

doc. Dr. Ing. Zdeněk POSPÍCHAL  
QZP, s.r.o.

# Technické možnosti boje proti bakterii legionela

## Technical Ways to Fight Legionella Bacteria

Recenzenti:

RNDr. Jaroslav Šašek  
Ing. Roman Vavříčka, Ph.D.

Článek pojednává o technických možnostech eliminace bakterií legionela v systémech přípravy a distribuce teplé vody. Zejména pak srovnává tepelnou dezinfekci s dezinfekcí chemickou, jejich finanční náklady, vliv na potrubí vnitřního vodovodu a životnost celého systému přípravy teplé vody při trvalém splnění požadavků na hygienické zabezpečení teplé vody.

**Klíčová slova:** legionela, Legionella, teplá voda, termická dezinfekce, chemická dezinfekce

The paper discusses technical ways to eliminate legionella bacteria in the domestic hot water preparation and distribution systems. In particular, it compares the thermal disinfection with the chemical disinfection, their financial costs, the effect on the domestic water pipeline and the lifetime of the whole system of hot water preparation, under the condition of continuous fulfillment of the hygienic requirements for hot water.

**Keywords:** legionela, Legionella, domestic hot water, thermal disinfection, chemical disinfection

## ÚVOD

Při výskytu mikrobiální kolonizace bakterií legionela (*Legionella pneumophila*) v systému přípravy a distribuce teplé vody je nutné zajistit okamžitou nápravu tohoto stavu, přičemž však není vhodné postupovat metodou zkoušek a omylů, bez doložených zkušeností a zodpovědnosti – v takovém případě mohou být finanční prostředky (často i značné) vynakládány zcela neúčelně.

Podmínky provozu technických vodních obslužných systémů musí mít již v projektové dokumentaci určeny kritické body, jejich zabezpečení a návrhy postupu od realizace přes uvedení do provozu až po monitorování, s minimalizací mikrobiologického a zdravotního rizika. To vše s osobní zodpovědností účastníků, počínaje projektantem a realizační (stavební) firmou, instalační firmou a provozovatelem konče.

Zařízení pro přípravu a distribuci teplé vody je důležitým obslužným technickým zařízením, kterému je nutné věnovat zásadní pozornost, vzhledem k vážným rizikům hromadného onemocnění legionelózou při mikrobiální kolonizaci vody touto bakterií. Současný stav těchto zařízení je bohužel v řadě případů nevyhovující.

## VODA – ZÁKLADNÍ POPIS PROBLÉMU

Teplá voda je zdravotně nezávadná voda v kvalitě vody určené k lidské spotřebě. Není určena k pití a vaření, ale pro mytí, koupání, praní a umývání. Není to tedy ohříváná provozní voda, potřebná k technologickým účelům, kde její použití člověkem nepřichází v úvahu.

Pokud chceme v objektu použít i „šedou“ vodu, která není určena k lidské spotřebě (např. pro toalety, mytí podlah, oken apod.), musí být pro tuto vodu navržen samostatný vnitřní vodovod, který musí být zabezpečen tak, aby voda z něj nemohla proniknout do vodovodu určeného pro vodu k lidské spotřebě. Výtoky z obou vnitřních vodovodů musí být jasné a trvale označeny, aby nemohlo dojít k jejich záměně.

Jakost teplé vody podléhá přísným pravidlům. Musí splňovat bakteriologická, biologická a chemická kritéria daná vyhláškou č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu, četnost a rozsah kontroly pitné vody, v platném znění.

S rostoucí teplotou vody roste i její chemická reaktivita, která se projevuje u kovových částí potrubí a zařízení určených k ohřevu vody jednak korozí, ale i inkrustací, která vzniká jak v kovových, tak i v plastových potrubích.

K hlavním ukazatelům jakosti vody pro ohřev patří:

- ☐  $KNK_{4,5}$  – min. 0,8 mmol/l;  $KNK$  = kyselinová neutralizační kapacita (alkalita vody) je vlastnost vody, která informuje o schopnosti vázat hydroxidové nebo vodíkové ionty,
- ☐ hmotnostní koncentrace fosforečnanů (max. 3,5 mg/l  $PO_4$ ),
- ☐ hodnota pH při teplotě 20 °C v rozsahu od 6,5 do 9,5 (nejvyšší mezní hodnoty),
- ☐ hmotnostní koncentrace chloridů (max. 150 mg/l pro litinu, měď a max. 100 mg/l pro pozinkovanou ocel a plastové materiály).

Uvedené parametry jsou pro ohřev vody zcela vyhovující. Pokud nevyhovují, je nutná úprava studené vody ještě před procesem ohřevu. Půjde také o látkové koncentrace vápníku, hořčíku („tvrdost vody“) a hmotnostní koncentrace  $CO_2$ .

