



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA CHEMICKÁ

FACULTY OF CHEMISTRY

ÚSTAV CHEMIE A TECHNOLOGIE OCHRANY ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

INSTITUTE OF CHEMISTRY AND TECHNOLOGY OF ENVIRONMENTAL PROTECTION

ROZDÍLNÉ PŘÍSTUPY KE KONTROLE VÝSKYTU A PREVENTIVNÍCH OŠETŘENÍ PROTI BAKTERII LEGIONELLA V OTEVŘENÝCH CHLADICÍCH SYSTÉMECH

VARIOUS APPROACH TO CONTROL AND PREVENTIVE ACTIONS OF LEGIONELLA BACTERIA IN OPEN
COOLING WATER SYSTEMS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Natálie Švábová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Mgr. Martina Repková, Ph.D.

BRNO 2024

Zadání bakalářské práce

Číslo práce: FCH-BAK1992/2023 Akademický rok: 2023/24
Ústav: Ústav chemie a technologie ochrany
životního prostředí
Studentka: **Natálie Švábová**
Studijní program: Environmentální chemie, bezpečnost
a management
Studijní obor: bez specializace
Vedoucí práce: **Mgr. Martina Repková, Ph.D.**

Název bakalářské práce:

Rozdílné přístupy ke kontrole výskytu a preventivních ošetření proti bakterii Legionella v otevřených chladicích systémech

Zadání bakalářské práce:

- 1) Vypracování literární rešerše na téma Nebezpečí přítomnosti bakterie Legionella Pneumophila v otevřených chladicích systémech
- 2) Porovnání rozdílných přístupů kontrol výskytu a preventivních opatření bakterie Legionella Pneumophila v legislativě evropských států
- 3) Vypracování doporučení ke kontrole výskytu a preventivních opatření (ošetření chladicí vody) pro provozovatele otevřených chladicích systémů v České republice.
- 4) Interpretace, diskuse a shrnutí dosažených výsledků

Termín odevzdání bakalářské práce: 20.5.2024:

Bakalářská práce se odevzdává v děkanem stanoveném počtu exemplářů na sekretariát ústavu. Toto zadání je součástí bakalářské práce.

Natálie Švábová
studentka

Mgr. Martina Repková, Ph.D.
vedoucí práce

prof. Ing. Jozef Krajčovič, Ph.D.
vedoucí ústavu

V Brně dne 1.2.2024

prof. Ing. Michal Veselý, CSc.
děkan

ABSTRAKT

Legionella spec. je pro člověka nebezpečným druhem bakterie vyskytující se ve vodním prostředí. Tato bakalářská práce se zaměřuje na preventivní a legislativní ošetření těchto bakterií ve vodách otevřených chladicích systémů. V první části jsou popsány základní vlastnosti *Legionella spec.*, onemocnění způsobené těmito bakteriemi a stručně jsou okomentovány vybrané epidemiologické události. Další část se věnuje chladicím systémům se zaměřením na otevřené chladicí systémy. Na závěr jsou popsány legislativní a regulativní rámce ochrany proti bakteriím rodu *Legionella* v Německu, Polsku, Rakousku, na Slovensku a ve Velké Británii. Podrobně jsou popsány také opatření České republiky. Z porovnání jednotlivých legislativních opatření je patrné, že by měla Česká republika do svého legislativního aparátu přijmout opatření týkající se bakterií rodu *Legionella*.

ABSTRACT

Legionella spec. is dangerous type of bacteria for humans, commonly found in aquatic environments. This bachelor's thesis focuses on preventive and legislative measures addressing these bacteria in wates of open cooling systems. The first part describes basic properties of *Legionella spec.*, diseases caused by these bacteria, and briefly comments on selected outbreaks. The next section is devoted to cooling systems, with a focus on open cooling systems. The final part describes legislative and regulatory frameworks for protection against *Legionella* bacteria in Germany, Poland, Austria, Slovakia, and the United Kingdom. The measures taken in the Czech Republic are also describes in detail. The comparison of the various legislative measures indicates that the Czech Republic should adopt measures concerning *Legionella* bacteria into its legislative framework.

KLÍČOVÁ SLOVA

Legionella spec., legionelózy, otevřené chladicí systémy, úprava vody, legislativa, regulativní opatření

KEYWORDS

Legionella spec., legionellosis, open cooling systems, water treatment, legislation, regulatory measures

ŠVÁBOVÁ, Natálie. *Rozdílné přístupy ke kontrole výskytu a preventivních ošetření proti bakterii Legionella v otevřených chladicích systémech* [online]. Brno, 2024 [cit. 2024-05-20]. Dostupné z: <https://www.vut.cz/studenti/zav-prace/detail/156838>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, Ústav chemie a technologie ochrany životního prostředí . Vedoucí práce Martina Repková.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a že všechny použité literární zdroje jsem správně a úplně citovala. Bakalářská práce je z hlediska obsahu majetkem Fakulty chemické VUT v Brně a může být využita ke komerčním účelům jen se souhlasem vedoucího bakalářské práce a děkana FCH VUT.

.....
podpis studenta

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych upřímně poděkovala vedoucí této bakalářské práce, paní Mgr. Martině Repkové Ph.D. za velmi vstřícný přístup, odborné vedení, trpělivost a množství cenných rad v průběhu řešení celé bakalářské práce. Rovněž bych ráda poděkovala Ing. Martě Kolouškové Ph.D. a Ing. Martině Švábové za jejich cenné rady a připomínky.

Obsah

1	Úvod.....	7
2	Bakterie rodu <i>Legionella</i>	8
2.1	Historie.....	8
2.2	Klasifikace.....	8
2.3	Základní vlastnosti	9
2.3.1	Stavba těla	9
2.3.2	Výskyt	9
2.3.3	Způsoby přenosu	10
2.3.4	Rozmnožování.....	10
2.4	Patogeneze <i>Legionella spec.</i>	11
2.4.1	Legionářská nemoc	12
2.4.2	Pontiacká horečka	12
2.4.3	Příklady epidemických událostí	12
2.4.4	Epidemiologická opatření	16
2.5	Léčba	16
3	Chladicí systémy.....	17
3.1	Uzavřené chladicí systémy.....	17
3.2	Otevřené chladicí systémy	17
3.2.1	Princip otevřených chladicích systémů	17
3.2.2	Aplikovatelnost otevřených chladicích systémů	18
3.2.3	Problémy vod použitých v otevřených chladicích systémech.....	19
3.2.3.1	Mikrobiální kontaminace	19
3.2.3.2	Koroze	19
3.2.3.3	Tvorba usazenin	20
3.2.4	Úprava vod použitých v otevřených chladicích systémech	20
4	Česká legislativa	21
4.1	Legislativa pitných vod	21
4.1.1	Surveillance legionelóz v ČR.....	22
4.2	Legislativa průmyslových vod chladicích systémů.....	22
4.3	České technické normy	23
4.3.1	ČSN EN 806 – Vnitřní vodovod pro rozvod vody určené k lidské spotřebě ...	23
4.3.2	ČSN 75 7171 – Složení vody pro průmyslové chladicí okruhy	23

5	Legislativa v rámci EU	24
5.1	Světové organizace.....	24
5.1.1	WHO (World Health Organisation).....	24
5.1.2	ECDC (European Centre for Disease Prevention and Control).....	24
5.2	Velká Británie.....	24
5.3	Německo.....	29
5.4	Rakousko.....	30
5.5	Slovensko	32
5.6	Polsko.....	33
6	Diskuze	36
7	Závěr	40
8	Seznam použitých zdrojů.....	41
9	Seznam použitých zkratk a symbolů.....	49

1 ÚVOD

Voda je základním prvkem pro udržení života a prosperujícího ekonomického prostředí. Je to nenahraditelný prvek našeho každodenního života a má klíčový význam pro naše osobní potřeby, tak i pro výrobu věcí, které denně používáme. V průmyslových procesech je voda nezbytná pro výrobu potravin, nápojů, chemikálií, textilu, elektroniky a mnoha dalších. Při výrobních procesech se voda využívá v mnoha částech procesu, přičemž velmi důležitou funkcí je chlazení. Chlazení je klíčové pro udržení optimálního prostředí v průmyslových zařízeních a strojích, což zajišťuje jejich efektivní fungování a zabraňuje nebezpečnému přehřátí nebo poškození. Tímto způsobem se voda stává nenahraditelným činitelem v průmyslových procesech, který umožňuje výrobu a zpracování široké škály výrobků, které tvoří základ našich každodenních životů.

Voda je ale také prostorem pro život nejrůznějších organismů. Jedním z mnoha druhů organismů žijících ve vodě jsou bakterie rodu *Legionella*. Tyto bakterie představují závažné riziko pro lidské zdraví. I když ne všechny druhy tohoto rodu jsou pro člověka nebezpečné, jiné druhy mohou být pro člověka smrtelné. Příznivé podmínky pro život těchto bakterií jsou nejen užitkové vody, ale i vody používané průmyslově. Bakterie rodu *Legionella* v chladících okruzích za běžných podmínek přežívají a mohou se i množit. Kontaminované aerosoly z chladících systémů a chladících věží se poté mohou přenášet a kontaminovat oblasti i několik kilometrů daleko.

Problematika mikrobiálního znečištění vod se v rámci Evropské unie řeší legislativními nástroji. Ovšem kvalita vod použitých právě v chladících systémech se liší. Limitní hodnoty bakterií rodu *Legionella* obsažené ve vodě používané v chladících systémech se stále více zakotvují v evropské legislativě. Ale nejednotná a neúplná opatření mohou být jednou z příčin nárůstu šíření této nebezpečné bakterie v rámci Evropské unie.

2 BAKTERIE RODU *LEGIONELLA*

2.1 Historie

První záznamy o bakteriálním rodu *Legionella* pocházejí ze 70. let 20. století. V létě roku 1976 se v hotelu Bellevue-Stratford v Philadelphii konal sjezd vojenských veteránů. Během této události onemocnělo 182 legionářů nespecifickou pneumonií a 29 jich zemřelo. Celkem bylo zaznamenáno 221 případů nemoci a 34 úmrtí, včetně personálu hotelu a dalších návštěvníků [1].

O 5 měsíců později identifikoval a pojmenoval nový etiologický nález mikrobiolog Joseph McDade jako *Legionella pneumophila*. Pracovníci ve Středisku pro kontrolu nemocí (CDC) objasnili způsob nákazy touto baktérií, kterým bylo vdechnutí kontaminovaného aerosolu z klimatizace hotelu [1, 2].

Bakterie rodu *Legionella* patří mezi růstově náročné organismy, proto jejich růst není možný na standartních bakteriologických médiích. Izolace byla provedena inokulací bakterií do zvířete nebo do vajec. Tímto způsobem byl objeven například druh *Legionella micdadei* v roce 1977 a mnohé další druhy (Tabulka 1) [2, 3].

Tabulka 1 Historický přehled objevení vybraných druhů *Legionella* [2]

Druh:	Zdroj:	Rok izolace:
<i>L. bozemanii</i>	plicní tkáň	1959
<i>L. dumoffii</i>	voda – chladicí věž	1978
<i>L. jordanis</i>	voda – řeka	1978
<i>L. hackeliae</i>	bronchiální biopsie	1981
<i>L. wadsworthii</i>	hlen	1981

Díky těmto objevům bylo možné zjistit, že již dříve docházelo k případům onemocnění způsobených bakteriemi rodu *Legionella*. Zpětně byly prokázány případy horečnatých onemocnění například v roce 1968 ve městě Pontiac, nebo byl jejich výskyt potvrzen při epidemii v psychiatrické léčebně ve Washingtonu v roce 1965 [2, 3].

2.2 Klasifikace

Bakterie jsou mikroorganismy, které patří mezi nejdéle existující formy života na Zemi, a v současnosti je známo přibližně 3000 druhů. Jedná se o jednobuněčné prokaryotické organismy, které nemají jádro oddělené membránou. Jejich jedinou membránou je cytoplazmatická membrána uvnitř buňky. Mají různé tvary buněk a velikostně se pohybují v rozmezí mikrometrů. Důležitou strukturou je bakteriální stěna z peptidoglykanu, která rozděluje bakterie na grampozitivní a gramnegativní. Grampozitivní bakterie se při reakci barví krystalovou violetí a neodbarvují se alkoholem, gramnegativní bakterie se odbarvují alkoholem, zachycují karbolfuchsin a jeví se červeně. Gramnegativní bakterie mají ve vnější membráně lipopolysacharid. Mohou mít na svém povrchu sliz nebo vyčnívají fimbrie a bičíky. Povrchové struktury bakterií jsou nositeli významných adhesivních, toxických a jiných biologických účinků [1, 4, 5].

Bakterie rodu *Legionella* klasifikujeme následovně:

Říše: *Bacteria*
Kmen: *Pseudomonadota*
Třída: *Grammaproteobacteria*
Řád: *Legionellales*
Čeleď: *Legionellaceae*
Rod: *Legionella*

Po izolaci a identifikaci bakterie způsobující legionářskou nemoc byla zavedena bakteriální čeleď *Legionellaceae*. Tato čeleď obsahuje jediný rod *Legionella*, protože příbuznost DNA jednotlivých druhů tohoto rodu je 70 %. Rod *Legionella* obsahuje v současnosti 66 druhů. U 23 druhů bakterií rodu *Legionella* bylo zjištěno riziko pro člověka, u 21 druhů bylo riziko pro člověka vyvráceno a u 22 druhů nebylo riziko potvrzeno ani vyloučeno. Druhy bakterií rodu *Legionella* se od sebe odlišují počtem séro skupin, přičemž většina druhů má známou 1 nebo 2 séro skupiny. Výjimkou je druh *L. pneumophila*, u kterého je popsáno 16 séro skupin. Séro skupiny jsou identifikovány na základě specifických antigenů přítomných na povrchu bakterií. V případě rodu *Legionella* jsou tyto antigeny důležité pro rozpoznání bakterie imunitním systémem a také pro laboratorní diagnostiku, protože proti různým sérotypům tvoří imunitní systém různé protilátky [6, 7].

2.3 Základní vlastnosti

Bakterie rodu *Legionella* jsou aerobní fakultativně intracelulárně parazitické, většinou pohyblivé, úzké gramnegativní tyčinky, které se občas prodlužují do drobných vláken. Pro růst upřednostňují tyto bakterie vyšší teploty mezi 20 °C a 45 °C. Na speciálních kultivačních médiích, jako je například Charcoal Yeast Extract, vytvořené kolonie mají typický stříbrně-metalický leskl. Tomuto procesu zviditelnění říkáme „stříbření“. Dalším způsobem zviditelnění *Legionella spec.* je UV ozáření a následná fluorescence [1, 8].

Díky schopnosti vytvářet biofilm jsou velmi odolné, zejména vůči ochraně před nepříznivými vlivy. Jsou přírodně rezistentní proti mírným dezinfekcím (peroxid vodíku, roztoky chlornanu sodného atd.). Bakterie v biofilmu mají až 1000krát vyšší odolnost vůči chlóru než bakterie v planktonní fázi [1, 9].

2.3.1 Stavba těla

Buňka bakterie *Legionella spec.* má tyčinkovitý tvar s délkou 2 až 20 µm. Pro pohyb využívá až dva polární bičíky. Její stěna je strukturována jako u ostatních gramnegativních bakterií, avšak obsahuje významné množství nerozvětvených mastných kyselin, konkrétně 2,3-hydroxymastné kyseliny, které ve stěně ostatních gramnegativních bakterií přítomny nejsou. Bakterie rodu *Legionella* není schopna oxidace ani fermentace cukrů, ale produkuje enzym katalázu. Některé druhy *Legionella* si vyvinuly ochrannou kapsuli složenou z polysacharidů, která může přispívat k odolnosti proti imunitnímu systému hostitele [8, 10].

2.3.2 Výskyt

Bakterie rodu *Legionella* jsou běžně se vyskytující organismy ve vodním prostředí, zejména v jezerech, řekách, potocích nebo menších vodních plochách. Vyskytují se ale také v uměle

vytvořených vodních systémech, jako jsou klimatizační zařízení, chladicí věže, vířivé lázně a bazény [10, 11].

Bakterie *Legionella spec.* sdílí prostředí s dalšími mikroorganismy, jako jsou améby a nálevníci. Nejvíce prosperují na teplých místech. Optimální teplotní rozmezí pro růst bakterií *Legionella* se pohybuje mezi 20 °C a 45 °C, s ideální teplotou kolem 37 °C. Při teplotách nižších než 20 °C zůstávají v latentním stavu, zatímco při teplotách nad 60 °C nepřežijí. *Legionella spec.* preferuje neutrální až mírně alkalické pH vody, s hodnotami mezi 6 až 8 [9, 10, 12].

