

# Omezování výskytu bakterií, zejména bakterií Legionella v teplé vodě

## 1. Úvod

Ve vodě povrchové i podzemní se vyskytují mikroorganismy, které nejsou ani úpravou vody na vodu pitnou a jejím následným zdravotním zabezpečením (desinfekcí) z vody plně odstraněny – přežívají.

A také když se podíváme do vyhlášky Ministerstva zdravotnictví č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a rozsah kontroly pitné vody, ve znění vyhlášky č. 293/2006 Sb., počítá se tam s výskytem mikroorganismů v pitné vodě – jejich množství je limitováno. Z toho pro patogenní bakterie tj. pro ty, které způsobují onemocnění hodnotou 0.

Ovšem v přirozeném vodním prostředí a také v pitné vodě se vyskytují bakterie, které limitovány nejsou, jedná se o bakterie Legionella. Přítomnost těchto bakterií je ale v příloze 2 výše uvedené vyhlášky limitována v teplé vodě. Limity jsou následující:

100 KTJ/100 ml platí jako mezní hodnota pro zdravotnická zařízení, ubytovací zařízení, sprchy u veřejných bazénů a koupališť pro ostatní objekty platí tento limit jako doporučená hodnota, o kterou je nutné pomocí technických opatření usilovat,

0 KTJ/50 ml platí, jako nejvyšší mezní hodnota pro oddělení nemocnic, kde jsou umístěni imunokompromitovaní pacienti, jako jsou např. oddělení transplantací, nedonošenecká, ARO, dialyzační, onkologická, hematologická, JIP.

Prakticky každá informace o bakteriích druhu Legionella začíná opakováním informace, kde se poprvé projevila – nezačnu pro úplnost jinak, ale budu velmi stručný.

Bakterie druhu Legionella se studují pozorně od r. 1976, kdy na kongresu legionářů (veteránů z vietnamské války) ve Filadelfii došlo k hromadné nákaze účastníků tímto druhem bakterie – odtud její název, která se projevila zápal plic, vedoucím v 36 případech ke smrti.

Je známo několik desítek bakterií legionella, nejvýznamnější z nich je bakterie Legionella pneumophila, která je původcem onemocnění nazývaného legionářskou nemocí.

Toto onemocnění se vyskytuje ve dvou formách a to jako těžký zápal plic doprovázený bolestmi na hrudníku, bolestmi hlavy, dále může být doprovázen zvracením, průjmem, poruchou jaterní funkce, poruchami orientace. Druhá, lehčí forma, nazývaná pontiacká horečka je onemocnění připomínající chřipku.

Odhaduje se, že asi 30 % případů legionářské nemoci jsou hlášeny a pravděpodobně velký počet onemocnění není vůbec diagnostikován, neboť při mírném průběhu nemoci se pacienti na přítomnost bakterie Legionella nevyšetřují.

K nákaze dochází vdechnutím vodního aerosolu a nejsou známy případy přenosu nemoci mezi lidmi.

## 2. Bakterie Legionella

Nyní se blíže podíváme na bakterie Legionella, na to jaké podmínky potřebuje pro udržení a své množení a na to jakými způsoby je možné proti jejímu výskytu a množení zasáhnout.

Zmíněná bakterie Legionella je gramnegativní aerobní tyčka o velikosti 20  $\mu\text{m}$ . Její růst a množení se daří v místech kde je železo a dusík (rez a organické částice) a teplota 25 – 45°C. Legionelly rostou uvnitř jiných organismů – tj. mají endosymbiotický vztah a to často s některými prvky (jednobuněčnými organismy).

Rozmnožovací perioda bakterie Legionella dělením, je ve výše naznačených vhodných podmínkách, uvnitř jednobuněčného organismu 4 hodiny, takže během několika dnů mohou být z jedné bakterie až statisíce jedinců.

Laicky pospáno, bakterie se množí v buňce tak dlouho, až buněčná stěna praskne a bakterie se vyplaví do systému.

