Journal of water Supply: Research and Technology—AQUA* 53: 567-572.
- KHS Středočeského kraje, 2005:** Provozní řád pro rozvod TUV v areálu nemocnice Kutná Hora. Dep.: KHS Středočeského kraje, Územní pracoviště Kutná Hora.
- KHS Středočeského kraje, 2002:** Provozní řád pro ohřev a rozvody TUV, Městská nemocnice Čáslav. Dep.: KHS Středočeského kraje, Územní pracoviště Kutná Hora.
- Kopřiva M., 1998:** *Legionella pneumophila*. Technické vydavatelství Praha, Praha: 16 s.
- Kusnetsov J., Neuvonen L.K., Korpio T., Uldum S., Metnula S., Putus T., Minh N.N.T., Martimo K.P., 2010:** Two Legionnaires' disease cases associated with industrial waste water treatment plants: a case report. *BMC Infectious Diseases* 10: 1-8.
- Lee J.V. et West A.A., 1991:** Survival and growth of *Legionella species* in the environment. *Society for Applied Bacteriology Symposium Series* 20: 121-129.
- Mauchline SW, Brian JW, Fitzgeorge RB, Dennis JP, Keevil WC, 1994:** Growth Temperature Reversibly Modulates the Virulence of *Legionella Pneumophila*. *Infection and Immunity* 62/7: 2995–2997.
- Mee-Marquet N., Domelier A.S., Arnaut L., Bloc D., Laudat P., Hartmann P., Quentin R., 2006:** *Legionella anisa*, a Possible Indicator of Water Contamination by *Legionella pneumophila*. *Journal of Clinical Mikrobiology* 44/1: 56-59.
- Nunez, M.G., Sopen, N., Ragul, S., Pedro-Botet, M.L., Morera, J., Sabria, M., 2007:** Persistence of *Legionella* in hospital water supplies and nosocomial Legionnaires' diseas. *FEMS Immunology & Medical Mikrobiology* 52:202-206.
- Petrová M., 2012:** Jaké je v České republice riziko onemocnění legionelózou. *Praktický lékař* 92: 209-2013.



- Pei-Yi Y., Yusen Eason L., Wei-Ru L., Hsiu-Yun S., Yin-Ching Ch., Ren-Jy B., Wen-Kuei H., Yao-Shen Ch., Yung-Ching L., Feng-Yee Ch., Muh-Yong Y., Ching-Chuan L., Wen-Chien K., Hsi-Hsun L., Zhi-Yuan S., 2008:** The high prevalence of *Legionella pneumophila* contamination in hospital potable water systems in Taiwan: implications for hospital infection control in Asia. *International Journal of Infectious Diseases* 12: 416-420.
- Pond K., 2005:** *Water Recreation and Disease*. World Health Organization, Geneva: 260.
- Řihová Ambrožová J., 2009:** Zajištění zdravotně nezávadné a bezpečné pitné vody v distribuční síti. *Chemické listy* 103: 1041-1046.
- Schindler J., 2010:** *Mikrobiologie*. Grada, Praha: 224.
- Stout J. E. et Yu V.L., 2012:** Environmental culturing for Legionella: Can we build a Berger mouse trap. *American Journal of Infection Control* 108: 341-343.
- Stranks J., 2008:** *A-Z of the environment: covering the scientific, economic, and legal issues facing all types of organisation*. Thorogood Pub., London: 480.
- Šašek J., 1998:** Minimum o legionelách: Zpravodaj – Ústředí systému monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ve vztahu k životnímu prostředí 5/4: 1-6.
- Šašek J., 2000:** Možnosti odstranění legionel z distribuční sítě pitné vody. *Vytápění, větrání, instalace* 10/5: 25-34.
- Šašek J., 2001:** Eliminace legionel z distribuční sítě pitné vody – technické aspekty. *Vytápění, větrání, instalace* 11/1: 15-20.
- Šašek J., 2013:** Použití UV záření pro dezinfekci pitné vody. *Vytápění, větrání, instalace* 22/1: 17-20.
- Šašek J. et Kožíšek F., 2004:** Metodické doporučení Státního zdravotního ústavu – Odborné skupiny hygieny vody ke kontrole jakosti teplé vody (zvláště s ohledem na riziko přítomnosti legionel) podle § 3 odst. 3 zákona č. 258/2000 Sb. v platném znění. Státní zdravotní ústav, Praha, online:  
<http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/voda/pdf/tuv.pdf>, cit. 25.10.2013.
- Šrámová H., Benešová V., Melicharčíková V., Pazdiora E., Polanecký V., Toriová V., 2001:** *Nozokomiální nákazy II*. Maxdorf, Praha: 298.
- Štěpánek M., Bernátková V., Červenka R., Havlík B., Jiřík V., Mašínová L., Pokorný J., Simon K., Zdražil J., 1979:** *Hygienický význam životních dějů ve vodách*. Avicenum, Praha: 588.
- Vokurka M. et Hugo J., 2005:** *Velký lékařský slovník*. Maxdorf, Praha: 1001.