2.3.3 Způsoby přenosu

Přenos bakterií rodu *Legionella* je zprostředkován především vzdušnou cestou prostřednictvím aerosolů ze zasažených vodních zdrojů. Tyto bakterie mají schopnost cestovat vzduchem až do vzdálenosti až několika kilometrů od zdroje. Přenos není omezen pouze na vzduch, ale může probíhat přenosem kontaminované půdy, polykáním vody (například při pití, výplachy žaludku atd.) a potravinami. Přenos nevyžaduje přímý kontakt mezi lidmi, ale dochází k němu vdechnutím kontaminovaného aerosolu [5].

Zdravotní riziko spočívá v inhalaci aerosolu obsahujícího kapénky s bakterií *Legionella*. Nebezpečí roste, čím je kapénka menší, protože do dýchacích cest se snadněji dostávají kapénky s průměrem menším než 5 µm [13].

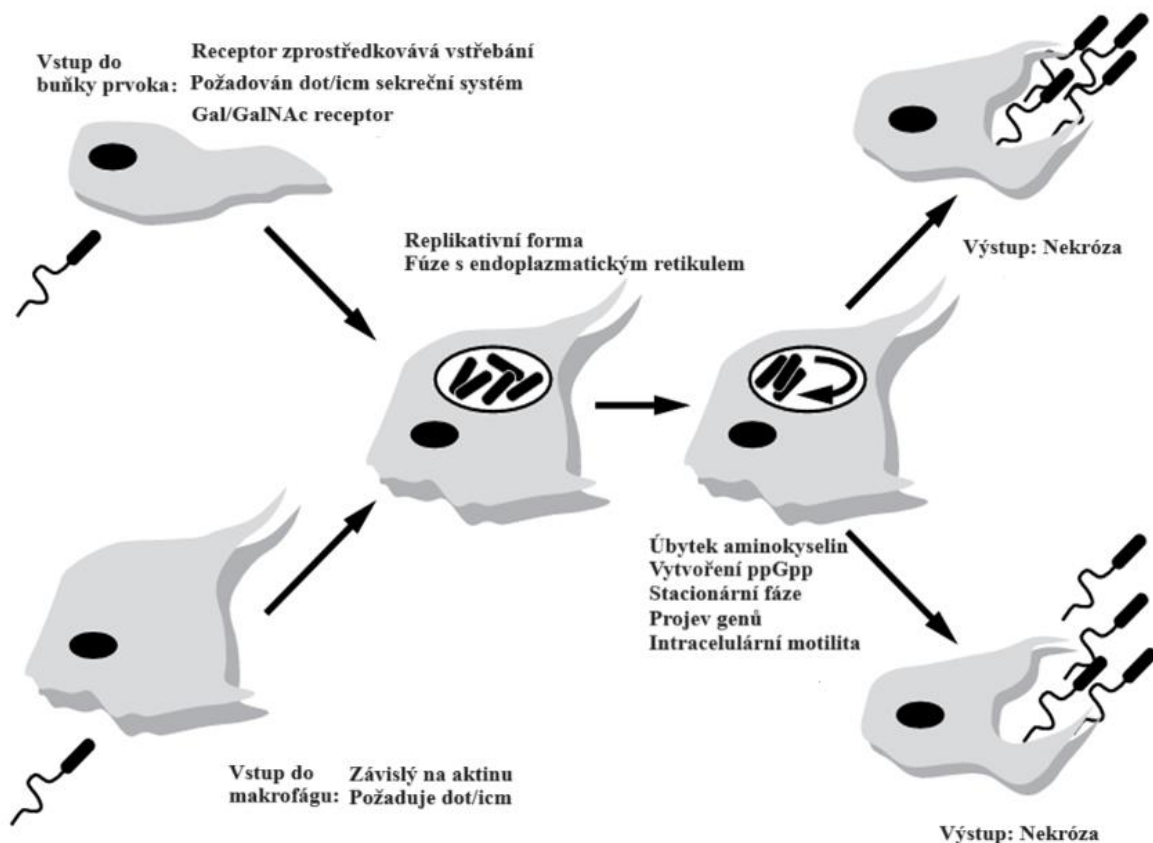
Hlavními zdroji infikovaného aerosolu jsou především chladicí věže, zavlažovací systémy, myčky vozidel, sprchy a užitková voda na domácí použití, vířivé vany a specifické vodní systémy [14].

2.3.4 Rozmnožování

Bakterie rodu *Legionella* se množí uvnitř hostitelských buněk, přičemž nejčastěji probíhá jejich replikace v buňkách prvoků a améb nebo v lidských makrofázích. Pro tuto intracelulární replikaci využívají různé adaptace, včetně formování speciálních vakuol. Průměrná doba replikace na dvě nové bakterie je zhruba 4 hodiny [4, 13, 15].

Nejprve proniká bakterie *Legionella spec.* do hostitelské buňky prostřednictvím fagocytózy. Uvnitř buňky vytvářejí svou vlastní membránovou vakuolu, která brání hostitelské buňce trávit bakterie. *Legionella spec.* mají speciální sekreční systém, který slouží k injekci efektorů do cytoplasmy hostitelské buňky. Tyto efekторы narušují buněčné funkce hostitelské buňky a umožňují bakteriím uniknout detekci imunitním systémem. Po replikaci v intracelulární vakuole dochází k uvolnění nově vytvořených jedinců [13].

Bakterie rodu *Legionella* mají podobný životní cyklus jak v prvocích, tak i v lidských makrofázích. Existují ovšem odlišnosti v mechanismech, které používají pro vstup a výstup z různých typů hostitelských buněk. Tyto odlišnosti jsou shrnuty na Obrázek 1. Ne všechny druhy *Legionella* jsou schopny infikovat makrofág, ale *L. pneumophila* tuto schopnost má [16].



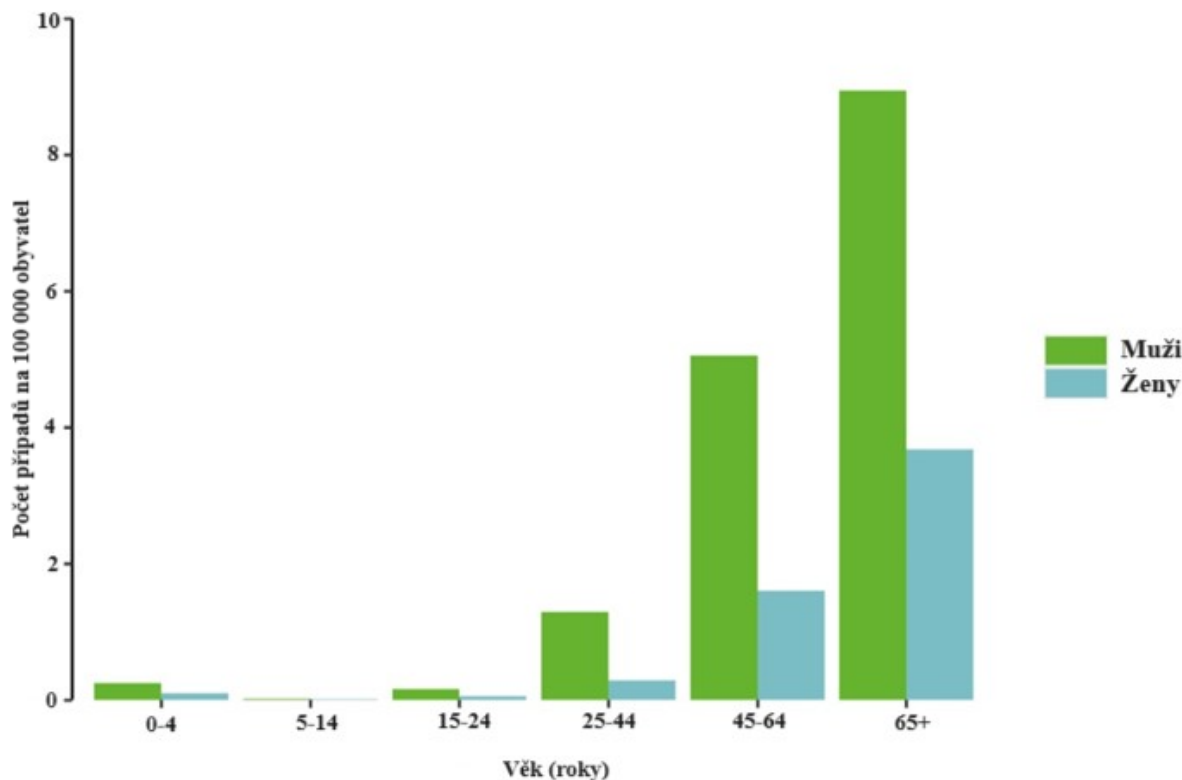
Obrázek 1 Životní cyklus bakterie rodu *Legionella* v prvocích a lidských makrofázích [16]

2.4 Patogeneze *Legionella spec.*

Onemocnění způsobená bakteriemi rodu *Legionella* se šíří po vdechnutí aerosolu obsahujícího tyto bakterie. Patogenních je většina bakterií rodu *Legionella*, avšak zdroj nemocí je nejčastěji *Legionella pneumophila* nebo méně častěji *Legionella bozemanii* a *Legionella micdadei* [1].

Obecně se onemocnění vyvolané bakteriemi rodu *Legionella* označují jako legionelózy. Jedná se o legionářskou nemoc a Pontiackou horečku [1, 4].

Nejvíce ohroženými jedinci jsou lidé ve věku 45 let a více (Obrázek 2), lidé s oslabenou funkcí jater, srdce nebo plic, diabetici, kuřáci a alkoholici nebo lidé s narušeným imunitním systémem. Ve většině případů se onemocnění vyskytuje u mužů (Obrázek 2) [17, 18].



Obrázek 2 Rozdělení případů legionářské nemoci na 10 000 obyvatel podle věku a pohlaví [19]

2.4.1 Legionářská nemoc

Legionářská nemoc je pneumonie způsobená bakteriemi rodu *Legionella*. Mezi nejčastější symptomy se řadí bolesti hlavy a svalů, horečka. U přibližně 30 % infikovaných se může vyskytnout průjem. Při průběhu těžké pneumonie může dojít k postižení ledvin, jater, centrální nervové soustavy. Pneumonii mohou doprovázet také mikroabscesy na plicích a bolest na hrudi. Inkubační doba se pohybuje v rozsahu 2 až 10 dní, s následným propuknutím nemoci 3 až 6 dní po nákaze. U pacientů s nedotčeným imunitním systémem obvykle dochází k uzdravení do jednoho týdne bez specifické léčby. Závažný průběh onemocnění nastává u pacientů s poškozenými obrannými mechanismy organismu, kuřáků, alkoholiků a u starších lidí. Onemocnění je smrtelné v důsledku respiračního selhání. Celková úmrtnost se pohybuje okolo 10 % a u imunosuprimovaných pacientů dokonce až okolo 30 % [1, 5, 20].

2.4.2 Pontiacká horečka

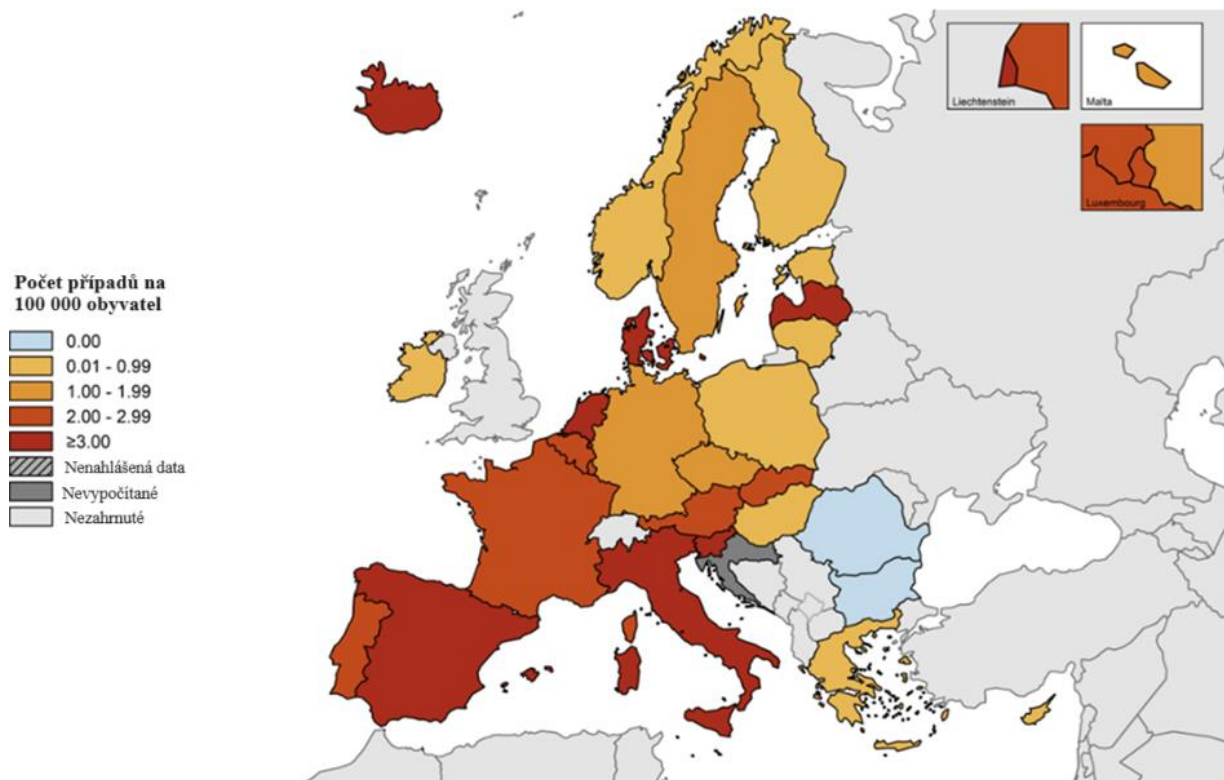
Toto onemocnění představuje méně závažnou formu zánětu způsobeného bakteriemi rodu *Legionella*. Průběh nemoci je podobný chřipce a trvá obvykle 2 až 5 dní. Mezi hlavní symptomy patří bolest hlavy, horečka, zimnice a celková únava. Mezi vedlejší příznaky se řadí bolest kloubů, kašel, dušnost a bolest břicha. Pontiacká horečka se obvykle nevyvine do pneumonie a ve většině případů dochází k samovolnému uzdravení [1, 5].

2.4.3 Příklady epidemických událostí

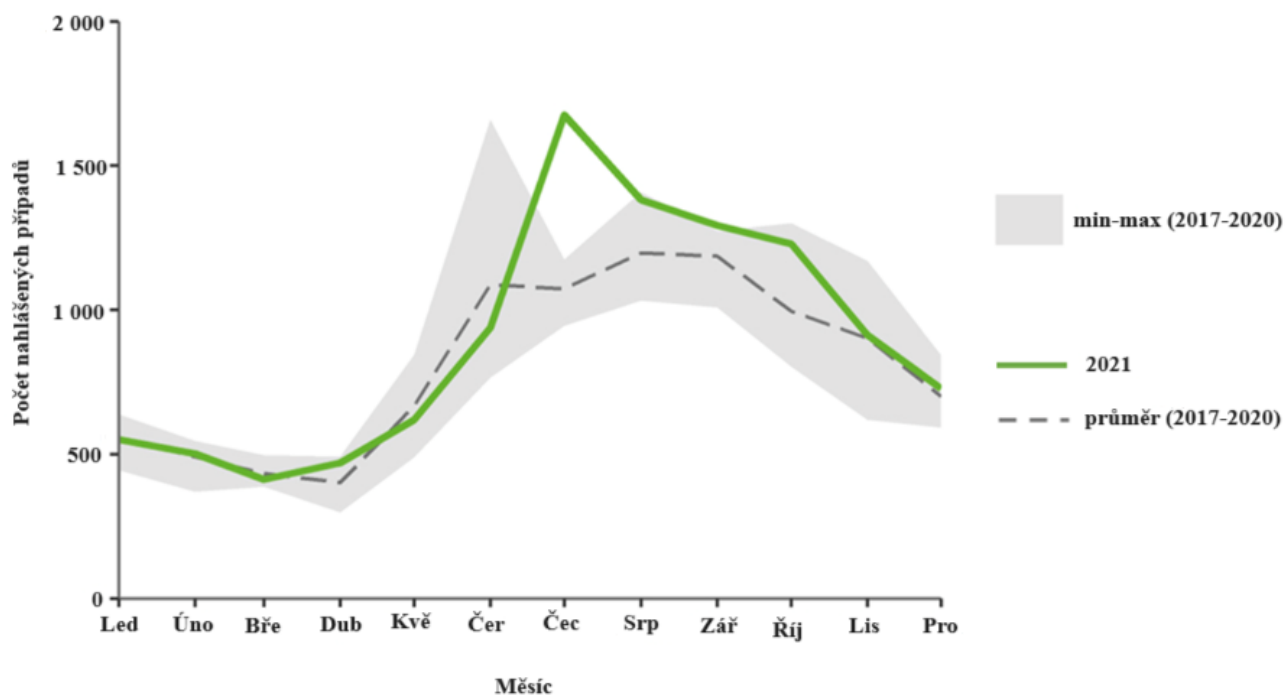
V České republice (ČR) a v rámci Evropské unie (EU) se sledování případů onemocnění způsobených bakteriemi *Legionella* provádí prostřednictvím systému hlášení případů nákazy a epidemiologického sledování. V ČR je zodpovědný za sběr dat o výskytech legionelózy Státní

zdravotní ústav (SZÚ), přičemž zdravotnická zařízení mají povinnost hlásit případy onemocnění. Tyto informace jsou následně analyzovány a využívány k identifikaci potenciálních ohnisek nákazy. V rámci EU je shromažďování a výměna informací zprostředkována Evropským centrem pro prevenci a kontrolu nemocí (ECDC), které spolu s členskými státy vyvíjí a implementuje společné směrnice a postupy pro sledování, prevenci a kontrolu bakterií rodu *Legionella* a onemocnění s nimi spojených [14].