V souvislosti s bakteriálním znečištěním teplé vody se hovoří o tvorbě biofilmů. Pokud bychom měli biofilm definovat, je to osídlení mikroorganismů na hraničních plochách vody. Jedná se o shluky mikroorganismů, které drží pohromadě směs biopolymerů tzv. extracelulární polymerní substance (tj. látky vylučované buňkami). Jaký má tento biofilm význam ve vztahu k bakteriím a ostatním mikroorganismům? Chrání je před časově omezenými změnami vnějších podmínek, jako jsou změna hodnoty pH, teploty, podmínek proudění a také před působením desinfekčních prostředků. Dále tvoří zásobárnu živin z okolní vody a tím umožňuje jejich přežívání při zastavení přísunu živin.

Vývoj biofilmu začíná přilnutím mikroorganismů na povrch, dále tvorbou mikrokolonií až po vznik „zralého filmu a to od řidších slabších vrstev ve vodách chudých na živiny (pitná voda) až po husté vrstvy při vysokých koncentracích živin.

Jaké jsou technické důsledky přítomnosti masivního mikrobiologického osídlení – tj. biofilmů v rozvodech teplé vody. Biofilmy totiž vyvolávají mikrobiálně indukovanou korozi (mimo jiné i důlková koroze), kde příčinou je změna elektrochemického potenciálu a produkce kyselin na hraničních plochách mezi materiálem a biofilmem. Někdy vede tvorba biofilmu nejen ke kumulaci biologických vrstev na povrchu, ale podporuje i vypadávání minerálních látek. To má za následek vznik velmi odolných povlaků z organického (biologického) i anorganického materiálu, který se velmi špatně odstraňuje. Mimo fyzikálních důsledků, kterými jsou zhoršení proudění vody v systému, a také zhoršení výměny tepla ve výměnících, je třeba počítat i se zhoršením kvality vody.

Biofilmy mohou a také vytvářejí dobré podmínky pro zachycení a množení patogenních bakterií tj. i bakterií Legionella pneumophila. Většina bakterií Legionella je v biofilmech, pouze asi 30 % těchto bakterií je přítomno v planktonální formě ve vodě.

Z výše uvedeného vyplývá, že bakterie Legionella můžeme očekávat ve větších systémech zásobování teplou vodou, kde je teplota okolo 45°C s místy, kde je menší pohyb vody a kde voda prochladá, dále ve starých kovových rozvodech, napadených korozí s nánosy z tvrdosti vody nebo produktů koroze (případně v kombinaci). Proti napadení bakteriálním osídlením nejsou imunní ani rozvody z plastových materiálů, protože i zde se vytváří a pevně ulpívají na vnitřních stěnách potrubí nánosy z tvrdosti vody a vločky hydratovaných oxidů železa, které se dostanou do rozvodů z pitné vody, která železo přináší v menším množství sebou (do 0,2 mg/l), kde se ohřevem urychlí jeho oxidace a hydratace za vzniku rezavých vloček – tj. i zde jsou potom vytvořeny podmínky pro masivnější biologické osídlení systému.

Objekty, ve kterých bakterie Legionella mohou nejčastěji způsobovat zdravotní problémy, jsou ty, ve kterých se zdržují starší a nemocní lidé, jako domovy pro seniory a nemocnice, lázeňské objekty a dále také školy, hotely atp. Biofilm si zaslouží, jako možný reálný rizikový faktor pro obyvatele, pozornost i v instalacích v běžné domovní zástavbě.

Konstatováním, že přirozené osídlení povrchů se vyskytuje na všech plochách smáčených vodou (i vodou pitnou) a že z tohoto osídlení se může vyvinout až povrchový nárůst - biofilm přejdeme k tomu, jak ovlivňovat mikrobiologické osídlení systému a obsah bakterií v teplé vodě.

### **3. Metody omezování výskytu bakterie Legionella**

K zajištění teplé vody bez nadlimitního množství bakterií Legionella můžeme přistupovat dvojím způsobem a to buď odstraňovat důsledky – likvidovat bakterie ve vodě obsažené, tj. dlouhodobě až trvale desinfikovat teplou vodou nebo odstranit příčiny, tj. zamezit vytváření biofilmů - podmínek pro jejich množení, případně již vzniklé biofilmy odstranit.