## Výskyt bakterie legionela a její účinky na člověka

V souvislosti s ohřevem a přípravou teplé vody je nutné pamatovat na možnost výskytu legionely. Tato tyčinková bakterie člověka ohrožuje v případě, pokud se dostane do plic, kde způsobí onemocnění zvané legionelóza, projevující se jako zápal plic s velmi prudkým průběhem. V případě včasné diagnózy je onemocnění léčitelné dostupnými léky (problém včasné diagnózy spočívá v obtížném odlišení legionelózy od běžného zápalu plic). Dostanou-li se tyto bakterie do trávicího traktu, nijak se neprojeví.

Protože bakterie legionela jsou životaschopné pouze ve vodním roztoku, je pro člověka nebezpečné hlavně vdechnutí vodní páry či mlhy, aerosolu, obsahujícího bakterie v dostatečně vysoké koncentraci.

Legionela se v přírodě naprosto běžně vyskytuje v povrchových (tedy studených) vodách, koncentrace jsou však zanedbatelné. Velmi vhodné podmínky pro množení těchto bakterií jsou kolem teplot od 35 do 42 °C, kde za příznivých podmínek mohou jejich počty dosáhnout i  $10^6$  bakterií ve 100 ml vody. V teplotním rozsahu od 45 do 55 °C se již rozmnožovací proces bakterií zastavuje. Např. při teplotě vody 50 °C je decimální redukce (tj. snížení počtu o 90 %) této bakterie 111 minut, při

teplotě 55 °C již 19 minut. Avšak teprve v rozmezí teplot 60 až 65 °C dochází k decimální redukci bakterií během několika minut (např. při teplotě vody 60 °C to jsou 2 minuty) a od teplot 70 °C a více jde již o sekundy.

Z uvedeného vyplývá, že ideálním místem pro jejich množení jsou systémy přípravy teplé vody, kde mohou nastat vhodné teplotní i ostatní podmínky (např. části potrubí teplé vody se stagnací odběru atd.) [3].

### Způsoby odstraňování bakterií legionela v systémech teplé vody

Základem by měly být znalosti o provozu celého vnitřního vodovodu, tedy nejen u teplé vody. Důležité je lepší využívání systému MaR s řízením systému vnitřního vodovodu včetně přípravy teplé vody, jako jsou např. samostatný vodoměr na přívodu studené vody k ohřevu, měření teplot vody v jednotlivých cirkulačních větvích před jejich sloučením k opětovnému ohřevu, ale i znalosti o spokojenosti zásobování teplotou vodou z uživatelského hlediska (zejména bytové domy). Jde tedy v zásadě o prevenci, technická a organizační opatření v tomto směru. Jestliže bude vše po technické a technologické stránce tzv. „v pořádku“ a přesto se projeví mikrobiální kolonizace, pak jde o ukazatel nevyhovující kvality dodávané vody spotřebiteli.

Mezi základní způsoby obrany proti kolonizaci vody bakterií legionela patří:

- termická dezinfekce (fyzikální technologie s doložením potřebné teploty),
- použití UV zářičů (fyzikální technologie),
- použití ionizace pomocí Ag-Cu elektrod (fyzikálně-chemická technologie).

Další technologie jsou chemické:

- použití biocidů na bázi roztoku chlornanu dodávaného výrobcem,
- použití anolytu s obsahem chloru (vyráběného elektrolyzou NaCl na místě),
- použití biocidů na bázi dalších halogenů,
- použití oxidu chloričitého (chlordioxidu) vyráběného na místě („in situ“) z výroby ze sloučenin bez generátoru připravovaných na místě dávkování,
- použití oxidu chloričitého ve formě stabilizovaného roztoku dodávaného výrobcem,
- použití oxidu chloričitého vyráběného na místě („in situ“) z výroby na místě generátorem,
- použití peroxidu vodíku se stříbrem,
- použití neoxidačních biocidů.

Pro úroveň hygienického zabezpečení jsou stanovovány různé požadavky. Např. pro nemocnice s imunosuprimovanými pacienty (např. ARO, transplantační kliniky) je třeba trvale zabezpečovat hodnotu bakterie legionela na nule, tedy nulovou hodnotu KTJ (KTJ = kolonie tvořící jednotky) legionel na 100 ml odebraného vzorku teplé vody.

Pro ostatní bytovací zařízení je v příloze 2 vyhlášky č. 252/2004 Sb., v platném znění, stanovena „doporučená hodnota 100 KTJ na 100 ml“. Je tedy logické, že je vhodné jakákoliv hygienická zabezpečení zavádět uvážlivě a se znalostí skutečného stavu mikrobiologické kvality teplé vody v distribučních bodech uživatelů.

### Prevence a kontrola provozních stavů

Z pohledu prevence je na prvním místě materiálová sestava vnitřního vodovodu, tj. aby již v projektu byly použity vhodné materiály, a to nejen z pohledu životnosti. Dále musí následovat vhodné hydraulické řešení vnitřního vodovodu, MaR, řešení stabilizace teploty připravované teplé vody a vhodná úprava studené pitné vody používané k ohřevu, se znalostí dodávané studené pitné vody (místní kvality).