Nejnovější dostupná data o nákaze Legionářskou nemocí v EU pocházejí z reportu ECDC pro rok 2021. V tomto období bylo v EU/EEA (Evropská unie/Evropská ekonomická oblast) evidováno 2,4 případu na 100 000 obyvatel (Obrázek 3). Čtyři země (Itálie, Francie, Španělsko a Německo) odpovídaly za 75 % nahlášených případů, avšak jejich společná populace představuje zhruba 50 % populace EU. Celkem bylo nahlášeno 10 723 případů, z čehož bylo 10 004 potvrzeno. 8 054 lidí po nemoci mělo zjevné následky a u 704 lidí byly následky fatální [19].

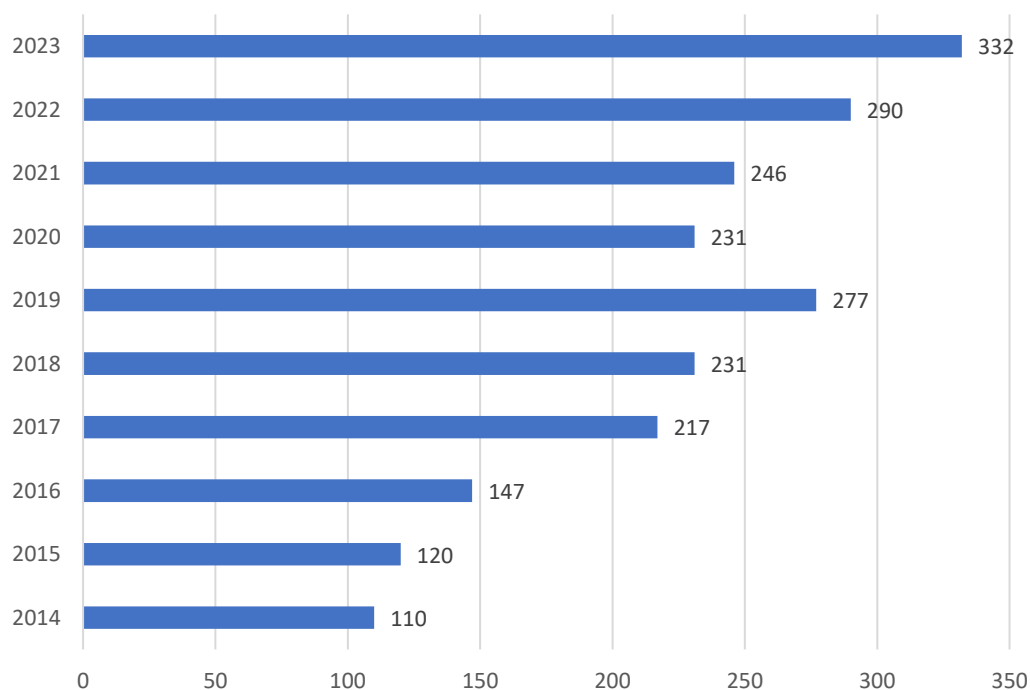


Obrázek 3 Rozdělení případů legionářské nemoci na 10 000 obyvatel podle zemí, EU/EEA, 2021 [19]



Obrázek 4 Rozdělení legionářské nemoci podle kalendářních měsíců, EU/EEA, 2021 a 2017-2020 [19]

V České republice se každoročně stav nákazy pohybuje okolo 200-300 potvrzených případů nákazy. Podle dat z SZÚ se počet nakažených od roku 2014 zvětšuje (Obrázek 5). V roce 2023 byl celkový počet nahlášených onemocnění způsobených bakterií *Legionella spec.* 340 případů. Nejvíce případů za rok 2023 bylo zaznamenáno v kraji Středočeském, Hlavním městě Praha a ve Zlínském kraji [21].



Obrázek 5 Graf Případy legionelózy v ČR, 2014-2023 podle [21]

Celosvětově si bakterie *Legionella spec.* vyžádaly stovky mrtvých. Nejzávažnější epidemie vyvolané těmito bakteriemi byly ve městech Stafford, Bovenkaspel, Barrow-in-Furness nebo Murcia ve Španělsku. Jednou z posledních epidemií způsobené *Legionellou spec.* byla epidemie v Řešově v Polsku v roce 2023 [13]

- **Stafford District General Hospital, Velká Británie, 1985**

Epidemie způsobená klimatizačním chladicím systémem umístěným na střeše nemocnice a chybným návrhem ventilace. Bylo nahlášeno 175 případů nákazy a 22 úmrtí, většina z nakažených skončila na ambulantní péči. Někteří z nakažených trpěli symptomy podobnými s chřipkovými přes 5 měsíců [22].

- **Bovenkarspel, Nizozemí, 1999**

Jednalo se o největší vnitřní květinový festival na světě. Jedna nádrž na vodu byla naplněna vodou z nepoužívané hasičské nádrže a bez jakékoli úpravy byla voda ohřata na 37 °C, kde se posléze přemnožili bakterie rodu *Legionella*. Bylo nakaženo 318 lidí, z nichž 188 případů bylo závažných a 23 lidí umřelo. Je možné, že na následky bakterie zemřelo více lidí ještě dříve, než byla infekce rozeznána [23, 24].

- **Murcia, Španělsko, 2001**

Původ epidemie pocházel z klimatizačního zařízení a z rozvodu potrubí. Jednalo se celkově o 6 budov, z nichž jedna byla místní Ministerstvo zdravotnictví. Celkově bylo nahlášeno přes 800 případů, 449 případů nakažených a 6 mrtvých [25].

- **Řešov, Polsko, 2023**

Množení bakterie bylo způsobeno vysokými letními teplotami a špatným technickým stavem vodovodních instalací. V teplárně byl ohřev vody nastaven na nízkou teplotu, což dovolilo bakterii přežít a dál se množit. Nakaženo bylo 166 lidí a 23 na následky zemřelo [26].

Tabulka 2 Rozdělení případů legionářské nemoci a míry na 100 000 obyvatel podle země a roku, EU/EHP, 2017–2021 [19]

Země	2017		2018		2019		2020		2021	
	Počet	Výskyt	Počet	Výskyt	Počet	Výskyt	Počet	Výskyt	Počet	Výskyt
Rakousko	219	2,5	237	2,7	255	2,9	249	2,8	278	3,1
ČR	217	2,1	231	2,2	277	2,6	231	2,2	219	2,0
Finsko	27	0,5	24	0,4	44	0,8	24	0,4	34	0,6
Německo	1279	1,5	1448	1,7	1554	1,9	1272	1,5	1524	1,8
Itálie	2037	3,4	3018	5,0	3205	5,4	2120	3,6	2726	4,6
Polsko	38	0,1	70	0,2	74	0,2	46	0,1	46	0,1
Slovensko	14	0,3	54	1,0	85	1,6	98	1,8	148	2,7
Velká Británie *	504	0,8	532	0,8	517	0,8	ND	ND	ND	ND
EU/EEA	9260	1,8	11405	2,2	11373	2,2	8434	1,9	10723	2,4

ND – nenahlášená data

* Velká Británie byla členským státem Evropské unie. Velká Británie vystoupila z EU dne 31. ledna 2020

2.4.4 Epidemiologická opatření

Epidemiologická opatření proti bakteriím rodu *Legionella* jsou zásadní v prevenci proti nákaze. Strategie opatření proti *Legionelle spec.* by se mohla rozdělit následovně:

a) Preventivní opatření

Jedná se o pravidelnou revizi systémů, kde by se *Legionella spec.* mohla vyskytovat. Dále pak odstraňování „mrtvých ramen“ v systémech, udržování teploty vody v systémech pod 20 °C nebo nad 60 °C, kde *Legionella* není aktivní nebo nepřežívá. Preventivním opatřením je také mapování pohybu onemocněných [5].

b) Represivní opatření

Mezi tyto opatření řadíme hlášení nemocných hygienické službě, instalaci filtrů do sprch a kohoutků nebo dezinfekce vody v podobě přechlorování, přehřívání nebo UV záření [5].

c) Edukace

Klíčové je vzdělávání veřejnosti i zdravotnických pracovníků ohledně prevence. Podávat informace o rizikových faktorech, symptomech onemocnění a správných postupech při obsluze a údržbě vodních systémů [5].

2.5 Léčba

Klíčem úspěšné léčby je včasné rozpoznání nemoci a zahájení vhodné antibiotické léčby. Kvůli charakteru bakterie je nutné použít antibiotika se schopností proniknout do makrofágů. V dnešní době jsou hlavními používanými antibiotiky azitromycin nebo fluorochinolony. Vedle užívání antibiotik je nutné léčit i související komplikace. Důležité je udržování pitného režimu a kontrola stavu ledvin, jater a srdce [8, 13].

3 CHLADICÍ SYSTÉMY

Chladicí systémy jsou klíčovým prvkem moderního průmyslu a komerčních aplikací, které vyžadují udržení optimálních teplotních podmínek pro zachování bezpečnosti, kvality a spolehlivého provozu. Jedná se o komplexní zařízení navržená k odvádění tepla z určitého prostoru nebo zařízení. Tyto systémy fungují na principu přenosu tepla z jednoho místa na jiné pomocí chladicí látky, čímž se udržuje nebo snižuje teplota v cílovém prostoru [27].

3.1 Uzavřené chladicí systémy

Uzavřené chladicí systémy fungují na základě uzavřeného okruhu, ve kterém cirkuluje chladicí látka. Touto látkou může být kapalné nebo plynné médium. V jedné části systému se teplo předává chladicímu médiumu a ve druhé části se teplo odjímá bez přímého kontaktu se vzduchem, což je hlavní rozdíl oproti otevřeným chladicím systémům. Uzavřené chladicí systémy mají širokou škálu využití a jedním z každodenních příkladů je automobilový chladicí systém [27].

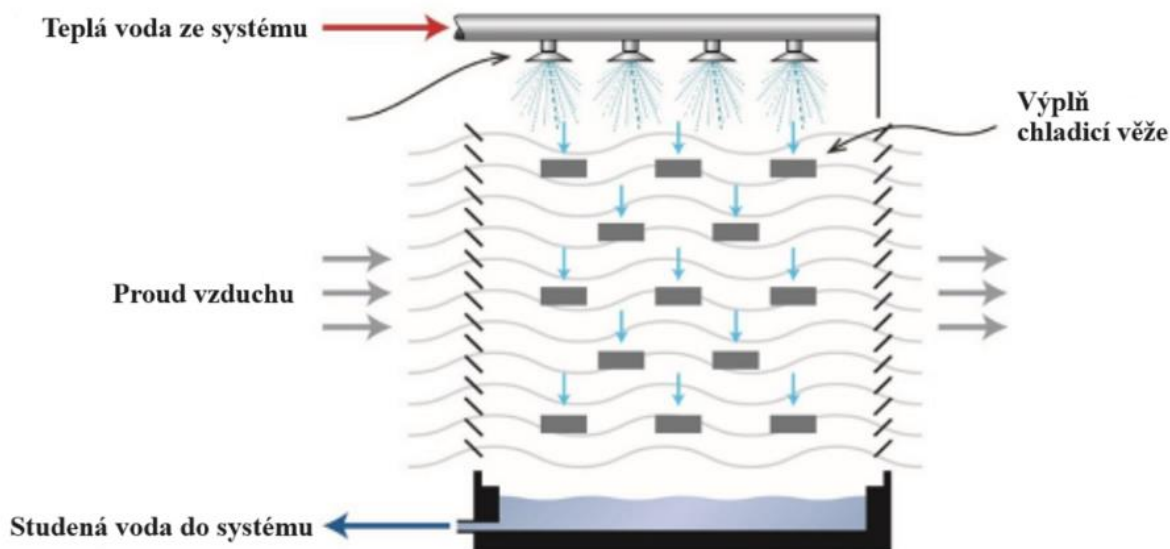
3.2 Otevřené chladicí systémy

Otevřené chladicí systémy využívají vzduch a vodu, popř. jiné chladicí médium, k odvádění tepla z jednotek, což zajišťuje optimální teplotu těchto jednotek. Celý systém obvykle zahrnuje tepelný výměník, cirkulační čerpadlo a chladicí věž s ventilátorem, vanou a odtokem. V chladicí věži je chladicí médium vystaveno okolnímu vzduchu za účelem odvodu tepla. V otevřených chladicích systémech je hlavním mechanismem odnámání tepla právě odpaření části vody a přenos tohoto tepla do proudu vzduchu. Účinnost těchto systémů je ovlivněna faktory jako je teplota okolního vzduchu, čistota systému a kvalita vody v systému [27, 28].

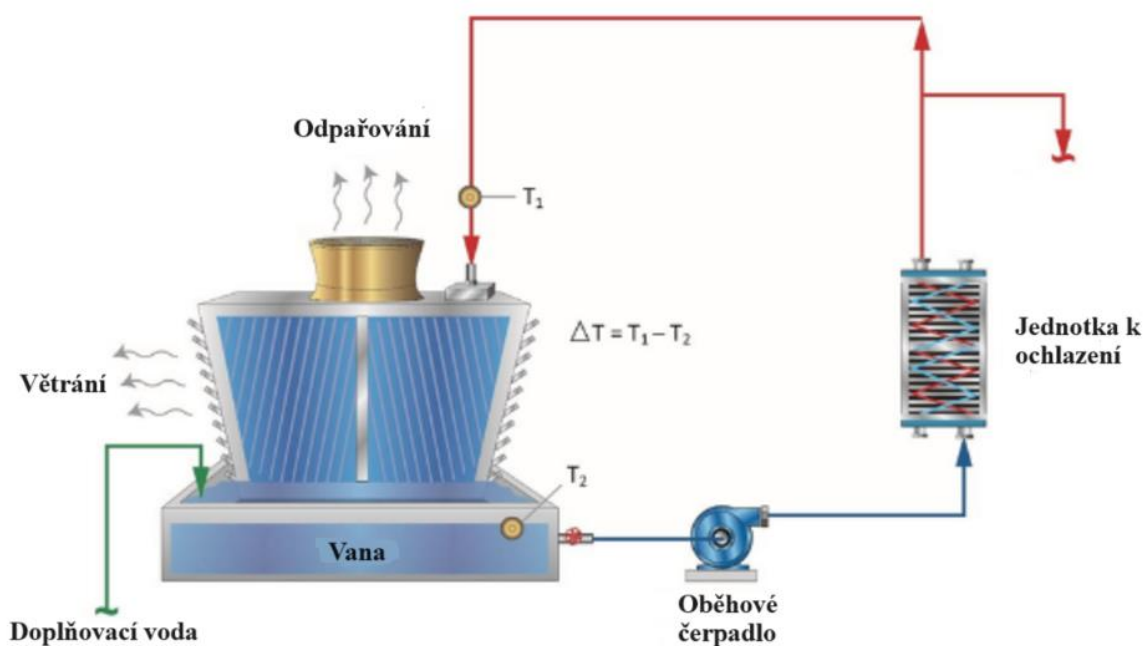
V otevřených chladicích systémech je nutné dodávat přídatnou vodu výrazně ve větším množství než v uzavřených chladicích systémech, protože dochází k odparu vody. Tento úbytek vody způsobuje zakoncentrování látek ve vodě a může vést k tvorbě nánosů nebo korozi. Oproti průtočným chladicím systémům však výrazně šetří množství používané vody a jsou energeticky efektivnější. V obou typech chladicích systému je možný růst organismů včetně těch, které potřebují k růstu světlo, jako řasy a sinice [27, 28].