Příprava na „zápas“ s bakteriemi Legionella by měla začínat, již při stavbě nových objektů a rekonstrukcích systémů zásobování teplou vodou a to zvláště u zdravotnických zařízení, již na stole projektanta. Tím máme na mysli např. volbou materiálu potrubních rozvodů, zkracování odboček z cirkulace ke spotřebním místům teplé vody, vedení rozvodů teplé a pitné vody tak, aby nedocházelo k ohřívání studené pitné vody a dimenzování systému pro udržování teploty teplé vody na 50 – 55 °C.

Existují studie, které prokazují, že při teplotách vhodných pro množení bakterií Legionella je jejich koncentrace ve vodě v měděných potrubích až 10 x nižší než v potrubích z nerezové oceli nebo z polypropylenu. Měď má účinek při snižování výskytu bakterie Legionella, projevující se menším biologickým povlakem na stěnách potrubí, což znamená méně příznivé prostředí k rozmnožování této bakterie. Velmi dobrá tepelná vodivost mědi znamená, že ve srovnání s ostatními materiály potrubí je měď mnohem účinnější při desinfekci pomocí tepelného šoku. Díky oligodynamickým (antimikrobiálním) vlastnostem mědi, měděná potrubí snižují tvorbu biofilmu a růst bakterií.

Ovšem i na měděném potrubí se časem vytvoří nánosy jak anorganické tak i biofilmu, které zabraňují jejímu antibakteriálnímu působení. Opět se dostáváme k tomu, že hlavní ovlivnění,

zda bude systém osídlen (kolonizován) bakteriemi Legionella je na řešení systému a způsobu jeho provozování.

Pevnost biofilmu určují již v úvodu zmíněné látky vylučované buňkami (tj. extracelulární polymerní substance) je možné ovlivněním nastartovat odtrhávání vloček, které je možné několika způsoby a to: abrazí, erozí, odlupováním anebo konzumací vyššími organismy, což je ovšem v našem případě vyloučeno.

Zatímco abrazí (kolizí částic se shluky biofilmu) a erozí (iniciované prouděním) se odstraňují jenom mikroskopicky malé shluky z povrchu biofilmu, ale celkem rovnoměrně po celé jeho ploše odlupování biofilmu (odtrhávání velkých částí) je postupné a prostorově omezené.

Pro ošetření teplé vody proti výskytu nadměrného množství bakterií, zejména bakterií Legionella se v současné době aplikují následující metody, které jsou také uvedeny v Evropském návodu pro kontrolu a prevenci legionářské infekce, vypracovaném členy Evropské pracovní skupiny dohledu na legionářskou nemocí - jsou to:

- krátkodobé přehřívání teplé vody – teplotní šok,
- UV záření,
- ionizace,
- dávkování desinfekčních prostředků – biocidů a to buď obsahujících chlor, nebo peroxid vodíku, kterými jsou: chlor  $\text{Cl}_2$ , oxid chloričitý  $\text{ClO}_2$ , monochloramin  $\text{NH}_2\text{Cl}$ , peroxid vodíku s přídatkem stříbra  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{Ag}$ .

#### Nyní krátce několik poznámek k jednotlivým metodám

Přehřátím teplé vody na teplotu až na 70 - 80°C (termodesinfekcí) dojde k odstranění bakterií legionella ve vodě, která je v cirkulaci a případně v zásobníku, který je do cirkulace zapojen, ovšem pokud se nezajistí proudění přehřáté vody přes všechna spotřební místa s teplotou vyšší než 65°C po jistou dobu, nedojde k desinfekci veškeré vody v systému ani k desinfekci byť jen povrchové vrstvy případně existujících vrstev biofilmů tak, aby došlo k výraznějšímu omezení množení bakterií na dobu, než bude termická desinfekce opakována. Pro zajištění uspokojivé účinnosti se doporučuje udržování uvedené teploty po dobu až 3 dnů. Pokud jsou instalovány směšovací ventily, nebude za nimi desinfekce probíhat a bude mít proto omezený význam. Pokud má zařízení dostatečnou tepelnou kapacitu jeví se termodesinfekce jako výhodná pro možnost okamžitého provedení, ale za cenu vysoké spotřeby energie a lidské síly a nehodí se pro velké systémy (budovy). Přestože počet bakterií Legionella může být teplotním šokem snížen, může během několika týdnů docházet opět k masivnímu nárůstu bakterií, pokud nebyla termodesinfekce spojena s další metodou, např. s následným dávkováním biocidu.