**WHO, 1996:** Guidelines for Drinking-water Quality – 2<sup>nd</sup> ed. World Health Organization, Geneva: 94.

**WHO, 2004:** Guidelines for Drinking-water Quality – 4<sup>th</sup> ed. World Health Organization, Geneva: 564.

**WHO, 2012:** Public health and environment. World Health Organization: online: <http://www.who.int/gho/phe/en/index.html>, cit. 22.7.2013.

**Yaslianifard S., Mohabati Mobarez A., Fatolahzadeh B., Mehdi Feizabadi M., 2012:** Colonization of hospital water systems by *Legionella pneumophila*, *Pseudomonas aeruginosa*, and *Acinetobacter* in ICU wards of Tehran hospital. Indian Journal of Pathology and Microbiology 55/3: 352-356.

**Zhang Z. et al., 2009:** *Legionella* control by chlorine dioxide in hospital water systems. Journal AWWA 101: 117-126.

#### **Legislativa:**

**ČSN ISO 11731 (757881)** – Jakost vod – Stanovení bakterií rodu *Legionella*. Praha: ČNI, 2002.

**ČSN ISO 11731-2 (757881)** – Jakost vod – Stanovení bakterií rodu *Legionella* – Část 2: Metoda přímé membránové filtrace pro vody s malým počtem bakterií. Praha: ČNI, 2005.

**Vyhláška č. 252/2004 Sb.,** kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody

**Vyhláška č. 473/2008 Sb.,** o systému epidemiologické bdělosti pro vybrané infekce.

**Zákon č. 254/2001 Sb.,** o vodách a o změně některých zákonů v platném znění (vodní zákon).

**Zákon č. 258/2000 Sb.,** o ochraně veřejného zdraví v platném znění.

#### **Internetové zdroje:**

**Středočeský kraj, 2013:** online: <http://spravnimapa.topograf.cz/stredocesky-kraj>, cit. 18.10.2013.

**Městský úřad Čáslav, 2013:** online: <http://www.meucaslav.cz/turista/mesto-caslav/>, cit. 20.10.2013.

**Městská nemocnice Čáslav, 2013:**

<http://www.nemcaslav.cz/view.php?cislocianku=2007090007>, cit. 20.10.2013.

**Městský úřad Kutná Hora, 2013:** online: <http://www.kutnahora.cz/>, cit: 21.10.2013.

**Oblastní nemocnice Kolín, a.s., nemocnice Středočeského kraje, nemocnice Kutná Hora, 2013:** online: <http://www.nemocnicekutnahora.cz/>, cit: 23.10.2013.

**Dezinfekce cz, 2013:** online: <http://www.e-dezinfekce.cz/legionela/>, cit. 12.10.2013.

**Legionella pneumophila, 2013:** online: <http://legionella.cz/>, cit.: 15.10.2013.

**Wikipedie cz, 2013:** online: <http://cs.wikipedia.org/wiki/%C4%8C%C3%A1slav>; [http://cs.wikipedia.org/wiki/Kutn%C3%A1\\_Hora](http://cs.wikipedia.org/wiki/Kutn%C3%A1_Hora), cit: 10.11.2013.

**Mapy cz, 2013:**

[http://www.mapy.cz/#!x=15.402288&y=49.904273&z=15&t=s&q=%25C4%258D%25C3%25A1slav&qp=13.437426\\_49.355874\\_17.263636\\_50.900924\\_7&d=muni\\_3783\\_0\\_1](http://www.mapy.cz/#!x=15.402288&y=49.904273&z=15&t=s&q=%25C4%258D%25C3%25A1slav&qp=13.437426_49.355874_17.263636_50.900924_7&d=muni_3783_0_1), cit. 10.11.2013.