3.2.1 Princip otevřených chladicích systémů

Chladicí médium, kterým je ve většině případech voda, prochází přes zařízení, jež musí být chlazeno. Během tohoto procesu voda absorbuje teplo tedy zařízení ochlazuje a sebe zahřívá. Oběhová voda odebere teplo a po zahřátí je přiváděna zpět do chladicí věže. Zde probíhá chlazení protiproudým průtokem vody a vzduchu přes výplň chladicí věže (Obrázek 6). Teplá voda je rozstříkována na vrchu chladicí věže a v tenkém filmu stéká přes vnitřní plnění věže dolů. Díky proudění vzduchu kolem stékající vody se část vody odpaří a zbytek se ochladí. V této zbývající vodě se zakoncentrují rozpuštěné i nerozpuštěné látky. Pro regulaci množství nečistot v systémové vodě je část zkoncentrované vody odpouštěna. K udržení konstantního množství vody v systému se přidává doplňovací voda. Schéma příkladu uspořádání primárního otevřeného recirkulačního chladicího okruhu a sekundárního chladicího okruhu je uvedeno na Obrázek 7 [29].



Obrázek 6 Schéma chladicí věže [27]



Obrázek 7 Schéma primárního otevřeného chladicího okruhu a sekundárního uzavřeného chladicího okruhu [27]

3.2.2 Aplikovatelnost otevřených chladicích systémů

Otevřené chladicí systémy jsou široce využívány pro chlazení v průmyslových a komerčních aplikacích. Jedná se především o strojírenský, chemický, hutní a potravinářský průmysl, dále v tepelných a jaderných elektrárnách nebo v klimatizačních systémech [29, 30].

V průmyslových odvětvích slouží k odvodu tepla z technologických zařízení. V chemickém průmyslu se využívají k povrchovému chlazení výrobků, chlazení pecí, ložisek a kompresorů

v hutním průmyslu. V energetickém průmyslu se požívají k odvodu tepla z elektrárenských turbín. V jaderných elektrárnách se využívají k odvodu tepla z generátorů a transformátorů. Chlazení je nezbytné také ve všech slévárnách, ocelárnách, v koksárenském průmyslu, v cukrovarech, lihovarech nebo mlékárnách [30].

3.2.3 Problémy vod použitých v otevřených chladicích systémech

Použití otevřených chladicích systémů je spojeno s negativními vlivy. Mezi nejčastěji se vyskytující problémy, spojenými s užíváním otevřených chladicích systémů, jsou mikrobiální kontaminace, koroze a tvorba usazenin. Ochrana chladicích systémů před těmito negativními vlivy je zásadní. Úprava vody hraje v tomto kontextu klíčovou roli, protože nedostatečně upravovaná nebo nekontrolovaná voda může v krátkém časovém úseku způsobit nežádoucí následky [31].

Bez správného řízení provozu a efektivní údržby může dojít ke změnám, které mohou nejen zvýšit náklady na energie, vodu a údržbu, ale mohou vést k poruše celého chladicího systému [31].

3.2.3.1 Mikrobiální kontaminace

V otevřených chladicích systémech jsou poskytnuty mikroorganismům, řasám, plísním, houbám atd. skvělé podmínky pro život a množení. Je zde dostatečné množství kyslíku, světla, potravy, přičemž hodnota pH a teplota prostředí jsou také příznivé. Hlavními problémy spojenými s mikrobiálním znečištěním chladicího systému jsou tvorba biologického nánosu a podpora koroze. Biologický nános poté působí jako izolační vrstva a vede k poklesu výkonu chladicího systému. Mikrobiální organismy navíc tvoří biofilm, ve kterém může přežít více než 99 % živých organismů ze systému [32].

S kontaminovanou vodou z otevřených chladicích systémů může být spojena řada infekcí. Hlavním zástupcem onemocnění způsobených touto cestou jsou bakterie rodu *Legionella*, které způsobují legionářskou nemoc a Pontiacskou horečku. Mezi další onemocnění řadíme gastrointestinální infekce způsobené salmonelami nebo bakterií *Escherichia coli*, poškození nervového systému a způsobení vážných neurologických problémů amébami [32].

3.2.3.2 Koroze

Koroze je proces, který způsobuje postupné znehodnocení materiálu vlivem chemických reakcí mezi materiálem a okolním prostředím. Průběh koroze ovlivňuje několik vlastností vody, jako je pH, teplota, obsah kyslíku a oxidu uhličitého, obsah organických látek nebo v neposlední řadě přítomnost některých mikroorganismů. Důsledkem koroze je zhoršení senzorických vlastností vody, tzv. zaželezování vody, změna pH a zvýšení obsahu nerozpuštěných látek [32, 33].

V otevřených chladicích systémech je koroze nejčastěji vyvolaná různorodostí materiálu. Často se jedná o bodovou korozi způsobenou depozity bakteriálního oživení. Méně častěji se vyskytuje plošná koroze. Koroze v chladicích okruzích způsobuje poškození konstrukčního materiálu, zhoršuje průtočnost systému a působí jako izolant, což má vliv na výkonnost provozu [28].

3.2.3.3 *Tvorba usazenin*

V důsledku překročení meze rozpustnosti solí ve vodě dochází k tvorbě minerálních usazenin. Toto překročení může nastat buď vlivem zahuštění vody odparem nebo prostým ohřevem u vod s vysokým obsahem minerálů. Mezi charakteristické složky vodního kamene patří uhličitan vápenatý a hořečnatý. Jde o směs minerálů vylučovanou ve formě pevného povlaku na stěnách kanálů obsahující uhličitan vápenatý a hořečnatý, síran vápenatý, křemičitan vápenatý nebo hydroxid hořečnatý [32].

Tvorba usazenin v otevřených chladicích systémech má za následek snížení přestupu tepla, kvůli tvorbě izolačního filmu, snížení průtočnosti systému nebo umožnění koroze materiálu pod inkrustující vrstvou [32].

3.2.4 **Úprava vod použitých v otevřených chladicích systémech**

Pro zajištění vhodnosti a použitelnosti vod do chladicích systémů je nezbytné, aby voda splňovala určité fyzikální, chemické a biologické parametry. Jedná se o obdobné technologické postupy úpravy vod jako v případě úpravy pitné vody [30].

V první řadě se používají hrubozrnná či jemnozrnná česle nebo sítě pro odstranění hrubých a plovoucích nečistot. Dále se voda čistí pomocí lapačů písků či sedimentačních nádrží. Většina vláknitých mikroorganismů se zachytí na česlích a jejich růstu nebo pomnožování lze zabránit použitím chloru nebo síranu měďnatého. Díky změkčení vody a regulaci teploty se voda stane méně agresivní vůči betonové konstrukci a kovovému potrubí. Tyto postupy se zavádějí při použití vod povrchových, což není tak časté [29].

Existují různé způsoby úpravy vod chladicích systémů. Tyto úpravy se liší od typu vody, je tedy rozdíl, zda se do systému vpustí voda pitná nebo voda z vrtu. Úprava vody probíhá na vstupní vodě a nejčastěji se zabezpečuje přímým dávkováním látek. Pro zajištění vhodnosti vod otevřených chladicích systémů se často používají speciální chemikálie, které slouží k různým účelům. Biocidy, jako jsou různé formy chloru a bromu, jsou důležité k regulaci mikrobiologického růstu. Dalším typem používaných chemikálií jsou inhibitory koroze. Tyto chemikálie, např. organofosfáty nebo zinek, snižují rychlost koroze. Pro inhibici tvorby úsad se používají chemická aditiva, mezi které patří např. dispergátory [29].

4 ČESKÁ LEGISLATIVA

4.1 Legislativa pitných vod

Jeden ze základních dokumentů ukotvených v české legislativě je aktuální znění zákona č. **205/2020 Sb.**, zákon, kterým se mění zákon č. **258/2000 Sb.**, o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a další související zákony.

Tento legislativní předpis byl přijat za účelem chránit a podporovat veřejné zdraví v rámci České republiky. Zákon stanovuje různá opatření a povinnosti týkající se prevence a šíření nemocí, péči o životní a pracovní podmínky, práva a povinnosti osob v ochraně veřejného zdraví nebo státní správu v ochraně a podpoře veřejného zdraví [34].

Důležitou částí jsou hygienické požadavky na vodu, kde je definován rozdíl mezi pitnou a užitkovou vodou. V § 3d odst. 2 jsou vyjmenovány prioritní prostory z hlediska přítomnosti bakterií rodu *Legionella* v rozvodu teplé vody. S prostory definovanými v tomto odstavci je spojeno vypracování posouzení a řízení rizik vnitřního vodovodu a přípojky. Závěry je nutné zapracovat do provozního řádu [34].

V tomto zákoně je ukotvena také povinnost hlásit případy onemocnění legionelózy, jedná se o tzv. systém epidemiologické bdělosti. Příslušný správní úřad je zodpovědný za sběr těchto dat, jejich vyhodnocení a předání do sítě Evropské unie pro epidemiologický dozor a kontrolu infekčních onemocnění [34].

Se zákonem č. 205/2000 Sb. je spojen předpis č. **371/2023 Sb.**, vyhláška, kterou se mění vyhláška č. **252/2004 Sb.**, kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, ve znění pozdějších předpisů. Tato vyhláška poskytuje specifické pokyny a postupy, které mají být dodržovány při ochraně a podpoře veřejného zdraví [35].

Tato vyhláška vymezuje postupy monitoringu, požadavky na odběr a metody rozboru pitné vody. V přílohách jsou poté konkrétní limitní hodnoty s popisem typu limity a vysvětlivkami, jedná se především o mikrobiologické, biologické, fyzikální, chemické a organoleptické ukazatele [35].

Příloha č. 2 vyhlášky 371/2023 Sb. určuje ukazatel *Legionella spec.* pro teplé vody vyrobené z pitné vody a teplé vody vyrobené z jiné vody než z vody pitné (Tabulka 3). Tyto ukazatele mezní hodnoty a nejvyšší mezní hodnoty platí podle vysvětlivky (2) pro zdravotnická zařízení, zařízení sociálních služeb, ve kterých jsou poskytovány pobytové služby, a ubytovací zařízení, pro teplou vodu dodávanou do sprch umělých nebo přírodních koupališť a pro pitnou vodu použitou pro výrobu teplé vody; pro ostatní objekty platí jako doporučená hodnota, o kterou je nutné pomocí technických opatření usilovat. Podle vysvětlivky (3) limitní hodnota je stanovena pro účely § 3b (postup vypracování posouzení a řízení rizik vnitřního vodovodu a přípojky v prioritních prostorech). A podle vysvětlivky (4) limita jako nejvyšší mezní hodnota platí pro oddělení nemocnic, kde jsou umístěni imunokompromitovaní pacienti, jako například oddělení transplantační, nedonošenecké, anestezioreuscitační, dialyzační, onkologie, hematoonkologie, jednotky intenzivní péče [35].

Tabulka 3 Mikrobiologické, biologické, fyzikální, chemické a organoleptické ukazatele teplé vody podle § 3 odst. 3 zákona č. 371/2023 Sb. [35]

Ukazatel	Jednotka	Limit		Typ limitu	Vysvětlivky
		Teplá voda vyrobená z pitné vody	Teplá voda vyrobená z jiné vody než z vody pitné		
Legionella spp.	KTJ/100ml	100	100	MH	1,2,3
Legionella spp.	KTJ/100ml	0	0	NMH	1,4

4.1.1 Surveillance legionelóz v ČR

Od 01.01.2024 nabyla účinnosti vyhláška č. **389/2023 Sb.** vyhláška o systému epidemiologické bdělosti pro vybraná infekční onemocnění. Tento systém sleduje zvolené infekční choroby a shromažďuje informace o faktorech vedoucích k výskytu těchto onemocnění [36].

Příloha č. 10 této vyhlášky udává systém epidemiologické bdělosti legionelózy, který popisuje klinická, laboratorní a epidemiologická kritéria, klasifikaci případů a informace k hlášení případů nebo šetření a opatření proti onemocnění legionelózou. ČR tak splňuje povinnost vyplývající z nařízení Evropského parlamentu a Rady o zřízení Evropského střediska pro kontrolu nemocí a poskytuje prostřednictvím Ministerstva zdravotnictví potřebná data o infekcích, jako je legionelóza [36].

4.2 Legislativa průmyslových vod chladicích systémů

Vyhláška č. **446/2021 Sb.**, vyhláška, kterou se mění vyhláška **409/2005 Sb.**, o hygienických požadavcích na výrobky přicházející do přímého styku s vodou a na úpravu vody, ve znění pozdějších předpisů, je právní předpis České republiky, který stanovuje složení a značení výrobků určených k přímému styku s pitnou nebo teplou nebo surovou vodou. Dále určuje složení a značení chemické směsi určené k úpravě vody na pitnou nebo teplou, způsob ověření, že nedojde k nežádoucímu ovlivnění pitné nebo teplé vody, a náležitosti záznamu o jeho provedení. V této vyhlášce najdeme popis vodárenské technologie k vodárenské úpravě surové vody a chemické látky nebo směsi, které mohou být k úpravě vody používány [37].

V přílohové části nalezneme popis výluhové zkoušky, požadavky na čistotu a bezpečnost chemických látek a směsí používaných k úpravě vody na pitnou nebo teplou, výpočet povolené koncentrace nečistot pro aplikaci ostatních chemických látek a směsí k úpravě vody [37].

Novelizace vyhlášky například vykládá nově povolené technologie na úpravu vody, upravuje § 3 odst. 6 tedy hygienické limity pro pitnou vodu pro ukazatele, které nejsou upraveny vyhláškou č. 525/2004 Sb. Novela také rozšiřuje vyhlášku o plasty určené pro styk s potravinami jako reakci na nově vydanou legislativu EU [38].

V České republice neexistují přímé legislativní limity upravující kvalitu technologické vody ve vnějších chladicích okruzích. Existují pouze doporučení zabývající se touto problematikou. Tato doporučení jsou vydávána institucemi jako jsou například Evropské pracovní skupiny specializující se na problematiku legionelózy.

4.3 České technické normy

České technické normy (ČSN) jsou dokumenty vyvíjené a udržované Úřadem pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Určují požadavky na výrobky, služby, postupy nebo systémy v ČR. ČSN standardizují procesy, zajišťují kvalitu a bezpečnost výrobků nebo pracovních postupů. Ačkoli dodržování normativních požadavků není povinné, mohou být povinné skrze smluvní dohody nebo použity jako důkaz shody s legislativními požadavky [39].

4.3.1 ČSN EN 806 – Vnitřní vodovod pro rozvod vody určené k lidské spotřebě

Norma ČSN EN 806 se zabývá vnitřním vodovodem pro rozvod vody určené k lidské spotřebě. Tato norma je rozdělena do pěti částí a specifikuje požadavky na návrh, montáž a provoz vnitřních vodovodních systémů a jejich příslušenství. Zahrnuje různé aspekty, jako jsou materiály potrubí, izolace, připojení, filtrace, tlakové podmínky a hygienické požadavky. Cílem této normy je zajistit bezpečný a spolehlivý provoz vodovodního systému, který splňuje požadavky na kvalitu vody pro lidskou spotřebu a minimalizuje riziko znečištění či řízení patogenů [40].

Norma tedy obsahuje specifikace a požadavky týkající se hygieny vody a prevence proti kontaminaci. To zahrnuje například požadavky na dezinfekci vodovodních systémů při uvedení do provozu a pravidelné kontroly kvalit vody. Dále norma určuje vhodné materiály a konstrukční prvky pro vodovodní systémy, které minimalizují riziko tvorby biofilmů a případného množení bakterií, včetně bakterií rodu *Legionella*. Požadavky na pravidelnou údržbu a kontrolu jsou také součástí normy. Cílem je minimalizovat riziko kontaminace a infekce například *Legionellou pneumophila* [40].

4.3.2 ČSN 75 7171 – Složení vody pro průmyslové chladicí okruhy

ČSN 75 7171 se zaměřuje na požadavky a doporučení týkající se vody určené pro průmyslové chladicí okruhy. Jejím cílem je zajistit, aby voda splňovala potřebné parametry pro efektivní provoz chladicích systémů a snižovala riziko poškození zařízení způsobené nevhodnou vodou. V normě jsou stanoveny specifikace pro kvalitu vody, jako chemické a fyzikální parametry, které by měly být dodržovány v chladicích okruzích. To zahrnuje například chemické složení vody, pH hodnotu vody a další parametry, které mohou ovlivnit výkon a životnost chladicích zařízení [41].

Dodržování této normy tedy představuje preventivní opatření proti výskytu bakterií rodu *Legionella*. Norma se dále zaměřuje na technické a provozní aspekty průmyslových chladicích systémů a eliminace bakterií rodu *Legionella* může vyžadovat další specifické aspekty a opatření [41].