Jak teplota vody ovlivňuje bakterie Legionella, která je bakterií termotolerantní:

70° C – 80° C	Desinfekce
66° C	Legionella umírá během 2 minut

60° C	Legionella umírá během 32 minut
55° C	Legionella umírá během 5 až 6 hodin
20° C – 45° C	Legionella se množí
20° C a níže	Legionella je inaktivní

Informace z různých zdrojů se v časových údajích liší, ale vyplývá z nich, že by se systémy teplé vody měly vyhnout teplotám pod 50 °C.

Termodesinfekce a případné udržování vyšší teploty vody v systému přináší mimo navýšení spotřeby energie i riziko tvorby vápenatých inkrustů a koroze.

Při použití UV záření docílíme bodového účinku, ale u velmi málo kontaminovaného nebo čistého systému pak může sloužit jako bariéra zárodků.

Zvláště se ukázalo použití UV záření účinné poblíž místa použití, ale není vhodné jako jediný systém pro celý objekt právě pro svůj bodový účinek (nemá vliv na výskyt biofilmů - desinfikuje pouze vodu v okamžiku jejího průtoku místem působení).

Ionizace je elektrolytická metoda pro tvorbu iontů kovů s baktericidními účinky pro ošetření vody. Tyto účinky jsou známé u mědi, a hlavně u stříbra. Kationty těchto kovů působí na buněčné stěny, narušují ji, dochází k denaturaci - narušení proteinů a uhynutí buňky – Legionella. Jedná se o koncentrace mědi ve stovkách mikrogramů na litr a stříbra v desítkách mikrogramů na litr a u měkkých vod v množství 30 µg Cu/l a 20 µg Ag/l. U tvrdších vod je proces brzděn usazeninami, které se vytvářejí na elektrodách a je závislý na hodnotě pH. Při pH > 7,6 je obtížné udržet stříbro v roztoku. To znamená, že při použití ionizace je třeba sledovat vytváření vodního kamene, koncentraci rozpuštěných látek ve vodě (vyšší obsah rozpuštěných látek podporuje vysrážení stříbra (snížení jeho koncentrace ve vodě)). Z výše uvedeného vyplývá, že použití této metody si může u některých vod vyžádat dodatečnou úpravu. Metoda je sice jednoduchá, ale není vhodná pro systémy se zinkovou katodickou ochranou (deaktivace Ag) a při trvalém zapojení je mimo výše zmíněné požadavky třeba sledovat, aby nebyly překročeny přípustné koncentrace kovů.

Chlor se projevuje jako účinný prostředek pro vytvoření bariery proti vnikání bakterií do systému, tj. pro odstranění zárodků v tekoucí vodě, např. v doplňovací studené pitné vodě. Na odstraňování biofilmů nevykazuje skoro žádnou účinnost. Baktericidní aktivita chloru je také závislá na hodnotě pH a rychle se snižuje při hodnotách pH > 7.

Při kontinuálním dávkování NaClO je, pro uspokojivý výsledek třeba udržovat obsah chloru ve vodě v množství 1 – 2 mg/l a nesmí být v systému problémy s cirkulací. V teplé vodě je nelehké požadovanou koncentraci chloru udržet, protože z teplé vody chlor vyprchává. Chlor navíc způsobuje korozi, která je vyšší teplotou urychlena.

Při desinfekci za použití oxidu chloričitého, při dlouhodobém dávkování se prokazuje trvalejší účinnost na Legionellu než při použití chloru. Má proti chloru výhodu, že při vyšších teplotách tolik nevyprchává.

Studie v SRN a USA ukazují, že dávkováním oxidu chloričitého dojde ke snížení obsahu bakterie Legionella o 90%, přičemž pro docílení takového výsledku je třeba dávky 0,8 mg Cl<sub>2</sub>O/l i více, což je na hraně limitu pro obsah Cl<sub>2</sub>O (až přes limit 0,8 mg/l) v teplé vodě (dle vyhlášky 252/2004 Sb.). Výsledky ukazují na jednoznačné potlačení výskytu a množení Legionella, ale neprokazují odstranění biofilmu.