## Seznam tabulek a obrázků

**Tabulka č. 1** – Počet hlášených případů legionelózy v České republice 2001 – 2011

**Tabulka č. 2** – Mikrobiologický ukazatel teplé vody – *Legionella pneumophila*

**Tabulka č. 3.** Výsledky vzorků TUV v roce 2009

**Tabulka č. 4.** Výsledky vzorků TUV v roce 2010

**Tabulka č. 5.** Výsledky vzorků TUV v roce 2011

**Tabulka č. 6.** Výsledky vzorků TUV v roce 2012

**Tabulka č. 7.** Výsledky vzorků TUV v roce 2013

**Tabulka č. 8.** Výsledky vzorků TUV v roce 2009

**Tabulka č. 9.** Výsledky vzorků TUV v roce 2010

**Tabulka č. 10.** Výsledky vzorků TUV v roce 2011

**Tabulka č. 11.** Výsledky vzorků TUV v roce 2012

**Tabulka č. 12.** Výsledky vzorků TUV v roce 2013

**Obrázek č. 1.** Bakterie rodu *Legionella*

**Obrázek č. 2.** Biofilm na vodovodním potrubí v horké vaně - 2 týdny po instalaci

**Obrázek č. 3.** Mapa Středočeského kraje

**Obrázek č. 4.** Městská nemocnice Čáslav

**Obrázek č. 5.** Nemocnice Kutná Hora

**Obrázek č. 6.** Mapa areálu nemocnice Kutná Hora

**Obrázek č. 7.** Městská nemocnice Čáslav, přívody pitné vody

**Obrázek č. 8.** Pomůcky k odběrům vzorků TUV

**Obrázek č. 9.** Dezinfekce sprchové růžice

**Obrázek č. 10.** Oduštění TUV před odběrem vzorku

**Obrázek č. 11.** Odběr TUV do vzorkovnice

**Obrázek č. 12.** Měření teploty kontaktním digitálním teploměrem

**Obrázek č. 13.** FOTOMETR HCHA pro měření hladiny koncentrace volného chlóru v pitné vodě

**Obrázek č. 14.** Výsledná hodnota koncentrace volného chlóru v odběrovém místě č. 4 – oddělení MOJIP

**Obrázek č. 15.** Kolonizace teplovodních systémů druhem bakterií *L.pneumophila* v Městské nemocnici Čáslav a nemocnici Kutná Hora

**Obrázek č. 16.** Kolonizace teplovodních systémů druhem bakterií *L.pneumophila* v letech 2009-2013 v MN Čáslav

**Obrázek č. 17.** Kolonizace teplovodních systémů druhem bakterií *L.pneumophila* odebraných vzorků TUV v Městské nemocnici Čáslav

**Obrázek č. 18.** Procentuální zastoupení maximální naměřené teploty TUV v Městské nemocnici Čáslav, 2009-2013

**Obrázek č. 19.** Přítomnost bakterie *L.pneumophila* v letech 2009-2013

**Obrázek č. 20.** Kolonizace teplovodních systémů druhem bakterií *L.pneumophila* odebraných vzorků TUV v nemocnici Kutná Hora

**Obrázek č. 21.** Výstražná tabulka

**Příloha č. 1.** Protokol na odběr pitné vody, vč. TUV na přítomnost *L.pneumophila*.



Zdravotní ústav se sídlem v Ústí nad Labem

Centrum hygienických laboratoří-akreditovaná zkušební laboratoř č. 1388

Jana Černého 361, 503 41 Hradec Králové, tel.: 495 211 121, fax.:

495 211 122, e-mail: [chl@zulahk.cz](mailto:chl@zulahk.cz)

## Protokol o odběru a transportu vzorku vody

POČÍTAČOVÉ ČÍSLO

DATUM ODBĚRU		ČAS ODBĚRU OD - DO	:
DATUM PŘÍJMU DO LABORATOŘE		ČAS PŘÍJMU DO LABORATOŘE	:

ZÁKAZNÍK (jméno, obch. jméno, op, ičo, dičo)	ODBĚROVÉ MÍSTO	
	Obec	
	ULICE	
	OBJEKT	
POPIS PROSTŘEDÍ:	MÍSTO ODBĚRU	
	VZORKOVACÍ ZAŘÍZENÍ	

Vyšetření v terénu*					
PACH: PŘIJATELNÝ / NEPŘIJATELNÝ			CHUŤ ZÁKAZNÍKOVÍ: VYHOVUJE / NEVYHOVUJE		
PRŮHLED	NERUŠENÝ PRŮHLED NA CELÉ DNO: ANO / NE		POZN.		
PH	[---]				
CL <sub>2</sub> (CELKOVÝ)	[mg/l]				
CL <sub>2</sub> (VOLNÝ)	[mg/l]				
CL <sub>2</sub> (VÁZANÝ)	[mg/l]		ROZPUŠTĚNÝ O <sub>2</sub>	[% nas.]	
TEPLOTA VODY	[°C]		REDOX POTENCIÁL	[mV]	

Další údaje k odběru a vyšetření					
DRUH VZORKU					
DŮVOD ODBĚRU		TERMÍN ZHOVENÍ			
SLUŽBA		ČÍSLO VZORKOVNICE A DATUM STERILIZACE ODBĚR. SKLA NA BK	1.	2.	3.
ROZSAH VYŠETŘENÍ CHEMICKÉ			4.	5.	6.
		ROZSAH VYŠETŘENÍ MIKROBIOL. A BIOLOG.			

způsob odběru a způsob dopravy		
ZPŮSOB ODBĚRU		ODB. SKUPINA
ZPŮSOB DOPRAVY	<i>chladnička, termobox</i>	ODB. SKUPINA

-----  
ZÁKAZNÍK NEBO PŘÍTOMNÝ PRACOVNÍK

-----  
PRACOVNÍK POVĚŘENÝ ODBĚREM

-----  
PRACOVNÍK POVĚŘENÝ MĚŘENÍM NA MÍSTĚ