5 LEGISLATIVA V RÁMCI EU

5.1 Světové organizace

5.1.1 WHO (World Health Organisation)

WHO neboli česky Světová zdravotnická organizace je specializovaný orgán Organizace spojených národů, který se zaměřuje na mezinárodní veřejné zdraví. Jejím hlavním cílem je dosahovat co nejlepšího možného stavu zdraví pro všechny lidi, bez ohledu na jejich socioekonomický status. WHO působí jako globální autorita ve zdravotnických otázkách a poskytuje výzkum, poradenství, podporu a technickou pomoc členským státům. Její práce zahrnuje monitorování globálního zdraví, vydávání doporučení a směrnic pro prevenci a léčbu nemocí, koordinaci mezinárodních reakcí na epidemie a pandemie, poskytování podpory ve zdravotní péči a mnohé další [42].

V kontextu legionelózy poskytuje WHO dokumenty shrnující dopad bakterií *Legionella spec.* na zdraví. Poskytuje také návrh hodnocení a řízení rizik spojených s bakteriemi rodu *Legionella* nebo výsledky laboratorního zkoumání bakterií rodu *Legionella* a radí členským státům se specifickými otázkami [17, 43].

5.1.2 ECDC (European Centre for Disease Prevention and Control)

Evropské středisko pro prevenci a kontrolu nemocí je agentura Evropské unie, která se specializuje na sledování, prevenci a kontrolu infekčních chorob v Evropě. Hlavním posláním je sběr a analýza epidemiologických dat, poskytování odborného poradenství a podpora členských států EU při reakci na hrozby veřejného zdraví [44].

ECDC plní úlohu centrálního odborného subjektu EU v oblasti dohledu nad bakteriemi rodu *Legionella*. Orgán, známý jako Evropská pracovní skupina pro legionelové infekce (The European Working Group of Legionella Infections – EWGLI), byla založen v roce 1986 a sdružovala vědce z různých zemí, kteří společně analyzovali a řešili problémy spojené s těmito bakteriemi. Do roku 2010 byla koordinace mezinárodní spolupráce při řešení epidemiologických situací svěřena EWGLINET (European Epidemiological Network for Legionella Monitoring). V tomto roce byl EWGLINET přeměněn do podoby ELDSNet (European Legionnaires' Disease Surveillance Network). Hlavními aktivitami ELDSNetu jsou monitorování případů legionelózy spojených s cestováním, koordinace a standardizace laboratorních služeb a správa databáze legionelových kmenů [13, 44, 45].

5.2 Velká Británie

Výskyt bakterií *Legionella spec.* je ve Velké Británii regulován řadou legislativních dokumentů. Mezi hlavní předpisy patří **Health and Safety at Work Act 1974**, který stanovuje základní povinnosti zaměstnavatelů z hlediska ochrany zdraví a bezpečnosti zaměstnanců. Tento zákon představuje rámec pro ochranu zaměstnanců, zajišťuje bezpečné pracovní podmínky a klade důraz na prevenci pracovních úrazů a nemocí [46-48].

V souvislosti s ochranou před bakteriemi *Legionella spec.* je tento právní předpis relevantní zejména z hlediska povinností zaměstnavatelů. Díky tomuto zákonu mají zaměstnavatelé povinnosti jako například provádět hodnocení rizik a přijímat vhodná opatření k minimalizaci nebo eliminaci rizik nebo poskytovat dostatečné informace zaměstnancům, aby byli schopni

rozpoznat a minimalizovat rizika. Jedná se tedy o širší rámec, který *Legionellu spec.* přímo neuvádí, ale poskytuje obecnou strukturu ochrany zdraví na pracovišti [48].

Mezi další legislativní dokumenty, které bakterie rodu *Legionella* přímo nezmiňují, ale jejich dodržování je klíčové pro eliminaci rizika spojeného s touto bakterií, patří například Control of Substances Hazardous to Health Regulations 2013 (COSHH), The Management of Health and Safety Regulations 1999 nebo The Construction Design and Management Regulations 2015 [46, 47].

Tyto právní předpisy stanovují obecné povinnosti zaměstnanců a ostatních odpovědných osob v oblasti ochrany zdraví a bezpečnosti při práci. Implementace těchto předpisů vyžaduje provádění posouzení rizik, vytváření bezpečnostních opatření a monitorování prostředí s cílem snižovat potenciální nebezpečí [47].

Ve Velké Británii existuje státní orgán zvaný Health and Safety Executive (HSE), který je pověřen regulací a prosazováním zdravotních a bezpečnostních standardů na pracovišti. HSE působí v Anglii, Skotsku, Walesu a Severním Irsku. Jeho hlavním cílem je ochrana zdraví, bezpečnost pracovníků a veřejnosti na pracovišti prováděním inspekcí, poskytováním odborného poradenství a informací. Mezi jeho působnost patří také vyvíjení a prosazování příslušných legislativních a regulačních rámců [49].

HSE v kontextu bakterií rodu *Legionella* vydalo několik dokumentů pomáhajících k prevenci a kontrole této bakterie. Jedná se o dokumenty **Technical guidance, Audit checklist, A brief guide for dutyholders a Approved Code of Practice (ACOP) L8**. Tyto dokumenty poskytují podrobné pokyny a doporučení. I když nejsou právně závazné, dodržování a aplikace těchto dokumentů pomůže s jejich zákonnými povinnostmi kontrolovat riziko vystavení *Legionelle spec.* [50].

ACOP L8 poskytuje pomoc odpovědným subjektům s jejich právními povinnostmi spojenými s prevencí a kontrolou *Legionelly spec.* Jeho cílem je zabezpečit vodní systémy tak, aby k infekcím nedocházelo. ACOP L8 popisuje preferované nebo doporučené postupy, které je potřeba splnit, aby byly dodrženy povinnosti stanovené zákonem Health and Safety at Work 1974. Tento kodex je schválen státním tajemníkem a může zajistit soulad se zákonem v určitých oblastech. Nicméně tento předpis má zvláštní právní význam. V případě trestního stíhání za porušení zákona Health and Safety at Work musí subjekt prokázat, že byl zákon dodržen jiným specifickým způsobem, než udává ACOP L8. Tato směrnice rovněž poskytuje obecné informace, včetně vysvětlení požadavků zákona, konkrétní technické informace nebo odkazy na další zdroje informací [51].

Dalším dokumentem HSE je Technical guidance, který je rozdělen do specifických částí. Tyto části se nazývají Část 1: Kontrola bakterií *Legionella* v odpařovacích chladicích systémech, Část 2: Kontrola bakterií *Legionella* v teplých a studených vodních systémech a Část 3: Kontrola bakterií *Legionella* v ostatních riskantních systémech. Doporučení v jednotlivých dokumentech jsou zaměřena na subjekty, mezi něž patří zaměstnavatelé, osoby spravující prostory a osoby s odpovědností za zdraví a bezpečnost ostatních [52].

Část 1, která se zaměřuje na odpařovací chladicí systémy, je určena pro jakýkoli vodní systém, který by mohl být potenciálním zdrojem pro růst bakterií rodu *Legionella*. To představují vodní systémy, ve kterých je voda uskladněná nebo recirkulována v systému, teplota vody v celém systému nebo v jeho části je 20 až 45 °C, existují usazeniny podporující růst bakterií a vodní systémy, které mohou vytvářet kapičky vody a ty mohou být rozptýleny [52].

Tato část Technical guidance popisuje typy, návrhy a provoz odpařovacích chladicích systémů. Dále specifikuje požadavky na úpravu chladicí vody s podrobnými popisy mikrobiální a korozní kontroly nebo použití alternativních technik, jako je použití ozonu. V další kapitole jsou určeny postupy kontroly čištění a dezinfekce (Tabulka 5). V kapitole monitoring kvality vody a porozumění analytickým zprávám o úpravě vody je popsán monitoring bakterií rodu *Legionella* a popis doporučených akcí při jejich detekci (Tabulka 4). Část 1 Technical guidance na závěr obsahuje šest dodatků o hodnocení rizika *Legionelly*, vypracování kontrolního schéma, pokyny při epidemii nebo schéma kontrolních bodů [52].

Posledním dokumentem HSE je Audit checklist, který představuje praktické kontrolní seznamy pro audit. Jedná se o tři seznamy, a to Hodnocení rizik, Chladicí věže a Služby teplé a studené vody [52].

Tabulka 4 Komentáře a doporučené kroky v závislosti na počtu kolonií *Legionelly* ve vodě podle [52]

Legionella (KTJ/litr)	Komentáře a doporučené kroky*
Nedetekována† nebo pod 100	„Nedetekováno“ neznamená „nepřítomno“ nebo to, že tu není žádný risk. Zaměřte se na kontrolní měření, zvláště udržujte obecné aerobní body niž než 1×10^4 KTJ/ml.
>100 a pod 1000	Toto může být sporadický výsledek nebo indikace stálého problému. Překontrolujte program a obecné aerobní počty. Ujistěte se, že úprava vody pracuje správně. Upravte dávkování biocidu, pokud obecný aerobní počet neindikuje správnou kontrolu (méně než 10×10 KTJ/ml). Převzorkujte, abyste ověřili původní výsledek a poté znovu, abyste ověřili, že nápravná opatření jsou účinná.
>1000 nebo stále nízké hodnoty	Je vyžadována okamžitá reakce. Převzorkujte a preventivně nadávkujte do vodního systému vhodný biocid nebo zvyšte hodnotu kontinuálního dávkování biocidu. Přehodnoťte celý kontrolní program a přijměte případná nápravná opatření. Převzorkujte, abyste určili počet kolonií a účinnost nápravného opatření. Opakujte po 48 hodinách. Pokud přetrvává vysoký počet kolonií, zkontrolujte hodnocení rizik a identifikujte další nápravná opatření.
*Jakmile je voda jednou kolonizována <i>Legionellou</i> , je extrémně obtížné snížit hodnoty na nedetekovatelné hodnoty a mohou se tedy periodicky vracet výsledky pozitivní na <i>Legionellu</i> . Za takových okolností by měly být přijaty kroky, které zajišťují kontrolu rizik a měřicí kontroly k ujištění, že i když je <i>Legionella</i> přítomna v menších měřítkách, nemůže se množit do nebezpečných hodnot.	
†Jiné laboratorní metody mohou vést k LOD okolo 100 KTJ/litr. V takových případech pokračujte a zaměřte se na kontrolu a udržte obecné aerobní počty v nízkých hodnotách. Kde je to možné, pracujte s akreditovanými laboratorními metodami pro použití nižšího LOD. To může zahrnovat snížení koncentrace dalších mikroorganismů.	

Tabulka 5 Pokyny HSE pro kontrolu systému chladicí vody podle [52]

CO VYŠETŘOVAT	JAK VYŠETŘOVAT	NA CO SI DÁVAT POZOR
Celkový stav systému	Vizuální prohlídka přístupných částí během provozu, především během odstávek	Poškození ochranných povrchů Tvorba nánosů a/nebo koroze Biofilm/biologické znečištění Nahromadění nečistot
Tepelný výměník	Vizuální prohlídka tepelného výměníku na stupeň znečištění, dbát na data o přenosu tepla, jsou-li k dispozici	Nánosy, koroze nebo znečištění
Rozvodný systém chladicí věže	Vizuální prohlídka během odstávky (zajištění bezpečného přístupu). Špatný rozvodný systém může být zřejmý z usazenin nebo poškození na horní části výplně.	Nánosy ve žlabu nebo na tryskách Špatný rozvod vody Fyzické poškození a únik
Eliminátory	Vizuální prohlídka (zajištění bezpečného přístupu). Oddělení pro důkladnou kontrolu, pokud je to možné.	Nánosy Poškození Správné umístění a montáž
Výplň chladicí věže	Procesy vizuálního zhodnocení výplně chladicí věže zahrnují: <ul style="list-style-type: none"> ▪ vyjmutí veškeré výplně ▪ vyjmutí reprezentativní části výplně ▪ použití boroskopu ke kontrole reprezentativních částí buď vyjmutých nebo in-situ ▪ orovnění mokré části výplně s novými částmi ▪ vyklepání suché části výplně pro uvolnění usazenin ▪ rozdělení bloků a jejich vnitřní kontrola ▪ vnitřní vizuální kontrola s komplexním písemným a fotografickým záznamem 	Správná montáž a orientace Pověšení Křehnutí Usazování a znečištění Důkaz o špatném rozvodu vody
Podpěry výplně a vnitřní struktura	Kontrola vyjmutím z výplně, pokud není možné, jiné kontroly, např. pomocí boroskopu nebo digitálního fotoaparátu	Koroze Pověšení nebo sesunutí Tvorba usazenin
Plnění koše a spojovací tyče	Vyjmutí, kde je to praktické, jinak kontrola na místě	Koroze nebo křehnutí Sesunutí modulů
Základní nádrž chladicí věže a další jímky systému	Vizuální kontrola po vypuštění nebo sondováním jímky bez vypuštění	Tvorba usazenin Důkaz o kontaminaci procesu Biologické znečištění

Ve Velké Británii existuje legislativní dokument **The Notification of Cooling Towers and Evaporative Condensers Regulations of 1992**, který stanovuje povinnost ohlásit úřadům provozování a umístění chladicích věží a odpařovacích kondenzátorů. Tato regulace vyžaduje pravidelná hlášení místním úřadům o existenci a umístění těchto zařízení s cílem zvýšit transparentnost a usnadnit monitorování potenciálních rizik. Tato opatření mají za úkol minimalizovat rizika a zajistit bezpečný provoz zařízení [53].

5.3 Německo

Jedním z klíčových legislativních dokumentů Německa je spolková sbírka zákonů *Bundesgesetzblatt*. Tento dokument představuje rámec pro řízení různých právních oblastí, včetně veřejného zdraví, práce a sociální politiky. Dále definuje práva a povinnosti občanů a státních orgánů v oblasti veřejného zdraví, stanovuje opatření pro ochranu a podporu zdraví obyvatelstva a zajišťuje dodržování hygienických standardů [54].

Bundesgesetzblatt ve svém 159. vydání z roku 2023 obsahuje **Trinkwasserverordnung** (TrinkwV), což je zákon Německého spolkového ministerstva zdravotnictví, který stanovuje právní předpisy a hygienické požadavky pitné vody. Stanovuje požadavky na kvalitu a bezpečnost pitné vody a určuje povinnosti vodáren a dalších subjektů. Mezi hlavní ustanovení patří stanovení limitů nebezpečných látek v pitné vodě, jako jsou těžké kovy, pesticidy a bakterie, specificky i bakterie rodu *Legionella*. Pro ty platí limitní hodnota 100KTJ/100 ml. TrinkwV také zahrnuje požadavky na pravidelné testování a monitoring kvality pitné vody a stanovuje postupy pro oznámení a řešení kontaminace. V § 51 jsou specificky popsány povinnosti provozovatele ve vztahu k *Legionella spec.*, jako například provádět opatření k šetření příčin nákazy. Dále v § 68 jsou popsány zvláštní opatření ministerstva zdravotnictví ohledně *Legionelly* [55].

Další zákon, který zmiňuje bakterie *Legionella spec.* je **Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten beim Menschen** (IfSG). Tento zákon upravuje prevenci a kontrolu infekčních onemocnění u lidí. IfSG definuje bakterie rodu *Legionella* jako jednoho z patogenů, které musí být nahlášeny, v případě akutní infekce. Dále zákon stanovuje okamžitou informační povinnost hygienického orgánu v případě kumulace onemocnění legionelózou. V případě podezření, že byly patogeny přeneseny prostřednictvím aerosolů ve venkovním vzduchu, je zdravotní oddělení, kde se vyskytují pacienti nakažení tímto způsobem, povinno poskytnout informace o pravděpodobných místech a časech nákazy příslušnému orgánu [56].

Pro regulaci pitné vody je relevantní nejen IfSG, ale také německá nařízení o kvalitě vody pro lidskou spotřebu a návrhy německé spolkové agentury pro ochranu životního prostředí. Pro usnadnění dodržování předpisů existuje několik technických norem, které vycházejí ze zákona, jedná se například o W551, W556, VDI/DVGW 6023 [56, 57].

Právní dokument německého federálního práva je také nařízení **Zweiundvierzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes** (42. BImSchV), které reguluje různé aspekty ochrany veřejného zdraví a životního prostředí. Jednou z hlavních oblastí,

kteřou se zabývá, je kontrola a regulace odpařovacích chladicích systémů a praček vzduchu. Toto opatření je zavedeno v souladu s Bundes-Immissionsschutzgesetz a má za cíl minimalizovat emise a negativní dopady průmyslových aktivit na lidské zdraví a životní prostředí [58].

Dokument 42. BImSchV obsahuje specifické požadavky a předpisy týkající se provozu odpařovacích chladicích systémů a mokřých separátorů v podobě nařízení **Verordnung über Verunstungskühlanlagen, Kühltürme und Nassanscheider**. Nařízení stanovuje povinnost pravidelně provádět laboratorní testy na přítomnost bakterií rodu *Legionella* v průmyslové vodě nejméně každé tři měsíce. Definované hodnoty pro jednotlivé systémy (Tabulka 6) jsou stanoveny pro Testovací hodnotu 1 a 2 a pro hodnotu, která je nutná pro zásah. Dále nařízení specifikuje postup v případě překročení stanovených testovacích hodnot [58].