Při výše uvedených dávkách oxidu chloričitého může dojít ke vzniku chloritanů ClO<sub>2</sub><sup>-</sup> a to, ve větším množství, než je limitováno pro pitnou vodu tj. 0,2 mg ClO<sub>2</sub><sup>-</sup>/l (v teplé vodě se obsah chloritanů nesleduje).

Oxid chloričitý oxiduje většinu kovů za vzniku jejich oxidů a chloridů, tj. má silné korozivní účinky.

Při dlouhodobém dávkování je sledován i destruktivní účinek oxidu chloričitého ClO<sub>2</sub> na polypropylenová potrubí (podélné praskliny).

Monochloramin účinkuje pomaleji než chlor a přetrvává déle, proto se hovoří o tom, že má větší účinnost na biofilmy. Zatím jsem se u nás nesetkal se systémem zásobování teplou vodou, který by byl proti bakteriím ošetřen chloraminem.

#### Stabilizovaný peroxid vodíku s přídavkem stříbra

Dalším možným opatřením pro účinné omezení výskytu bakterií v systémech zásobování teplou vodou a zejména bakterií Legionella je použití přípravku s obsahem stabilizovaného peroxidu vodíku H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> s přídavkem stříbra Ag. Peroxid vodíku, jako oxidační prostředek reaguje s extracelulárními polymery, které určují stabilitu biofilmů a jejich ovlivněním je tedy možné biofilm narušit a nastartovat jeho uvolňování. Účinnost přípravku je posílena desinfekčními schopnostmi stříbra.

Účinek přípravku je při koncentracích od 200 mg 30%-ního peroxidu vodíku na litr vody velmi rychlý a tato rychlost se zvyšující koncentrací H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> roste. Již po několika minutách dochází k odlupování velkých souvislých ploch biofilmu. Při použití čistého peroxidu vodíku bez stabilizace a příměsi stříbra dochází k novému přilnutí shluků biofilmu na vnějším povrchu potrubí, tj. čistý peroxid vodíku vede k nedokonalému odstranění biofilmu. Ale bylo zjištěno, že produkty koroze obsahující železo se působením přípravku s peroxidem vodíku po relativně krátké době (do 2 hodin) uvolňují a dochází i k usmrcení všech bakterií v systému.

Desinfekční proces za použití stabilizovaného peroxidu vodíku s přídavkem stříbra má synergický efekt a tři účinky a to, oxidaci, inhibici a změnu membrány, přičemž u většiny desinfekčních prostředků spočívá jejich účinek pouze na jednom z těchto mechanismů.

**Synergický efekt**, přidaný účinek současného působení dvou nebo několika agentů ve srovnání se součtem účinků každého z nich odděleně.

Při styku peroxidu s vodou a se stěnami potrubí, navíc při zvýšené teplotě vody (50°C) dochází k jeho rozkladu za mohutného vývinu kyslíku, který vytváří turbulence na povrchu a okolí biofilmu a vyvolává v něm trhliny s následným odlupováním biofilmu. Účinek stříbra

spočívá v zachycení jeho iontů, které jsou kladně nabitě na záporně nabitě membráně buněk, která se stane propustnou. Nato ionty stříbra reagují se zbytky enzymů a blokují funkci proteinů.

Na našem trhu jsou k dispozici přípravky na bázi stabilizovaného peroxidu vodíku, které se liší koncentracemi peroxidu vodíku a stříbra a také přísady malého množství různých anorganických kyselin. Příkladem může být přípravek Sanosil Super 25 Ag (švýcarský výrobek), který je úspěšně aplikován pro desinfekce systémů zásobování teplou vodou v ČR od konce devadesátých let.

Jakýkoliv přípravek, dávkovaný do vody, ať již za účelem její úpravy nebo desinfekce může být použit pouze v případě, že vyhovuje podmínkám vyhlášky č. 409/2005 Sb., o hygienických požadavcích na látky přicházející do styku s vodou a na úpravu vody, která vychází ze zákona č. 258/2000 Sb., o veřejném zdraví v platném znění.