Po realizaci, v rámci zkušební provozu, je nutná kontrola, aby bylo zajištěno a jednoznačně doloženo následující:

- standardizace kvality vstupní studené vody k ohřevu,
- pečlivé provedení výchozí dezinfekce vnitřního vodovodu a zařízení přípravy teplé vody,
- optimalizovaný hydraulický stav distribuční sítě (průtoky, tlaky, cirkulace),
- kontrola stabilizace teploty ohřevu, nejlépe provedení kapacitní zkoušky se záznamem teploty teplé vody, cirkulace v nejvzdálenějších distribučních bodech,
- pravidelná eliminace kalu ze systému: akumulární zásobníky nebo ohřivače, filtry a vodorovné cirkulační potrubí (zde doporučena instalace tangenciálního odlučovače nečistot),
- kontrola stavu expanzních nádob,
- řešení hygienického zabezpečení: kontrola mikrobiologického stavu připravované teplé vody v daném zařízení a také kontrola koncových distribučních bodů vnitřního vodovodu.

Samozřejmě musíme vycházet z požadavků daného provozu – nemocnice, domova seniorů atd. Zde lze doporučit, aby provozovatel měl k dispozici provozní řád vnitřního vodovodu, vypracovaný v návrhu projektantem ZTI a „ověřený“ v průběhu zkušební provozu, a to vedením alespoň základního provozního deníku.

Provozní řád by měl obsahovat (a také požadovat, co musí provozovatel zaznamenávat do provozního deníku):

- technická opatření v hydraulice celého systému,
- popisně: použití materiálu potrubí, archivace jednotlivých vzorků materiálu potrubí pro budoucí porovnání s případnými havarijními stavy,
- stabilizace teploty vodního objemu soustavy,
- pravidelné odkalování zásobníkových ohřivačů a akumulárních zásobníků,
- pravidelné odkalování páteřových rozvodů,
- protokoly o chemickém a mikrobiologickém vyšetření studené a teplé vody při uvádění do provozu,
- prováděné sanitace při zprovoznění,
- informace koncových uživatelů,
- záznam o havarijních situacích (nebyla dodávka studené pitné vody, zhoršená kvalita vody, poruchy na samotném vnitřním vodovodu a na zařízení přípravy teplé vody),
- záznamy o údržbě a opravách,
- záznamy o funkci a kontrole chodu MaR,
- pravidelné záznamy do dokumentace skutečného provedení (trvalá novelizace),
- uvedená osobní zodpovědnost (funkční, jmenovitá).

### Termická dezinfekce vs. chemická dezinfekce

K účinnému zásahu a odstranění bakterie legionela se jako nejjednodušší doporučuje **termická dezinfekce** (tepelná úprava) teplé vody. Princip spočívá v ohřátí vody v celém systému přípravy a distribuce teplé vody v pravidelných intervalech tak, aby z každého distribučního bodu (baterie) vytékala voda o teplotě nad 70 °C po dobu nejméně 5 minut.

Pouhý ohřev v místě samotné přípravy teplé vody není dostačující, protože bakterie jsou „rozmístěny“ v potrubní síti, v necirkulovaných přívodech k zařizovacím předmětům a také v samotných distribučních bateriích. Chemická dezinfekce naopak spočívá v dávkování chemické látky do systému přípravy teplé vody, takže se dostává do všech míst – do potrubí vnitřního vodovodu teplé vody i cirkulace, včetně připojení i samotných zařizovacích předmětů.

Pokud jsou k dispozici technické předpoklady pro možnost dosahování teploty vody v systému vyšší než 70 °C (kapacita ohřevu, dilatace v potrubní síti, kvalita vstupní vody atd.), je termická dezinfekce snadno proveditelná.

Je však třeba zvážit nevýhody termické dezinfekce:

- ❑ nebezpečí opaření hostů při tak vysoké teplotě vody (běžná teplota na sprchování je do 42 °C, při teplotě 55 °C hrozí opaření během 2 až 3 sekund),
- ❑ problém kolonizace vnitřního vodovodu teplé vody bakterií legionela je termickou dezinfekcí pouze pozastaven, nikoliv odstraněn,
- ❑ při rekonstrukci části rozvodů potrubí nelze zajistit potlačení mikrobiální kolonizace,
- ❑ do cca 6 týdnů jsou bakterie legionela opět v původní koncentraci, tj. je nutné celý proces opakovat (včetně odpouštění v distribučních bateriích),
- ❑ v zařízeních s nepřerušným provozem (hotely, nemocnice, domovy seniorů atd.) je termická dezinfekce obtížně proveditelná,
- ❑ v bočních a slepých potrubích zůstává voda teplotně neupravená,
- ❑ doporučenou teplotou se nedosáhne dezinfekce stěn vodovodního potrubí, biofilmy v potrubí zůstávají neporušeny (zde jsou bakterie legionela „ukryty“; pokud vyšetřujeme vzorek odebrané vody, pak zjišťujeme jen volně „plovoucí“, které se uvolnily se např. díky tlakovým změnám v potrubí),
- ❑ přiváděná studená pitná voda k ohřevu by měla být upravena („standardizována“) a před ohřevem by se neměla dostávat zkratkou do systému vnitřního vodovodu (třeba jejím zapojením do cirkulace, tedy k ohřevu), tudy tímto způsobem přicházejí do systému vnitřního vodovodu „nové“ bakterie se studenou vstupující vodou,
- ❑ bakterie legionela se přizpůsobují zvýšeným teplotám, tzn. bakterie, které přežily, předávají svoje DNA dalším generacím (populační doba je cca 180 minut, za 24 hodin je z jediné bakterie cca jeden tisíc jedinců),
- ❑ je nutno počítat s vyšším opotřebením (případně až poškozením) vodovodního potrubí vnitřního vodovodu, armatur, těsnění, zařízení ohřevu i koncových distribučních baterií, a to i se zvýšenou úsadou minerálů,
- ❑ zvyšuje se spotřeba vody o vodu potřebnou na následné ochlazení uživatelem na vhodnou uživatelskou teplotu: teplá voda s vyšší teplotou se delší dobu míchá s vodou studenou a voda o vyšší teplotě odchází do odpadu (cca o 15 až 25 % oproti normálnímu stavu),
- ❑ dochází k ohřevu vody studené v souběhu potrubí studené a teplé vody; také zde může v důsledku tepelného ovlivnění vzniknout problém s bakterií legionela (na výtoku studené vody).

Celkově lze konstatovat, že termická dezinfekce je cca o 60 % energeticky náročnější než příprava samotné teplé vody (vztaženo na 1 m<sup>3</sup> teplé vody). Je také nutno zvážit možné dopady na životnost rozvodů vody. V praxi se uvádí, že za tři provedené termické dezinfekce se životnost potrubí sníží o cca 1 % (jedná se vlastně o 1 % z nákladů na rekonstrukci rozvodů, nikoliv tedy jen o cenu samotného potrubí).

V případě **chemické dezinfekce** je nutné zajistit možnost jejího provedení v jakémkoliv systému přípravy a distribuce teplé vody. V případě, že voda má vyšší obsah železa (po ohřátí typicky hnědě zakalená voda), převážná část biocidu se spotřebuje v reakci se železem a dávky oxidačního biocidu musí být zvyšovány, což je v rozporu s požadavky výrobců, resp. dodavatelů potrubí. Z důvodu možného poškození vnitřního povrchu plastových materiálů potrubí nebo rizika koroze kovových materiálů vyžadují výrobci obvykle nižší koncentraci chemického biocidu, než jsou hodnoty koncentrací nutné pro trvalou eliminaci dle hygienických požadavků. Proto musí být chemické ošetřování teplé vody velmi pečlivě řízeno s vyvážením jak hodnot koncentrací biocidu, tak i zjišťovaných počtů bakterií, s péčí o koncové prvky (růžice a hadice sprchových baterií, perlátory apod.) a jejich čištěním a dezinfekcí.

Zde je přímá a jasná vazba – zatímco z ohřevu dostáváme do distribučního systému teplou vodu bez bakterií, v koncových distribučních

bodech je nalézáme (viz tab. 1). U provozovatele vodovodu/výrobce teplé vody tedy může být vše v pořádku, avšak v distribučních bodech zjišťujeme problémy s mikrobiální kolonizací. Přesto (podle § 3 zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví, v platném znění) je provozovatel za tento zjištěný stav odpovědný, přestože sledované distribuční body mohou být mimo jeho přímou kontrolu, tj. např. v jednotlivých bytech.

Při srovnání s tepelnou dezinfekcí zjišťujeme u chemické dezinfekce tyto výhody:

- ❑ uživatelé se nemohou opařit (teploty dodávané teplé vody jsou nižší),
- ❑ při řízeném a kontrolovaném dávkování a údržbě koncových prvků distribuce je problém bakterií legionela řešen trvale, bakteriální kolonizace je za běžného provozu vyloučena,
- ❑ nízké náklady na zabezpečení 1 m<sup>3</sup> teplé vody,
- ❑ bez vlivu na zařízení výroby a distribuce teplé vody při řízeném a kontrolovaném dávkování s limity dle platných právních předpisů,
- ❑ při řízené chemické dezinfekci lze garantovat minimalizaci mikrobiologického rizika za součinnosti s provozovatelem (pravidelný „sanitární den“, opravy a rekonstrukce distribuční sítě s vědomím stavu a provozu chemické dezinfekce atd.),
- ❑ je možno ji provádět v jakémkoliv zařízení/objektu (trvalý provoz není překážkou, veškerá odebíraná teplá voda je mikrobiologicky zajištěna),
- ❑ chemická dezinfekce postihne i biofilm v potrubí na jeho vnitřních stěnách,
- ❑ přívod studené vody s potenciálním zdrojem bakterií legionela lze vyřešit, např. zajistit přípravu teplé vody dle obr. 1,
- ❑ při chemické dezinfekci není tepelně dotčena voda studená v souběžných potrubích (teplota teplé vody ve vnitřním vodovodu je nižší),
- ❑ celkové nižší energetické náklady cca o 20 % (včetně cirkulace),
- ❑ vyšší životnost celého systému přípravy teplé vody a vnitřního vodovodu.