Tabulka 6 Koncentrace *Legionelly* v průmyslové vodě podle [58]

Typ zařízení	Testovací hodnota 1	Testovací hodnota 2	Hodnota ke konání
	Koncentrace bakterií <i>Legionella</i> [KTJ <i>Legionella spec.</i> 100 ml]		
Odpařovací chladicí systémy	100	1 000	10 000
Mokřé separátory	100	1 000	10 000
Chladicí věže	500	5 000	50 000

Dále se nařízení zabývá požadavky na pravidelnou kontrolu chladicích věží. Tato kontrola zahrnuje fyzikální, chemické a mikrobiologické parametry průmyslových vod každé dva týdny a kontrolu bakterií rodu *Legionella* minimálně jednou měsíčně. Opět je zde určen postup pro případ překročení definovaných hodnot, který zahrnuje dodatečné provedení testu na *Legionelly spec.* [58].

V další části nařízení jsou stanovena dodatečná opatření v případě překročení definovaných hodnot nebo situací, kdy jsou bakterie rodu *Legionella* zjištěny. Tato dodatečná opatření zahrnují například provedení studie na rozlišení séro skupin *Legionella pneumophila* a rozlišení dalších druhů *Legionella* [58].

Vedle toho obsahuje nařízení ustanovení týkající se povinnosti oznámení nových i stávajících odpařovacích chladicích systémů, chladicích věží i praček vzduchu odpovědným úřadům. To má zajistit transparentnost a snadnější možnost kontroly dodržování předpisů [58, 59].

5.4 Rakousko

Na území Rakouska jsou příslušné právní předpisy týkající se kontroly bakterií rodu *Legionella* především součástí legislativy v oblasti vodního a hygienického práva. Zákony Wasserrechtgesetz, Lebensmittelgesetz a příslušné vyhlášky zahrnují ustanovení kvalitu vody, včetně opatření zaměřených na prevenci šíření *Legionella spec.* [60].

Základní právní dokument v Rakousku je obdoba vodního zákonu ČR a to Wasserrechtgesetz. Tento legislativní dokument představuje klíčový právní nástroj pro správu, ochranu a užívání vodních zdrojů. Wasserrechtgesetz definuje práva a povinnosti týkající se využívání a ochrany

vodních zdrojů v souladu s mezinárodními normami a závazky. Zákon stanovuje regulační mechanismy pro řízení vodních toků, povolení k užívání a monitorování kvality vody [61].

Hlavními cíli zákona jsou zachování a zlepšení kvality vody, ochrana vodních ekosystémů a zabezpečení udržitelného využívání vodních zdrojů. Jsou zde stanoveny normy a požadavky na ochranu vodních zdrojů před znečištěním a požadavky na udržení ekologické rovnováhy vodních ekosystémů. Současně reguluje procesy a postupy pro udělování povolení k užívání vody pro různé účely, včetně průmyslového, zemědělského a komunálního využití [61].

V kontextu bakterií rodu *Legionella* zákon bakterie přímo nezmiňuje, ale je spíše širším rámcem ochrany. Zákon obsahuje ustanovení týkající se kontroly a monitorování vodních systémů a zajištění hygieny vodních toků [61].

V Rakousku existuje vyhláška **Trinkwasserverordnung**, která představuje klíčový právní předpis v oblasti regulace kvality pitné vody. Tento dokument stanovuje požadavky týkající se jakosti vody určené k lidské spotřebě a jeho cílem je zajistit bezpečnost a spolehlivost dodávky pitné vody pro veřejnost [62].

Vyhláška upravuje různé aspekty správy, monitorování pitné vody nebo povinností provozovatelů vodárenských zařízení. Ti jsou povinni provádět testy kvality vody a dodržovat normy týkající se obsahu nečistot a mikrobiologických znečišťujících látek. Ani v této vyhlášce nenalezneme přímo požadavky na limity bakterií rodu *Legionella* (Tabulka 7) [62].

Tabulka 7 Mikrobiologické indikátory vyhlášky Trinkwasserverordnung pro nedesinfikovanou vodu podle [62]

INDIKUJÍCÍ PARAMETR:	Hodnota	Jednotka
KTJ při 22 °C	100	počet/ml
KTJ při 37 °C	20	počet/ml
Koliformní bakterie	0	počet/100 ml
<i>Clostridium perfringens</i>	0	počet/100 ml
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0	počet/100 ml

Österreichischen Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH (AGES) a Bundesministerium für Gesundheit vydali dokument Kontrola prevence legionářské nemoci spojené s cestováním. V tomto dokumentu jsou popsány konkrétní opatření určená pro provozovatele ubytovacích zařízení. Tyto pokyny jsou zaměřeny na optimalizaci hygienických podmínek a ochranu hostů [60].

Další dokumenty vydané AGES a Bundesministerium für Gesundheit jsou Österreichische Norm (ÖNORM). Tyto dokumenty představují základní rámec pro opatření k prevenci. V listopadu 2013 byla publikována norma ÖNORM B 5020, která stanovuje požadavky na mikrobiologickou kvalitu vody v chladicích systémech. Jsou zde vymezeny hygienické aspekty plánování, realizace, provozu, monitorování otevřených chladicích věží a uzavřených odpařovacích chladičů. Dokumenty ÖNORM jsou doporučení, jejichž uplatňování je dobrovolné. Zákonodárce však může prohlásit tyto normy za závazné a tím získají právní status [63, 64].

Za účelem řešení zdravotních rizik spojených s chladicími věžemi a dalšími chladicími zařízeními vydala Verein Deutscher Ingenieure (VDI) Směrnici 2047. Tato směrnice popisuje strukturní a technické požadavky na provoz těchto zařízení. Provozovatelé, kteří dodržují ustanovení VDI 2047, získávají právní jistotu v souladu s nejnovějšími technickými standardy, jedná se ovšem o doporučení. Hygienická opatření definovaná ve směrnici VDI 2047 mají za účel zajištění pravidelné a řádné dezinfekce chladicích věží [65].

5.5 Slovensko

Na Slovensku je jedním z hlavních právních předpisů, týkajících se *Legionelly*, zákon č. 517/2022 Z. z., zákon, kterým se mění a doplňuje zákon č. 355/2007 Z. z., o ochraně podpoře a rozvoji veřejného zdraví a o změně a doplnění některých zákonů. Ministerstvo zdravotnictva Slovenskej republiky podle zákona č. 355/2007 Z. z. ustanovilo vyhlášku č. 91/2023 Z. z., kterou se ustanovují ukazatele a limitní hodnoty kvality pitné vody a kvality teplé vody (Tabulka 8), postup při monitorování pitné vody, management rizik systému zásobování pitnou vodou a management rizik domovních rozvodných systémů [66, 67].

Tato vyhláška zmiňuje bakterie rodu *Legionella* v několika bodech, jako jsou limitní hodnoty pitné vody a management rizik domovních rozvodných systémů. Na rozdíl od české vyhlášky č. 371/2023 Sb. je i stopové množství, nižší než limitní hodnota, nutné k příjmu opatření na změření rizik a odstranění těchto rizik z domovních rozvodových systémů [67].

Tabulka 8 Príloha č. 7 k vyhláške č. 91/2023 Z.z. ukazovatele kvality teplej vody a ich limitné hodnoty [67]

Ukazovateľ	Jednotka	Limitná hodnota	Druh limitnej hodnoty	Poznámka
<i>Legionella species</i>	KTJ/1000 ml	< 1000	NMH	Najvyššia medzná hodnota sa uplatňuje pre teplú vodu v prioritných priestoroch vyčlenených podľa § 7 ods. 2.
<i>Legionella species</i>	KTJ/1000 ml	0	NMH	Najvyššia medzná hodnota sa uplatňuje pre oddelenia nemocníc, v ktorých sú umiestnení imunokompromitovaní pacienti, predovšetkým oddelenia transplantačné, nedonesenecké, anestézioreuscitačné, dialyzačné, onkologické, hematookologické, oddelenia pneumológie a fízeológie oddelenia/kliniky hrudníkovej chirurgie a jednotky intenzívnej starostlivosti.

Kontaktním bodem ECDC pro vyšetřování bakterií rodu *Legionella* na Slovensku je Národní referenční centrum při Úradu veřejného zdravotnictva Slovenskej republiky [68].

Další legislativní dokument platný na území Slovenska zmiňující bakterie rodu *Legionella* je vyhláška č. 308/2012 Z.z., Vyhláška ministerstva zdravotnictva Slovenskej republiky o požiadavkách na kvalitu vody, kontrolu kvality a o požiadavkách na prevádzku, vybavenie prevádzkových plôch, priestorov a zariadení na prírodnom kúpalisku a na umelom kúpalisku [69].

5.6 Polsko

Jeden z hlavních právních předpisů v Polsku je **Prawo wodne**, který upravuje širokou škálu aspektů spojených s ochranou vodních zdrojů a hospodařením s vodou. Jedná se o právní rámec, který stanovuje práva a povinnosti ve vztahu k využívání, ochraně a správě vodních zdrojů v zemi [70].

Předpisy obsažené v zákoně se týkají například ochrany vodních ekosystémů, správy území řek a regulace hospodaření s vodou v různých formách, ale i zabezpečení pitné vody. Tento zákon poskytuje rámec pro udržitelné a efektivní využívání vodních zdrojů jak pro lidskou spotřebu, tak i pro průmyslové a zemědělské účely [70].

I když zákon *Legionellu spec.* přímo nezmiňuje, je relevantní pro ochranu před touto bakterií z několika důvodů. Jedním z klíčových faktorů šíření *Legionelly* je kvalita vody a její distribuce. Předpis Prawo wodne stanovuje povinnosti právě v oblasti zabezpečení kvality vody a její distribuce. Správná údržba a regulace vodních systémů jsou také klíčové pro minimalizaci šíření této bakterie a jsou regulovány tímto zákonem [70].

S tímto zákonem se pojí polské nařízení **Rozporządzenie Ministra Zdrowia w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi**. Jedná se o legislativní dokument, který stanovuje požadavky na kvalitu vody určené k lidské spotřebě. Jsou zde určeny specifické parametry a limity pro chemické, fyzikální a mikrobiologické parametry vody [71, 72].

Toto nařízení ze dne 7. prosince 2017 určuje počet bakterií rodu *Legionella* obsažených v teplé vodě pro lidskou spotřebu (Tabulka 9). Dále jsou zde určena místa pro odběr vzorků, povinnosti provádět zkoušky jakosti nebo minimální četnost odběrů vzorků teplé vody a postupy závislosti na výsledcích bakteriologického vyšetření (Tabulka 10) [72].

Tabulka 9 Mikrobiologické požadavky teplé vody podle [72]

Parametr	Počet mikroorganismů [KTJ]	Objem vzorku [ml]
<i>Legionella spec.</i>	<100	100
	<50	1000

Tabulka 10 Minimální četnost odběru vzorků teplé vody a postupy, které je třeba dodržet v závislosti na výsledcích naměřených kolonií *Legionelly* podle [72]

Počet KTJ <i>Legionella spec.</i>	Hodnocení kontaminace	Popis	Kontrola
<100/100ml	žádné nebo zanedbatelné	Systém pod kontrolou – není nutná žádná zvláštní akce.	1x za rok.
≥100/100 ml	střední	Pokud je většina vzorků pozitivních, měla by být vodovodní síť považována za kolonizovanou <i>Legionellou</i> , měla by být nalezena příčina (technická kontrola sítě, kontrola teploty vody) a měla by být přijata opatření ke snížení počtu bakterií. Další postup (čištění a dezinfekce) závisí na výsledku dalšího testu.	Po 4 týdnech, pokud se výsledek testu nezmění, je potřeba čištění a dezinfekci. Test se opakuje po 1 týdnu, potom po 1 roce.
≥1000/100 ml	vysoké	Měly by být provedeny výše uvedené zásahy, včetně čištění a dezinfekce systému – voda není vhodná pro sprchy.	1 týden po vyčištění a dezinfekci, potom každé 3 měsíce.
≥10000/100 ml	velmi vysoké	Zařízení a instalace teplé vody by měly být okamžitě vyřazeny z provozu a mělo by být provedeno čištění a dezinfekce.	1 týden po vyčištění a dezinfekci, potom každé 3 měsíce.

Další zákon zmiňující *Legionellu* je Ustawa o zapobieganiu oraz zwalczaniu zakażeń i chorób zakaźnych u ludzi. Tento zákon se zabývá prevencí, monitorováním a kontrolou infekčních onemocnění. Zákon stanovuje povinnosti a pravomoci pro orgány veřejného zdravotnictví, jejich pracovníky a další relevantní subjekty, aby zajistili ochranu veřejného zdraví a minimalizovali šíření infekčních chorob v zemi. Dále obsahuje opatření týkající se očkování,

hygienických pravidel, sledování epidemiologických situací. Zákon přímo zmiňuje legionelózu v seznamu infekcí a infekčních onemocnění [71, 73].

Sdělení ministerstva investic a rozvoje ze dne 8. dubna 2019 o vyhlášení rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie ustanovuje systém zásobování teplou vodou pro jednotlivé typy budov. Toto sdělení aplikuje preventivní opatření proti bakteriím rodu *Legionella*, jako například ohřev vody vyšší než 55 °C, možnost nepřetržité nebo periodické dezinfekce atd. [71].

V Polsku existuje instituce Institut Techniki Budowlanej (ITB), která se zabývá certifikací a standardizací v oblasti stavebnictví a technického inženýrství. Mezi hlavní náplně této společnosti patří odborná podpora a technická expertíza pro stavební průmysl a infrastrukturní projekty. ITB vydalo WYTYCZNE PROJEKTOWANIA INSTALACJI WODOCIĄGOWYCH, kde je popsáno snížení rizika pro lidské zdraví způsobené bakteriemi *Legionella spec.* ve vodovodních a klimatizačních instalacích. ITB je v Polsku renomovanou a uznávanou institucí, a proto směrnice a doporučení vydané touto institucí mají vysokou autoritu a praktickou relevanci pro stavební průmysl. Dodržování těchto směrnic může být klíčové pro zajištění technické kvality a bezpečnosti ve stavebnictví [74, 75].

6 DISKUZE

Od 12. ledna 2021 nabyla platnosti Směrnice (EU) 2020/2184 o jakosti vody určené k lidské spotřebě. Díky této směrnici museli země EU do svých legislativních dokumentů implementovat do 12. ledna 2023 limity vody určené k lidské spotřebě, tak aby zajišťovaly vodu „zdravotně nezávadnou a čistou“. Cílem směrnice bylo také zjednodušit přístup k vodě určené k lidské spotřebě a zavedení účinného monitoringu kvality vody založeného na rizicích [76].

„Zdravotně nezávadná a čistá“ voda určená k lidské spotřebě splňuje požadavky dané směrnicí, tedy neobsahuje mikrobiologické ukazatele Intestinální enterokoky a *Escherichia coli*. O bakteriích rodu *Legionella* se směrnice zmiňuje jako ukazatel relevantní pro posouzení rizik domovních rozvodných systémů, přesněji by hodnota měla být nižší než 1000 KTJ/l [76].

Země jako ČR, Slovensko, Rakousko a Německo uplatnili tuto směrnici do svých legislativ novelizací již existujících vyhlášek. Evropská komise uskuteční posouzení směrnice do 12. ledna 2035. Do toho okamžiku by mělo být zrealizováno také přezkoumání normy pro mikroorganismy a chemické látky a postupy pro monitorování, odebírání vzorků a posuzování rizik. Je tedy otázkou, jestli se limitní hodnoty právě pro bakterie rodu *Legionella* neimplementují do evropského práva po tomto přezkoumání [76].

Většina zmíněných zemí, které mají ve svém legislativním aparátu regulaci kvality vod chladících systémů nebo přímo zmíněné bakterie rodu *Legionella*, zavedla tato opatření jako reakci na epidemii způsobenou *Legionellou spec.* na jejich území nebo ve světě. Popsané výskyty nálezů (viz. kapitola 2.4.3.), zajistily zvýšení povědomí o závažnosti nákazy bakteriemi *Legionella spec.* Tyto události také zdůraznily potřebu zavedení potřebných opatření pro prevenci a kontrolu bakterií rodu *Legionella*. V reakci na zmíněné epidemie byly přijaty přísnější legislativní předpisy pro údržbu, sledování kvality vody a hlášení chladících věží a dalších zařízení.