Povolené přípravky na úpravu vody a pro styk s vodou jsou v této vyhlášce MZ č. 409/2005 Sb., vyjmenovány. Ostatní přípravky, které vyjmenovány nejsou, tj. přípravky neupravené v prováděcím předpisu, musí být dle této vyhlášky přezkoušeny akreditovanou laboratoří a v souladu s výše uvedeným zákonem Rozhodnutím hlavního hygienika ČR povolena jejich přípustnost k daným účelům.

Přípravek Sanosil Super 25 Ag je přezkoušen dle této vyhlášky a jeho přípustnost k daným účelům je povolena rozhodnutím Hlavního hygienika ČR a to v rozsahu pro úpravu vody ze zdrojů individuálního zásobování a k úpravě vody na vodu teplou.

Tato formulace se zdá být podivná, ale takto je stanovena zákonem, k čemu je přípravek přímo určen, je potom uvedeno v odůvodnění.

#### **4. Zkušenosti s přípravkem Sanosil Super 25Ag**

Již od konce devadesátých let je přípravek Sanosil Super 25 Ag aplikován v systémech zásobování teplou vodou v nemocnicích, domovech důchodců a některých hotelích.

Výhodou desinfekce přípravky se stabilizovaným 50% peroxidem vodíku s obsahem stříbra je okamžitý výsledek.

Zkušenosti s aplikací nás přivedly k využití velmi dobré účinnosti vyšších koncentrací přípravku při narušování struktury biofilmů a jejich odstraňování a tím k vážnému narušení prostředí vhodného pro masivní kolonizaci systému bakterií Legionella.

Nasazení přípravku začínáme prvotní, razantní desinfekcí celého systému. Ze zkušenosti je známo, že při koncentraci přípravku 0,1 g/l je k dosažení uspokojivého účinku potřeba doby více než 6 hod. Se zvyšující se koncentrací se tato doba výrazně snižuje. Při této razantní desinfekci je ověřená koncentrace 0,5 - 1 g/l s tím, že se přípravek dávkuje buď do studené vody určené k ohřevu, anebo což se jeví jako výhodnější pro rychlejší dosažení potřebné koncentrace, do cirkulace teplé vody. Koncentrace se orientačně sleduje testovacími proužky, kde se porovnává zabarvení aktivního proužku se stupnicí nebo titračně

jodometricky. Po dosažení požadované koncentrace se za stálého dávkování „natáhne“ přípravek do celého systému, tj. na všech spotřebních místech se odpustí voda do konstantní teploty a systém se nechá několik hodin v klidu. Vzhledem k tomu, že teplá voda není určena k požívání, bylo by možné po době klidu začít teplou vodu ihned používat, neboť přípravek i v těchto vyšších koncentracích nepřináší sebou žádné riziko pro zdraví. Většinou používání zabraňuje produkty koroze a jinými usazeninami, které se uvolnily, znečištěná a zabarvená voda. Při odpouštění dochází velmi brzy k výměně vody v systému a dodávka čisté teplé vody je tak obnovena.

Protože se bakterie drží také v koncovkách spotřebních míst, zvláště málo používaných, doporučuje se, a také při desinfekci vyžadujeme, odmontování všech perlátorů, nástavců, sprchových růžic a jejich samostatné vyčištění a desinfekci v nařazeném přípravku a jejich opětovné namontování až po desinfekci a docílení čisté vody.

Také je vhodné spojit účinek přípravku na bázi peroxidu se zvýšením teploty v systému na hodnoty okolo 60°C čímž se zintenzivní účinek přípravku a může se zkrátit i doba desinfekce.

Bezprostředně po takovéto důsledně provedené razantní desinfekci jsou výsledky vyšetření vody na přítomnost bakterií Legionella ve valné většině negativní, nebo s výsledky objevujícími několik „zbloudilých“ jedinců.

Pokud chceme systém udržet v tomto stavu, což je žádáno ve zdravotnických zařízeních, které ošetřují pacienty se sníženou imunitou, je třeba pokračovat v dávkování a udržovat v systému koncentraci mezi 20 až 50 g/m<sup>3</sup> s možností periodického přerušení dávkování a opětovného zahájení s vyšší – násobnou dávkou, s návratem po několika dnech na původní koncentrace. Nebo je možné dávkovat vyšší dávku po několik hodin každý den.