Porovnáme-li tepelnou dezinfekci s chemickou, jednoznačně se ukazuje finanční přínos v podobě reálně nižších nákladů v případě chemické dezinfekce. Zatímco používání tepelné dezinfekce s sebou nese zvýšené náklady ve více směrech, chemická dezinfekce umožňuje výběr řady dezinfektantů dle účelu a materiálu potrubí, požadavků provozovatele atd. Nevýhodou jsou možné problémy při výběru tzv. „levné“ chemické dezinfekce bez koordinace s celkovým provozem objektu, bez úvahy o stavu distribuční sítě, bez znalosti chemické kvality dodávané studené pitné vody a s přehlížením materiálového složení vnitřního vodovodu.

Tab. 1 Mikrobiologické výsledky v běžném TVOS (limit u KTJ při 36 °C je 200, dle vyhlášky č. 252/2004 Sb., v platném znění)

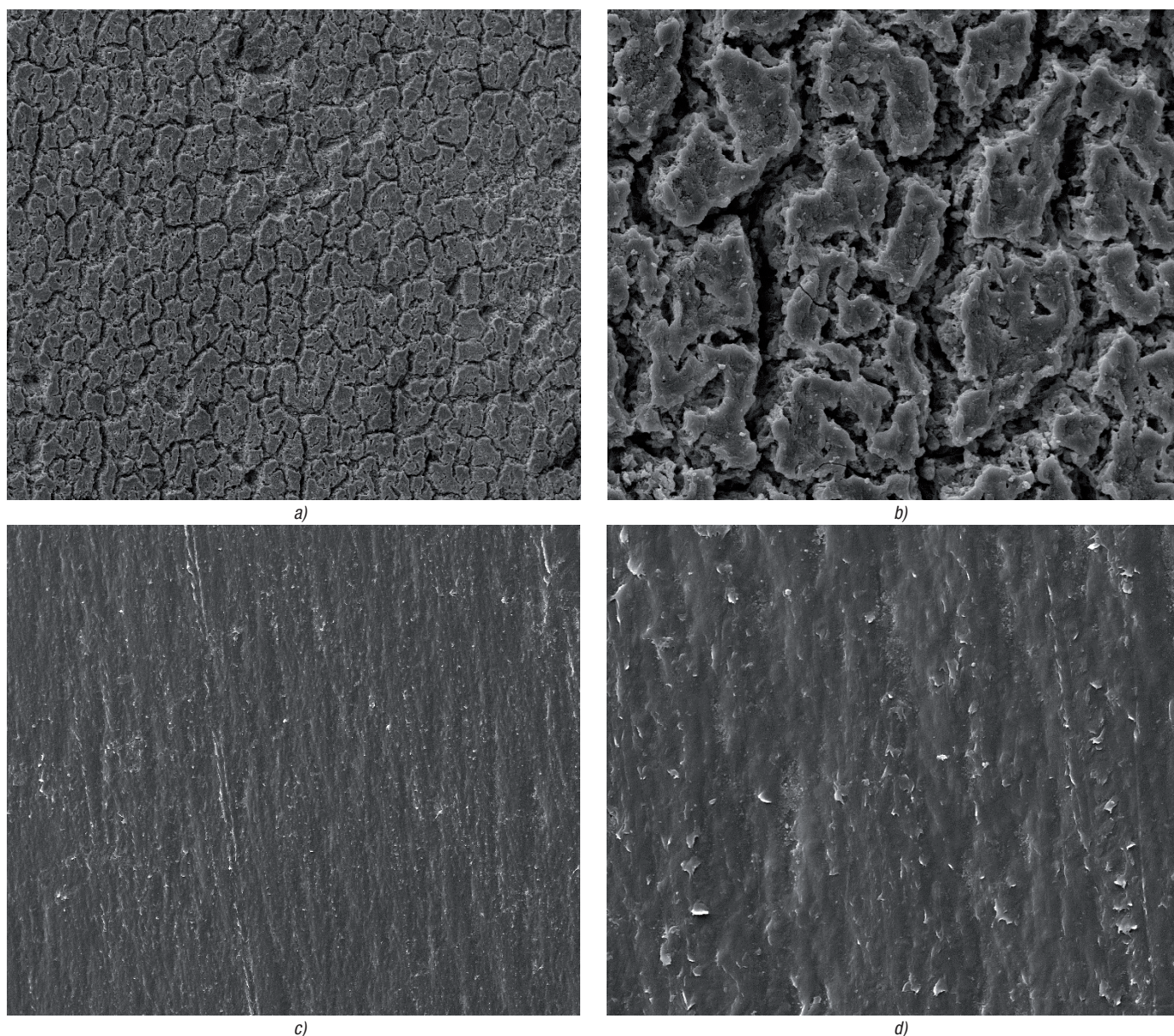
Tab. 1 Microbiological results in a standard TVOS (limit of KTJ at 36 °C is 200, according to Decree No. 252/2004 Coll., as amended)