Ve Velké Británii jsou subjektům, kteří mají v provozu chladicí systémy, k dispozici poradenské služby. Ty zahrnují mimo jiné poskytování řady dokumentů s všeobecnými pokyny pro prevenci výskytu bakterií *Legionella*, postupy čištění a dezinfekce chladících systémů a monitorovacích činností. Díky těmto opatřením a efektivním kontrolním mechanismům dosáhla Velká Británie, v době hlášení dat ECDC, průměrného výskytu legionářské nemoci pod hranicí 1 případ na 100 000 obyvatel. Ve srovnání se situací v ČR, kde se výskyt legionelózy pohybuje přes 2 případy na 100 000 obyvatel a nejsou stanoveny žádné legislativní regulace ani oficiální doporučení pro prevenci a kontrolu této nemoci, se Velká Británie projevuje pokročilejším přístupem k této problematice. Díky již zmíněným opatřením dosahuje Velká Británie nižšího průměrného výskytu legionelózy, což naznačuje důležitost legislativních a preventivních opatření při ochraně veřejného zdraví [77].

Obdobně je to i v porovnání s Německem. I když Německo patří mezi jednu ze čtyř zemí, které v rámci EU představovala za rok 2021 75 % všech nahlášených případů legionelózy, je přepočten na 100 000 obyvatel nižší než v ČR. V Německu existuje nařízení zabývající se přímo chladicími systémy a chladicími věžemi a toto nařízení také představuje povinnost hlášení chladících věží. Mimo jiné mají provozovatelé povinnost mít růst *Legionelly spec.* pod kontrolou a hlásit jej dozoru. Německá nařízení jsou doprovázena obecně uznávanými

kodexy a normami. Mezi hlavní vydavatele těchto dokumentů řadíme Deutsches Institut für Normung a Verein Deutscher Ingenieure [77].

Země s podobným počtem nahlášených případů legionářské nemoci na 100 000 obyvatel jako má ČR je Rakousko. V Rakousku neexistují legislativní dokumenty upravující jakost vod používaných v chladicích systémech ani povinnost hlásit chladicí věže. Přesto existuje v Rakousku řada dobrovolných norem a doporučení, které v prevenci proti bakterii *Legionella spec.* pomáhají. Příkladem je dokument od Arbeitskreis für Hygiene in Gesundheitseinrichtungen des Magistrats der Stadt Wien, který se zabývá inspekcí a kontrolou vody spojené s těmito bakteriemi [77].

V rámci zemí V4 má ČR nejvyšší počet hlášených případů legionelózy na 100 000 obyvatel. Maďarsko a Polsko jsou na tom v tomto poměru výrazně lépe. Maďarské národní organizace vydaly příručku o legionářské nemoci a její prevenci, která mimo jiné obsahuje popis správné údržby chladicích věží a doporučení testování vody chladicích systémů na přítomnost *Legionella spec.* alespoň čtyřikrát ročně. V Polsku je šíření onemocnění způsobených bakteriemi rodu *Legionella* regulováno spíše preventivními opatřeními, které jsou implementovány v zákonech. V Polsku neexistuje právní povinnost hlásit chladicí věže, a i přes to je v Polsku nejmenší počet onemocnění legionelózy na 100 000 obyvatel v rámci V4 [77].

Legionelóza není v ČR běžně zmiňovaným onemocněním, což může přispívat k jejímu každoročnímu nárůstu. Nedostatečné povědomí veřejnosti o tomto onemocnění vede k nižší míře opatrnosti a tím se zvyšuje riziko šíření bakterií rodu *Legionella*.

Pro zamezení šíření těchto bakterií je na území ČR nezbytné zavést povinný legislativní rámec, který *Legionella spec.* zmiňuje jako ukazatel kvality vod chladicích systémů. Doplnění povinných limitů, pravidelný monitoring a hlášení příslušným orgánům je klíčové. Pravidelný monitoring by měl zahrnovat odběr a analýzu vzorků vod chladicích systémů, přičemž jako vzor může sloužit britská opatření ACOP L8 a relevantní dokumenty HSE. Povinné hlášení by na druhou stranu zajistilo, že výsledky budou transparentně sdíleny s příslušnými zdravotnickými orgány. V tomto případě může ČR čerpat z příkladu německého IfSG. Povinné hlášení chladicích věží a jejich krizové řízení po vzoru Velké Británie a Německa může zajistit rychlejší řešení případných epidemiologických situací.

Mezi neméně důležitá opatření pro snížení nákazy *Legionella spec.* je vzdělání a osvěta. Mimo informování širší veřejnosti o závažnosti nákazy legionelózou, je klíčové poskytovat pravidelná školení a certifikace zaměstnanců. Příkladem zavedení takového právního rámce je Health and Safety at Work 1974 ve Velké Británii.

ČR by také měla aktivně sledovat trendy v ochraně proti bakteriím rodu *Legionella* a spolupracovat s mezinárodními organizacemi a institucemi, které se zabývají kontrolou a prevencí legionelózy. Účast na mezinárodních konferencích a vzájemná informovanost, zvláště se sousedními zeměmi, může přispět k inovaci opatření proti *Legionella spec.* a může zamezit šíření nebezpečných infekcí, nejen legionelózy, z příhraničních oblastí.

Tato opatření jsou důležitá pro prevenci vzniku epidemií a zvýšení ochrany veřejného zdraví. Vytvoření právního rámce, který bude vyžadovat pravidelné kontroly, by mohlo významně

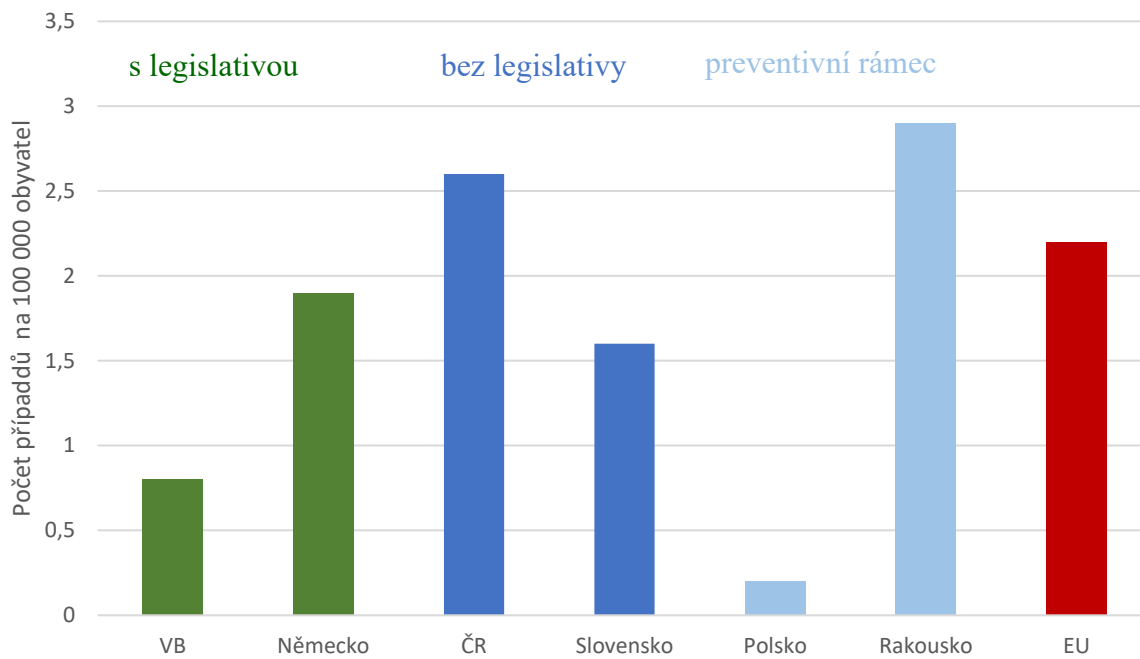
snížit výskyt legionelózy na našem území. Inspirace zahraničními postupy a legislativou by mohla poskytnout potřebné znalosti a osvědčené postupy pro kontrolu a prevenci šíření této nebezpečné bakterie.

Tabulka 11 Rozdělení legislativních a podpůrných dokumentů podle země a typu

	CZ*	GB*	DE*	AT*	SK*	PL*
Legionella v pitných vodách	Vyhláška č. 371/2023 Sb.	The Water Supply (Water Quality) Regulations 2016	TrinkwV	Trinkwasserverordnung	Vyhláška 21/2023 Z.z.	ROZPORZĄDZENIE MINISTRA ZDROWIA w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi
Legionella v otevřených chladicích systémech	–	Health and Safety at Work 1974	Verordnung über Verunstgungskühlanlagen, Kühltürme und Nassanscheider	–	–	–
Povinnost hlášení chladicích věží	–	Notification of cooling towers and Evaporative Condensers Regulations 1992	Verordnung über Verunstgungskühlanlagen, Kühltürme und Nassanscheider	–	–	–
Podpůrné/používané normy	ČSN EN 806 ČSN 75 7171	ACOP L8 HSE Technical guidance	W551, W556 DVI 6023	ÖNORM B 5020 VDI 2047	STN 75 7171	ITB

*CZ – Česká republika, GB – Velká Británie, DE – Německo, AT – Rakousko, SK – Slovensko, PL - Polsko

Na obrázku 8 je znázorněn graf, který přiděluje vybranému státu počet případů legionelózy na 100 000 obyvatel. V grafu je také zaznamenán průměr nahlášených dat EU. Byl vybrán rok 2019, protože se jedná o poslední rok hlášení dat EU Velkou Británií před brexitem. Graf poukazuje na nižší hodnoty zemí s legislativním rámcem, jako Velká Británie a Německo. Nejmenší hodnoty nahlášených případů vykazuje Polsko. Nad evropským průměrem nahlášených případů na 100 000 obyvatel je Rakousko a ČR. Slovensko se i bez zabudovaného legislativního rámce drží pod průměrem EU.



Obrázek 8 Graf případů legionelózy na 100 000 obyvatel za rok 2019

7 ZÁVĚR

Bakalářská práce se zabývá různými přístupy legislativního ošetření proti bakteriím rodu *Legionella* v otevřených chladicích systémech ve vybraných zemích EU a ve Velké Británii. Jedná se srovnání rozdílných implementací limit pro tyto bakterie do zákonů ČR a legislativních předpisů vybraných států jako Slovenska, Rakouska, Německa, Polska a Velké Británie.

Existuje široká škála přístupu k opatření proti šíření *Legionella spec.* v otevřených chladicích systémech. Země jako Velká Británie a Německo přijali legislativní předpisy a povinné normy pro provozovatele chladicích systémů. Tyto dokumenty zahrnují pravidelnou údržbu, monitorování kvality vody a hlášení chladicích věží. Jedná se tedy o rozsáhlá preventivní opatření, díky kterým se tyto země nemusejí potýkat s tak velkými a častými epidemiologickými výskyty onemocnění legionelózy. Vedle toho Rakousko a Polsko uplatňují spíše dobrovolné normy a širší rámce ochrany.

V ČR není legislativně stanovena žádná regulace týkající se limitních hodnot pro bakterie rodu *Legionella* v otevřených chladicích systémech. Tato absence právního aspektu může být jedním z důvodů vysoké indikace legionelózy, která v ČR dosahuje jednoho z nejvyšších počtu případů na 100 000 obyvatel v porovnání s vybranými zeměmi.

Je tedy zřejmé, že by ČR měla přijmout do svého legislativního aparátu limity upravující kvalitu vody chladicích systémů, se zvláštním zaměřením na *Legionella spec.* Vzorem mohou být opatření přijatá v zahraničí, jako například britský ACOP L8 a příslušné dokumenty HSE. Dalším vhodným opatřením by bylo zavedení povinného hlášení chladicích věží a povinný plán jejich krizového řízení po vzoru Německa a Velké Británie. Sdílení výsledků monitoringu s příslušnými zdravotnickými orgány může zajistit efektivnější řešení případných epidemií způsobených *Legionellou spec.*

8 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] JULÁK, Jaroslav. *Úvod do lékařské bakteriologie*. 2. vydání. Praha: Univerzita Karlova v Praze, nakladatelství Karolinum, 2015. ISBN 978-80-246-3210-0.
- [2] FANG, GUO-DONG, VICTOR L. YU a RICHARD M. VICKERS. Disease Due to the Legionellaceae (Other than Legionella pneumophila). *Medicine* [online]. 1989, **68**(2) [cit. 2024-03-19]. ISSN 0025-7974. Dostupné z: doi:10.1097/00005792-198903000-00005
- [3] WINN, W C. Legionnaires disease: historical perspective. *Clinical Microbiology Reviews* [online]. 1988, **1**(1), 60-81 [cit. 2024-03-19]. ISSN 0893-8512. Dostupné z: doi:10.1128/CMR.1.1.60
- [4] SCHINDLER, Jiří. *Mikrobiologie: pro studenty zdravotnických oborů*. Praha: Grada, 2010. Sestra. ISBN 978-80-247-3170-4. Dostupné také z: <http://www.digitalniknihovna.cz/mzk/uuid/uuid:1fc9e990-1feb-11e5-8cc8-005056827e52>
- [5] HAMPLOVÁ, Lidmila. *Mikrobiologie, imunologie, epidemiologie, hygiena pro bakalářské studium a všechny typy zdravotnických škol*. V Praze: Stanislav Juhaňák - Triton, 2015. ISBN 978-80-7387-934-1.
- [6] PEUTHERER, John Forrest, Richard C. B. SLACK a David GREENWOOD. *Lékařská mikrobiologie: přehled infekčních onemocnění: patogeneze, imunita, laboratorní diagnostika a epidemiologie*. Praha: Grada, 1999. ISBN 80-7169365-0.
- [7] *Guidelines for drinking-water quality: addendum: microbiological agents in drinking water*. 2nd ed. Geneva: World Health Organization, 2002. ISBN 92-4-154535-6.
- [8] KOLÁŘOVÁ, Libuše. *Obecná a klinická mikrobiologie*. Praha: Galén, [2020]. ISBN 978-80-7492-477-4.
- [9] MUDRA, Radim, Irena MARTINKOVÁ, Marie FIEDOROVÁ a Danuše HANSLÍKOVÁ. Legionella - the Devil Never Sleeps. *Hygiena* [online]. 2014, **59**(1), 37-40 [cit. 2024-03-19]. ISSN 18026281. Dostupné z: doi:10.21101/hygiena.a1211
- [10] BEDNÁŘ, Marek. *Lékařská mikrobiologie: bakteriologie, virologie, parazitologie*. Praha: Marvil, 1996. ISBN 8594031505280. Dostupné také z: <http://www.digitalniknihovna.cz/mzk/uuid/uuid:4b8795c0-ebe2-11e3-a2c6-005056827e51>

- [11] GAST, Rebecca J., Dawn M. MORAN, Mark R. DENNETT, Wayne A. WURTSBAUGH a Linda A. AMARAL-ZETTLER. Amoebae and Legionella pneumophila in saline environments. *Journal of Water and Health* [online]. 2011, 9(1), 37-52 [cit. 2024-03-19]. ISSN 1477-8920. Dostupné z: doi:10.2166/wh.2010.103
- [12] CAMPAÑA, María, Rafael DEL HOYO, Antonio MONLEÓN-GETINO a Javier CHECA. Predicting Legionella contamination in cooling towers and evaporative condensers from microbiological and physicochemical parameters. *International Journal of Hygiene and Environmental Health* [online]. 2023, 248 [cit. 2024-03-19]. ISSN 14384639. Dostupné z: doi:10.1016/j.ijheh.2023.114117
- [13] PETROVOVÁ, Markéta. *Zdravotní rizika legionel z průmyslových technologií*. Brno, 2013. Disertační práce. Masarykova univerzita, Lékařská fakulta.
- [14] ŠAŠEK, Jaroslav, BOBKOVÁ, Šárka, ed. Legionelóza a její prevence. In: *Státní zdravotnický ústav* [online]. [cit. 2024-04-09]. Dostupné z: <https://szu.cz/temata-zdravi-a-bezpecnosti/zivotni-prostredi/kvalita-vody/pitna-voda/legioneloza-a-jeji-prevence/>
- [15] GRAHAM, Christopher I., Teassa L. MACMARTIN, Teresa R. DE KIEVIT a Ann Karen C. BRASSINGA. Molecular regulation of virulence in Legionella pneumophila. *Molecular Microbiology* [online]. 2024, 121(2), 167-195 [cit. 2024-03-19]. ISSN 0950-382X. Dostupné z: doi:10.1111/mmi.15172
- [16] BARTRAM, Jamie, Yves CHARTIER, John V. LEE, Katherine POND a Susanne SURMAN-LEE, ed. *Legionella and the prevention of legionellosis*. Geneva: World Health Organization, 2007. ISBN 92-4-156297-8.
- [17] WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Legionellosis* [online]. 2022 [cit. 2024-03-20]. Dostupné z: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/legionellosis>
- [18] SAMUELSSON, Jonas, Lara PAYNE HALLSTRÖM, Gaetano MARRONE a Joana GOMES DIAS. Legionnaires' disease in the EU/EEA*: increasing trend from 2017 to 2019. *Eurosurveillance* [online]. 2023, 28(11) [cit. 2024-04-02]. ISSN 1560-7917. Dostupné z: doi:10.2807/1560-7917.ES.2023.28.11.2200114
- [19] Annual Epidemiological Report for 2021. *European Centre for Disease Prevention and Control*. 2023.
- [20] KOLEK, Vítězslav. *Pneumonie - diagnostika a léčba*. Praha: Triton, 2003. ISBN 80-7254-359-8.
- [21] Infekce v ČR – ISIN (dříve EPIDAT). SZÚ | *Oficiální web Státního zdravotního ústavu v Praze* [online]. [cit. 2024-05-17]. Dostupné z: <https://szu.cz/publikace-szu/data/infekce-v-cr/rok-2024/>