Pokud nechceme dávkovat, např. z ekonomických důvodů, nepřetržitě je potřeba způsob aplikace experimentálně ověřit u každého systému zvlášť, protože každý systém má svá specifika, která mohou v součtu mít odlišný vliv na bakterie a rychlost jejich množení.

V některých případech se doporučuje, periodické střídání přípravků, fungujících na jiných principech, aby se tak zamezilo případnému získání rezistence bakterií k některému z nich.

Při omezování výskytu bakterií a zejména bakterií Legionella v teplé vodě se nesmí zapomínat na řádnou desinfekci vodovodních rozvodů v novostavbách i po rekonstrukcích a větších opravách, kdy je systém na delší dobu odstaven. Ještě před předáním stavby jsou většinou vodovodní rozvody, včetně rozvodů teplé vody při dokončovacích pracích a v rámci zkušebního provozu využívány. Spotřeba vody je v tomto období velmi malá. Teplá voda v koncovkách prochladá a studená voda se ohřívá, vytvářejí se tak podmínky pro vytvoření základu množení bakterií a vytvoření biofilmu, který se obtížně odstraňuje. To znamená, že je třeba desinfekci účinnými prostředky provést před uvedením objektu do řádného provozu.

Základem pro snížení rizika masivní kolonizace systému bakteriemi je dobré fungování systému zásobování tepou vodu, tj. s dobrou cirkulací s krátkými vzdálenostmi od cirkulace



ke spotřebnímu místu, bez slepých větví. Podle našich zkušeností i systémy s těmito vyjmenovanými neduhy se dají, i když s jistými obtížemi vydesinfikovat a ošetřit, protože kam se dostane teplá voda, tam se dostane i přípravek.

Můžeme prezentovat několik starých rozsáhlých a nikdy neošetřovaných systémů, kde již nikdo pořádně neví, kudy a jak rozvody vedou, u nichž bylo dosaženo požadovaného výsledku.

Tuto prvotní razantní desinfekci provádíme se zárukou dosažení žádaného výsledku v případě, že se osobně této desinfekce účastníme, sami kontrolujeme dosaženou koncentraci přípravku v systému a jsme účastni toho, že se při odpouštění vody do instantní teploty „natáhne“ teplá voda obsahující přípravek, do každého spotřebního místa.

Prakticky ke stejnému postupu při aplikaci přípravku se stabilizovaným peroxidem vodíku s přídatkem stříbra dospěl výzkumný kolektiv Izraelské akademie a Hebrejské univerzity v Jeruzalémě, který prováděl srovnání možných způsobů omezování výskytu bakterií Legionella v systému zásobování exponovaného oddělení jedné z velkých nemocnic v Izraeli v letech 2005 – 2007. Tj. k provedení prvotní desinfekce s koncentrací přípravku 1000 mg/l, samostatnou desinfekci sprchových růžic a perlátorů a následné kontinuální dávkování při koncentraci 40 mg/l několik hodin denně.

V závěrečném hodnocení studie se konstatuje, že:

- přehřívání na 60 – 70°C a proplach zajišťuje pouze dočasné výsledky a doprovázeno pracností, rizikem opaření, navýšení nákladů na energii, korozními problémy,
- chlorace – nárazová dávka zajišťuje také pouze dočasné výsledky, je korozivní, potenciální zdroj halogenových derivátů. Kontinuální chlorace s dávkou 1 mg/l není účinná a chlor je významně méně účinný v potrubí teplé vody,
- UV záření je energeticky náročné, zajišťuje účinnou desinfekci v místě působení, nemá účinek v již kontaminovaných místech – tj. může působit jako filtr proti zanesení nových bakterií,
- oxid chloričitý, pro účinné ošetření by měl být generován na místě, komerčně dostupná zařízení jsou drahá. Tato metoda může být účinná, má ovšem nízkou účinnost na biofilm, představuje zdravotní rizika (např. vznik nadlimitního množství chloritanů), při dlouhodobém používání je prokázáno narušení PP potrubí, v některých zemích není oxid chloričitý povolen,
- chloramin je účinnější než chlor, ale stejně jako chlor jeho účinnost s teplotou klesá,
- stabilizovaný peroxid vodíku se stopovým množstvím stříbra je perspektivní pro dlouhodobé udržení obsahu bakterií v teplé vodě pod stanovenými limity,

který nemá (mimo prvotní desinfekce – zabarvení, zakalení) vliv na senzorické vlastnosti teplé vody.