Místo odběru vzorku	Legionela [KTJ na 100 ml]	KTJ při 36 °C [na 1 ml]	Poznámka
PWH do systému	0	0	
PWH-C	4	0	
Koupelna č. 1 – sprcha	400	168	kompletní
Koupelna č. 1 – sprcha	0	86	bez hadice a sprchové růžice
Koupelna č. 2 – sprcha	600	246	kompletní
Koupelna č. 2 – sprcha	230	118	bez sprchové růžice, z hadice
Koupelna č. 3 – umyvadlová baterie	12 000	289	odběr vzorku s perlátorem









Obr. 4 Povrch potrubí PPR po dávkování plynného oxidu chloričitého:  
 a) a b) vnitřní povrch potrubí – stav po dlouhodobém působení oxidu chloričitého (a – zvětšení 200×, b – zvětšení 1 000×): na vnitřním povrchu se objevuje hustá síť napadení materiálu, místy dochází i k odlamování menších bloků;  
 c) a d) vnější povrch stejného potrubí, uvnitř potrubí teplá voda s oxidem chloričitým (c – zvětšení 200×, d – zvětšení 1 000×): snímky zachycují jen drobné povrchové rýhy, povrch není poznamenán působením rozpouštěcího roztoku

Fig. 4 PPR piping surface after dosing of gaseous chlorine dioxide:  
 a) and b) the inner surface of the pipeline – a state after long-term exposure to chlorine dioxide (a – 200× magnification, b – 1,000× magnification): there are dense marks of attacked material on the inner surface, there even happens breaking off of some small blocks;  
 c) and d) external surface of the same pipeline, containing water with chlorine dioxide (c – 200× magnification, d – 1,000× magnification): the images capture only small surface scratches, the surface is not affected by the dissolving solution

Tab. 2 Vliv biocidu a teploty na kvalitu vnitřního povrchu potrubí PPR: výsledky prvkových analýz minerálních úsad na vnitřním povrchu potrubí schematicky zobrazeného na obr. 6

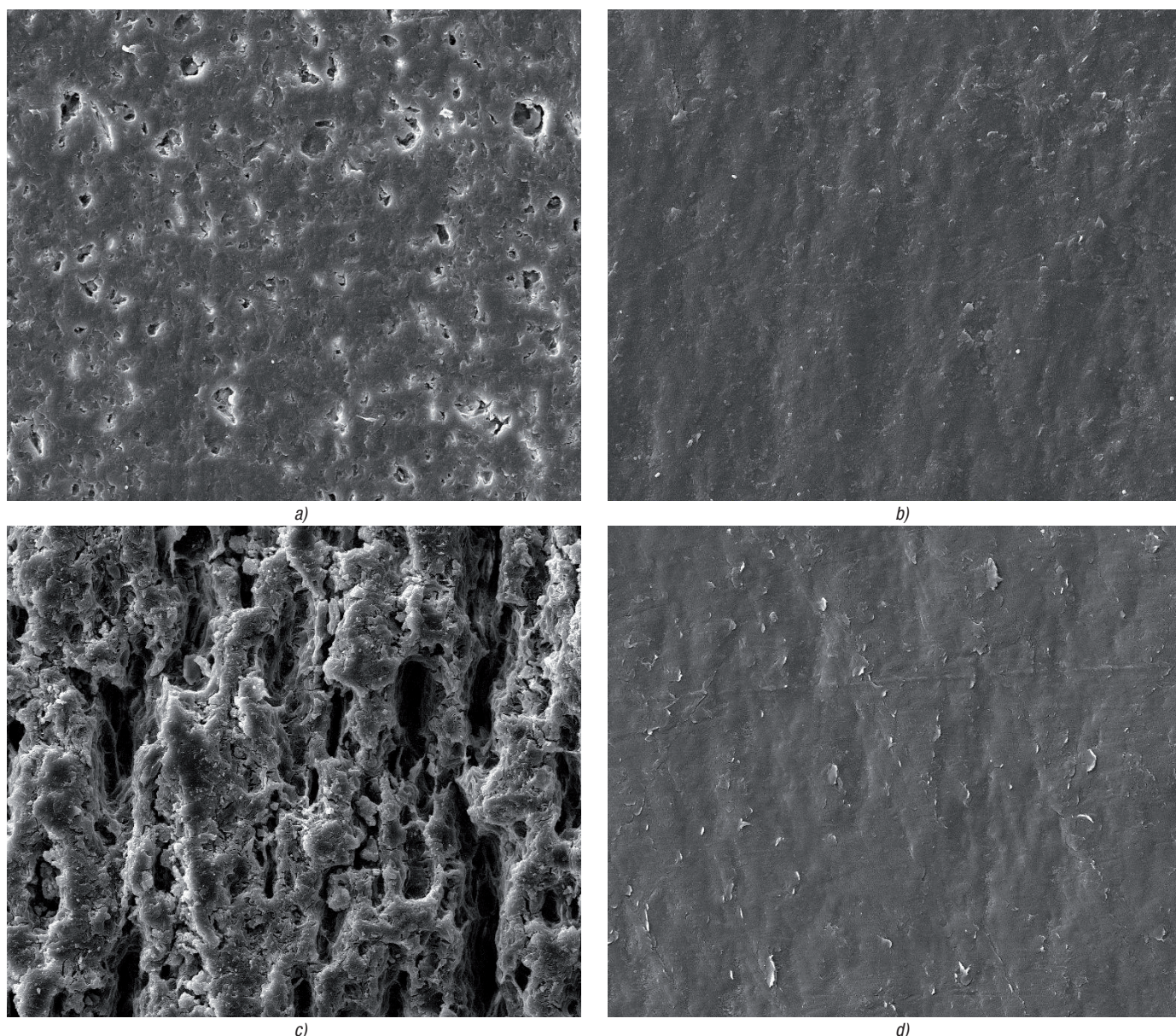
Tab. 2 Influence of biocide and temperature on the quality of the internal surface of the PPR pipeline: results of the element analysis of the mineral deposits on the inner surface of the pipeline schematically shown in Fig. 6