- [22] O'MAHONY, M. C., R. E. STANWELL-SMITH, H. E. TILLET, et al. The Stafford outbreak of Legionnaires' disease. *Epidemiology and Infection* [online]. 1990, **104**(3), 361-380 [cit. 2024-03-20]. ISSN 0950-2688. Dostupné z: doi:10.1017/S0950268800047385
- [23] SONDER, G J, J A VAN DEN HOEK, L P BOVÉE, et al. Changes in prevention and outbreak management of Legionnaires' disease in the Netherlands between two large outbreaks in 1999 and 2006. *Eurosurveillance* [online]. 2008, **13**(38) [cit. 2024-03-20]. ISSN 1560-7917. Dostupné z: doi:10.2807/ese.13.38.18983-en
- [24] DEN BOER, Jeroen W. A Large Outbreak of Legionnaires' Disease at a Flower Show, the Netherlands, 1999. *Emerging Infectious Diseases* [online]. 2002, **8**(1), 37-43 [cit. 2024-03-20]. ISSN 10806040. Dostupné z: doi:10.3201/eid0801.010176
- [25] GARCÍA-FULGUEIRAS, Ana, Carmen NAVARRO, Daniel FENOLL, et al. Legionnaires' Disease Outbreak in Murcia, Spain. *Emerging Infectious Diseases* [online]. 2003, **9**(8), 915-921 [cit. 2024-03-20]. ISSN 1080-6040. Dostupné z: doi:10.3201/eid0908.030337
- [26] JAIN, Nityanand a Aleksandra Małgorzata KRYGOWSKA. Legionnaire's looms: Europe's wake-up call to enhance vigilance in detection and reporting. *New Microbes and New Infections* [online]. 2023, **55** [cit. 2024-03-20]. ISSN 20522975. Dostupné z: doi:10.1016/j.nmni.2023.101194
- [27] CHEMTREAT. Introduction to Cooling Water System Fundamentals. *ChemTreat, Inc* [online]. [cit. 2024-05-17]. Dostupné z: <https://www.chemtreat.com/water-essentials-handbook-chapter-cooling-water-system-fundamentals/>
- [28] MALÝ, Josef a Jitka MALÁ. *Chemie a technologie vody*. 2., dopl. vyd. Brno: ARDEC, c2006. ISBN 80-86020-50-9.
- [29] HÜBNER, Pavel. *Úprava vody v energetice: Pavel Hübner*. 2., přeprac. a rozš. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2015. ISBN 978-80-7080-873-3.
- [30] ŘÍHOVÁ AMBROŽOVÁ, Jana. *Aplikovaná a technická hydrobiologie*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2001. ISBN 80-7080-463-7.
- [31] DIVERSEY. *Open Cooling Systems Water Treatment* [online]. [cit. 2024-01-30]. Dostupné z: <https://diversey.com/en/solutions/food-and-beverage-production/water-treatment/open-cooling-systems-water-treatment>

- [32] CHEMTREAT. Water essentials handbook: corrosion, scale, and biofouling control in cooling systems. *ChemTreat, Inc* [online]. [cit. 2024-04-29]. Dostupné z: <https://www.chemtreat.com/water-essentials-handbook-chapter-corrosion-scale-and-biofouling-control-in-cooling-systems/>
- [33] SKALICKÝ, Michal. *Koroze v distribučních systémech pitné vod*. Praha, 2018. Disertační práce. ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE.
- [34] ČESKO. Zákon č. 205/2020 Sb.: zákon, kterým se mění zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a další související zákony. In: © AION CS 2010-2024. *Zákony pro lidi.cz* [online]. 2020, 1.5.2020 [cit. 2024-04-29]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-205>
- [35] ČESKO. Vyhláška č. 371/2023 Sb.: vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, ve znění pozdějších předpisů. In: © AION CS 2010-2024. *Zákony pro lidi.cz* [online]. 2024, 2024 [cit. 2024-04-29]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2023-371>
- [36] ČESKO. Vyhláška č. 389/2023 Sb.: vyhláška o systému epidemiologické bdělosti pro vybraná infekční onemocnění. In: © AION CS 2010-2024. *Zákony pro lidi.cz* [online]. [cit. 2024-04-29]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2023-389>
- [37] ČESKO. Vyhláška č. 446/2021 Sb.: vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 409/2005 Sb., o hygienických požadavcích na výrobky přicházející do přímého styku s vodou a na úpravu vody, ve znění pozdějších předpisů. In: © AION CS 2010-2024. *Zákony pro lidi.cz* [online]. [cit. 2024-04-29]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2021-446>
- [38] Výrobky pro styk s vodou a na úpravu vody. SZÚ | *Oficiální web Státního zdravotního ústavu v Praze* [online]. [cit. 2024-05-17]. Dostupné z: <https://szu.cz/temata-zdravi-a-bezpecnosti/zivotni-prostredi/kvalita-vody/vyrobky-pro-styk-s-vodou-a-na-upravu-vody/novela-vyhlasiky-c-409-2005-sb-o-hygienickych-pozadavcich-na-vyrobky-prichazejici-do-primeho-styku-s-vodou-a-na-upravu-vody/>
- [39] JAREŠ, Jaromír. *Uplatňování českých technických norem* [online]. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2004 [cit. 2024-03-21]. Sborníky technické harmonizace.
- [40] ČSN EN 806. Praha: © Český normalizační institut, 2002.
- [41] ČSN 75 7171. Praha: © Český normalizační institut, 2014.

- [42] UNITED NATIONS. *WHO: World Health Organisation* [online]. [cit. 2024-03-20]. Dostupné z: <https://www.un.org/youthenvoy/2013/09/who-world-health-organisation/>
- [43] VAN KENHOVE, Elisa, Karla DINNE, Arnold JANSSENS a Jelle LAVERGE. Overview and comparison of Legionella regulations worldwide. *American Journal of Infection Control* [online]. 2019, 47(8), 968-978 [cit. 2024-03-19]. ISSN 01966553. Dostupné z: doi:10.1016/j.ajic.2018.10.006
- [44] EUROPEAN CENTRE FOR DISEASE PREVENTION AND CONTROL. *What we do* [online]. [cit. 2024-03-20]. Dostupné z: <https://www.ecdc.europa.eu/en/about-ecdc/what-we-do>
- [45] EUROPEAN CENTRE FOR DISEASE PREVENTION AND CONTROL. *European Legionnaires' Disease Surveillance Network (ELDSNet)* [online]. [cit. 2024-03-20]. Dostupné z: <https://www.ecdc.europa.eu/en/about-us/partnerships-and-networks/disease-and-laboratory-networks/eldsnet>
- [46] HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE. *Legionnaire's disease What you must do* [online]. [cit. 2024-03-25]. Dostupné z: <https://www.hse.gov.uk/legionnaires/what-you-must-do.htm>
- [47] LEIBLEIN, T.W., M. TUCKER, M. ASHALL, R. AL KHADDAR, S. LEE, C. GOLLNISCH, L. GOLLNISCH a S. HOFER. National legislation, standards and recommendations with respect to water risk management and Legionella prevention. *Journal for Facility Management* [online]. 2018 [cit. 2024-05-13]. Dostupné z: doi:10.34749/jfm.2018.2815
- [48] UK. Health and Safety at Work etc. Act 1974. In: © CROWN AND DATABASE RIGHT. *Legislation.gov.uk* [online]. [cit. 2024-05-13]. Dostupné z: <https://www.legislation.gov.uk/ukpga/1974/37/contents>
- [49] Our role as a regulator. *Hse.gov.uk* [online]. [cit. 2024-05-13]. Dostupné z: <https://www.hse.gov.uk/enforce/our-role-as-regulator.htm>
- [50] What you must do. *Hse.gov.uk* [online]. [cit. 2024-05-13]. Dostupné z: <https://www.hse.gov.uk/legionnaires/what-you-must-do.htm>
- [51] UK. *Approved Code of Practice and guidance on regulations* [online]. L8 (Fourth edition). Health and Safety Executive, 2013 [cit. 2024-05-13]. ISBN 9780717666157.
- [52] UK. *Legionnaires' disease: Technical guidance* [online]. Second edition. Health and Safety Executive, 2024 [cit. 2024-05-13]. ISBN 978 0 7176 6753 6. Dostupné z: <https://www.hse.gov.uk/pubns/books/hsg274.htm>

- [53] UK. The Notification of Cooling Towers and Evaporative Condensers Regulations of 1992. In: © CROWN AND DATABASE RIGHT. *Legislation.gov.uk* [online]. 1992 [cit. 2024-05-13]. Dostupné z: <https://www.legislation.gov.uk/uksi/1992/2225/contents/made>
- [54] Informace o národní databázi. *N-lex.europa.eu* [online]. [cit. 2024-05-13]. Dostupné z: <https://n-lex.europa.eu/n-lex/info/info-de/index?lang=cs>
- [55] DEUTSCHLAND. Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch. In: *Gesetze-im-internet.de* [online]. 2023, 2023 [cit. 2024-05-13]. Dostupné z: https://www.gesetze-im-internet.de/trinkwv_2023/
- [56] DEUTSCHLAND. Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten beim Menschen. In: *Gesetze-im-internet.de* [online]. [cit. 2024-05-13]. Dostupné z: <https://www.gesetze-im-internet.de/ifsg/>
- [57] *Management of Legionella in Water Systems* [online]. Washington, D.C: National Academies Press, 2019 [cit. 2024-04-01]. ISBN 978-0-309-49382-6. Dostupné z: doi:10.17226/25474
- [58] DEUTSCHLAND. Zweiundvierzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes. In: *Gesetze-im-internet.de* [online]. 2017, 2017 [cit. 2024-05-13]. Dostupné z: https://www.gesetze-im-internet.de/bimschv_42/BJNR237900017.html
- [59] AQUA CONCEPT. 42. *Bundes-Immissionsschutzverordnung Verdunstungskühlanlagen, Kühltürme und Nassabscheider* [online]. [cit. 2024-04-04]. Dostupné z: <https://www.aqua-concept-gmbh.eu/de/leistungen/industriewasser/42-bimschv/>
- [60] *AGES* [online]. [cit. 2024-05-16].
- [61] ÖSTERREICH. Wasserrechtsgesetz 1959 (WRG 1959). *Wasserrechtsgesetz 1959 (WRG 1959)* [online]. [cit. 2024-05-16]. Dostupné z: https://info.bml.gv.at/themen/wasser/wasser-oesterreich/wasserrecht_national/wasserrechtsgesetz/WRG1959.html
- [62] ÖSTERREICH. Trinkwasserverordnung. In: © 2024 BUNDESKANZLERAMT DER REPUBLIK ÖSTERREICH. *Ris.bka.gv.at* [online]. 2024, 2024 [cit. 2024-05-16]. Dostupné z: <https://www.ris.bka.gv.at/NormDokument.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20001483&FassungVom=2024-05-16&Artikel=&Paragraf=&Anlage=1&Uebergangsrecht=>
- [63] AUSTRIAN STANDARDS WEBSITE. *ÖNORM B 5020* [online]. [cit. 2024-04-07]. Dostupné z: <https://www.austrian-standards.at/de/shop/onorm-b-5020->

2013-11-01~p2038530?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwiMmwBhDmARIsABeQ7xSU XGAJcTTMPoKYDwptiN7NKz0RKdF_wJRV-gUzessAigTXrj-5J9YaAvoMEALw_wcB

- [64] WKO. *Grundlagen der Normung in Österreich* [online]. [cit. 2024-04-07]. Dostupné z: <https://www.wko.at/ce-kennzeichnung-normen/grundlagen-normung-oesterreich>
- [65] MESSER. *Kühlturm-hygiene: So können betreiber für mehr sicherheit sorgen* [online]. [cit. 2024-04-07]. Dostupné z: <https://blog.messer.at/ozon-abwasser-kuehlturm>
- [66] SLOVENSKO. Zákon č. 517/2022 Z.z.: zákon, ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 355/2007 Z. z. o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov a ktorým sa menia a dopĺňajú niektoré zákony. In: MINISTERSTVO SPRAVODLIVOSTI SLOVENSKEJ REPUBLIKY. *Slov-lex.sk* [online]. [cit. 2024-05-08]. Dostupné z: <https://www.slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/2022/517/#>
- [67] SLOVENSKO. Vyhláška č. 91/2023 Z. z.: vyhláška Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky, ktorou sa ustanovujú ukazovatele a limitné hodnoty kvality pitnej vody a kvality teplej vody, postup pri monitorovaní pitnej vody, manažment rizík systému zásobovania pitnou vodou a manažment rizík domových rozvodných systémov. In: © S-EPI S.R.O. 2010-2024. *Zákony pre ľudí.sk* [online]. [cit. 2024-05-08]. Dostupné z: <https://www.zakonypreludi.sk/zz/2023-91>
- [68] ÚRAD VEREJNÉHO ZDRAVOTNÍCTVA SLOVENSKEJ REPUBLIKY. *Legionelózy* [online]. [cit. 2024-04-03]. Dostupné z: <https://www.uvzsr.sk/web/uvz/legionelozy>
- [69] SLOVENSKO. Vyhláška č. 308/2012 Z. z.: vyhláška Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky o požiadavkách na kvalitu vody, kontrolu kvality vody a o požiadavkách na prevádzku, vybavenie prevádzkových plôch, priestorov a zariadení na prírodnom kúpalisku a na umelom kúpalisku. In: © S-EPI S.R.O. 2010-2024. *Zákony pre ľudí.sk* [online]. [cit. 2024-05-08]. Dostupné z: <https://www.zakonypreludi.sk/zz/2012-308>
- [70] POLSKA. Prawo wodne. © 2024 WOLTERS KLUWER. *Sip.lex.pl* [online]. [cit. 2024-05-16]. Dostupné z: <https://sip.lex.pl>
- [71] Polskie przepisy dotyczące Legionelli. *Legionella Control* [online]. [cit. 2024-05-16]. Dostupné z: <https://www.legionellacontrol.pl/przepisy-legionella/>

- [72] POLSKA. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. © 2009-2024 KANCELARIA SEJMU RP. *Isap.sejm.gov.pl* [online]. [cit. 2024-05-16]. Dostępne z: <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20170002294>
- [73] POLSKA. Ustawa z dnia 5 grudnia 2008 r. o zapobieganiu oraz zwalczaniu zakażeń i chorób zakaźnych u ludzi. © 2009-2024 KANCELARIA SEJMU RP. *Isap.sejm.gov.pl* [online]. [cit. 2024-05-16]. Dostępne z: <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=wdu20082341570>
- [74] Instytut Techniki Budowlanej. *ITB* [online]. [cit. 2024-05-16]. Dostępne z: <https://www.itb.pl/>
- [75] Instalacje wodociągowe i kanalizacyjne. *Ksiegarniatechniczna.com.pl* [online]. [cit. 2024-05-16]. Dostępne z: <https://www.ksiegarniatechniczna.com.pl/instalacje-wodociagowe-i-kanalizacyjne.html>
- [76] Summaries of EU Legislation Pitná voda – základní normy jakosti. *Eurlex.europa.eu* [online]. [cit. 2024-05-14]. Dostępne z: <https://eurlex.europa.eu/CS/legal-content/summary/drinking-water-essential-quality-standards.html>
- [77] *LEGIONELLA AND LEGIONNAIRES' DISEASE: A POLICY OVERVIEW* [online]. © European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA), 2011 [cit. 2024-05-16]. ISBN 978-92-9191-488-3.

9 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

CDC	Středisko pro kontrolu nemocí
EU	Evropská unie
ČR	Česká republika
SZÚ	Státní zdravotnický ústav
ECDC	Evropské centrum pro prevenci a kontrolu nemocí
EEA	Evropský hospodářský prostor
ČSN	Česká technická norma
WHO	Světová zdravotnická organizace
HSE	Health and Safety Executive
ACOP	Approved Code of Practice
TrinkwV	Trinkwasserverordnung
IfSG	Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten beim Menschen
BImSchV	Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes
AGES	Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit
ÖNORM	Bundesministerium für Gesundheit jsou Österreichische Norm
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
ITB	Institut Techniki Budowlanej