Dávkování různých chemických přípravků do potrubí pomocí dávkovacích čerpadel je po technické stránce běžnou záležitostí, ovšem i když je přípravek se stabilizovaným peroxidem, přeci jen v malé míře dochází k uvolňování kyslíku – k plynění, které při přerušovaném dávkování nebo delších prodlevách spotřeby vody způsobí zavzdušnění dávkovacího čerpadla, což má za následek zkreslení dávky nebo i chod čerpadla na prázdno a to v jisté míře i u čerpadel vybavených tzv. automatickými odvzdušňovacími ventily.

Za dobu více jak 15 let zkušeností s dávkováním chemikálií různého druhu, ať již pro úpravu vody určené k ohřevu proti korozi a tvorbě inkrustů nebo v provozech úpraven pitné vody a v posledních deseti letech také desinfekčního prostředku na bázi peroxidu vodíku aplikujeme pro dávkování jednoduchou sestavu, která podporuje účinné odvzdušnění sání dávkovacího čerpadla.

Ještě si dovoluji podělit se s Vámi o zkušenosti z jedné z posledních akcí – při které byla společně s odbornými pracovníky Pražské teplárenské provedena razantní desinfekce dvou velkých objektů napojených na společný zdroj teplé vody. Jeden z nich byl objektem vystavěným koncem 18. století s nevysledovatelnou kombinací potrubí z různých materiálů, obecně se značně zúženým profilem inkrusty z tvrdosti vody a produktů koroze, projevující se malým průtokem teplé vody a delší dobou do dosažení konstantní teploty. Druhý asi o 100 let mladší objekt na tom byl co do materiálů potrubí a stavu rozvodů o poznání lépe. Množství bakterií Legionella šlo v obou případech do set až tisíců.

Dávkování přípravku Sanosil Super 25 Ag bylo napojeno do cirkulace s tím, že po dobu dávkování bylo omezeno používání teplé vody a všechny perlátory, hadice, sprchové růžice byly demontovány a samostatně vyčištěny a desinfikovány.

Během 3 hodin bylo dosaženo požadované koncentrace přípravku v systému tj. cca 1 000 g/m<sup>3</sup> teplé vody. Kontrola koncentrace byla prováděna indikačními papírky a nakonec ověřena přesnou metodou titrační.

Odpuštění (natažení) vody do konstantní teploty na všech spotřebních místech bylo provedeno postupně od nejvzdálenějšího místa od cirkulačního potrubí, za stálého dávkování, a to nejvíce na dvou spotřebních místech najednou, aby nedošlo ke snížení koncentrace účinné látky v systému. V průběhu odpouštění se několikrát provedla kontrola její koncentrace indikačními papírky.

Přípravek zafungoval okamžitě, což se projevilo proplyněním odpouštěné vody a jejím značným znečištěním uvolněnými nárůsty a podle sdělení uživatelů spotřebních míst ve starém objektu došlo k pozorovatelnému zlepšení průtoku teplé vody.

Po „natažení“ teplé vody s nadávkovaným přípravkem do celého systému bylo dávkování přípravku vypnuto a systém byl ponechán v klidu (spuštěná cirkulace) do rána. Dávkování bylo zahájeno odpoledne tak, že odpouštění skončilo okolo 22. hodiny.

Ráno byl zahájen běžný provoz, při kterém byla znečištěná teplá voda velmi rychle vyměněna. Teprve potom bylo odebráno, na určeném spotřebním místě, po jednom vzorku vody, z každého objektu k vyšetření na přítomnost bakterie Legionella. Výsledek tohoto vyšetření byl 0 KTJ/100 ml u obou vzorků.

Ze zkušeností se tato metoda jeví jako vhodná pro rychlý, účinný zásah proti nadměrnému výskytu bakterií v systémech zásobování teplou vodou.

Vypracoval: Ing. Jan Bendl, Eco-Aqua-Servis s.r.o.  
V Praze dne 15.1.2021