Prvky [hm %]	Al	Si	P	S	Ca	Mn	Fe	Cu	Zn	Na	Mg	Cl	K	Ti
Úsady ze vzorku č. 1: pouze ohřev 51 měs.	4,1	4,9	3,0	1,8	4,9	2,2	65,3	6,3	7,5					
Úsady ze vzorku č. 2: ohřev a biocid 48 měs.	7,0	11,8	2,8	3,2	17,9		15,9			11,7	7,5	11,6	4,1	6,5

Provoz vnitřního vodovodu „reprezentuje“ i s přípravou teplé vody obvykle okolo 5 % celkových nákladů objektu. Uvažujeme-li např. objekt s vnitřním vodovodem (nemocniční, hotelový, bytový dům) s denní spo-

třebou 10 m<sup>3</sup> teplé vody a 20 m<sup>3</sup> spotřeby studené vody (včetně uvažování ztrát) a cenu za 1 m<sup>3</sup> studené vody cca 80 Kč a za 1 m<sup>3</sup> teplé vody cca 300 Kč, pak cena spotřebované vody činí 1 600 Kč/den za vodu studenou





Obr. 5 Povrch potrubí PPR bez biocidu a s oxidačním biocidem (zvětšení 1000×):  
 a) a b) uvnitř potrubí voda 51 měs. o  $T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$  bez biocidu, vzorek č. 1 na obr. 6: a) vnitřní povrch, úsady sejmuty, b) venkovní povrch;  
 c) a d) uvnitř potrubí voda 48 měs. o  $T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$  s oxidačním biocidem (stabilizovaný roztok oxidu chloričitého DUOZON 100L), vzorek č. 2 na obr. 6:  
 c) vnitřní povrch s úsadami, d) vnitřní povrch, úsady odstraněny

Fig. 5 Surface of PPR pipeline without biocide and with oxidizing biocide (1000× magnification):  
 a) and b) contained for 51 mos. water of  $T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$  without a biocide, sample nr. 1 in Fig. 6: a) internal surface, deposits removed, b) external surface;  
 c) and d) contained for 48 mos. water of  $T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$  with oxidizing biocide (stabilized chlorine dioxide solution DUOZON 100L), sample nr. 2 in Fig. 6:  
 c) internal surface with deposits, d) internal surface, deposits removed

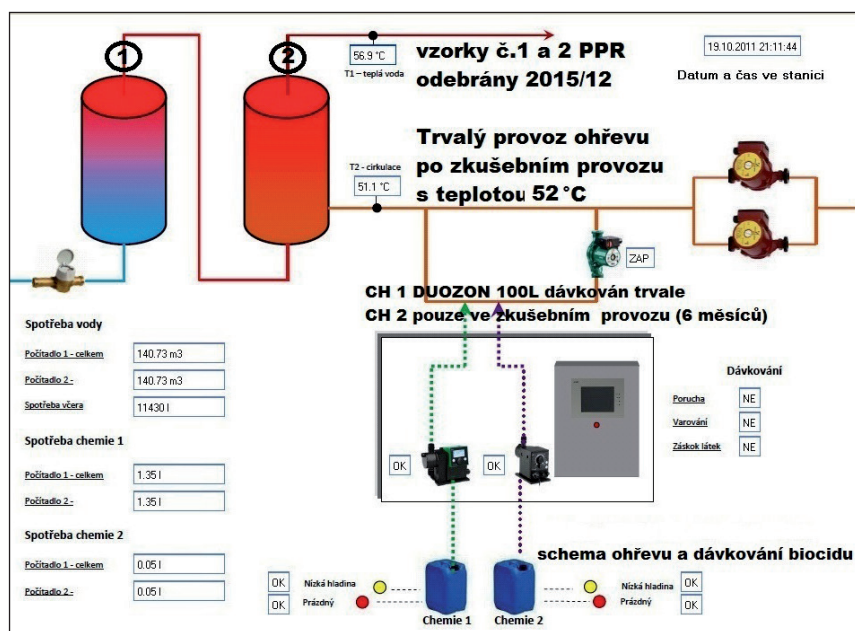
a 3 000 Kč/den za vodu teplou; měsíční náklady dosahují 138 000 Kč a za rok pak 1 660 000 Kč. Za předpokládanou dobu životnosti (dle ČSN 75 5409) 50 let je to 82 800 000 Kč.

Otázkou tedy je, zda je účelné snažit se vybrat nejlevnější potrubí či nejlevnější zařízení ohřevu. Uvedme zcela konkrétní příklad (již výše doložený v obr. 1, 2 a 3 ve výsledcích). Jedná se o bytový objekt a „běžné řešení“ přípravy teplé vody s denní potřebou cca 15 000 litrů. Původně byl použit 1x deskový výměník 200 kW + akumulární zásobník 1 000 litrů + čerpadla a MaR. Výsledkem byly denní stížnosti na nedostatečnost teplé vody. Náklad na rekonstrukci byl vyčíslen na cca 485 000 Kč. Změna na TANDEM (tedy dvě jednotky, každá s akumulárním zásobníkem 500 litrů + 100 kW deskovým výměníkem dle obr. 2) obnášela v nákladech 620 000 Kč. První rok provozu prokázal snížení provozních nákladů na přípravu teplé vody o 185 000 Kč.

## ZÁVĚR

Celý systém přípravy a distribuce teplé vody by měl mít dlouhodobou životnost při zajištění mikrobiologické nezávadnosti. Problémy často vznikají již na úplném začátku realizace projektu – u investora, který řeší především aspekty využívání celého objektu, avšak problematikou vody se většinou nezabývá. Architekt zase řeší stavbu jako celek z hlediska vzhledu, uvažovaného provozu a požadavků investora, vnějších a vnitřních pohledů, stavebního řešení. Vnitřní vodovod tak na počátku řešení není, přestože se již v této fázi stanovují požadavky, které mohou později znamenat provozní komplikace – třeba tím, že prakticky do každé místnosti v objektu je uvažováno s umyvadlem, a tedy přívodem studené a teplé vody. Návrh vnitřního vodovodu poté pro architektonickou firmu řeší později jiný dodavatel (specialista) ve chvíli, kdy již nemá možnost případné neúměrné požadavky změnit.





Obr. 6 Schéma ohřevu tzv. TANDEM a místa odběru vzorků potrubí PPR (výsledky viz tab. 2 a obr. 5)

Fig. 6 Scheme of the so called TANDEM heating system and sampling points of the PPR pipeline (for results, see Tab. 2 and Fig. 5)

Projektant, který by měl mít dostatečné zkušenosti z provozu, musí připravit řešení, které zajistí mikrobiologickou prevenci při zachování dlouhodobé životnosti materiálu potrubí vnitřního vodovodu, a zároveň vyhovět nastaveným špičkovým požadavkům investora, často zbytečně komplikovaným. Je nutné navázat hygienickým zabezpečením, nejlépe chemickým, tedy vhodným biocidem za komplexního uvažování, jak bylo výše uvedeno.

V příspěvku byly uplatněny zkušenosti a znalosti z řady objektů, ve kterých bylo různými technickými opatřeními dosaženo snížení spotřeby teplé a studené vody při plné službě uživatelům, s eliminací mikrobiální kolonizace. Jde zejména o teplotní stabilizaci vyráběné teplé vody, která pak umožňuje, jak je výše doloženo, distribuci teplé vody s energeticky a uživatelsky optimální teplotou, a tedy se snížením její spotřeby, za minimalizace mikrobiální kolonizace (v řadě případů i bez chemického ovlivnění). Tato řešení byla přihlášena v roce 2008 do 8. ročníku české větve světové soutěže za úsporu paliv, energie a zlepšování životního prostředí ENERGY GLOBE AWARD – první ročník v ČR. Českého finále se zúčastnilo více než sto projektů – výše uváděný popis, který byl realizován a je dlouhodobě provozován (objekt PIO ve FN Hradec Králové), zvítězil v kategorii VODA.

Kontakt na autora: qzp@qzp.cz

### Použité zdroje:

- [1] BAJGAR, M. Teplá užitková voda včera, dnes a zítra. *Topenářství a instalace*. 2000, roč. 34, č. 1, s. 42–44. ISSN 1211-0906.
- [2] BRYNJOLFSSON, E., McAFFEE, A. *Druhý věk strojů*. Jan Melvil Publishing, 2015. ISBN 978-80-87270-71-4.
- [3] DENNIS, P. J., GREEN, D., JONES, B. P. A note on the temperature tolerance of Legionella. *Journal of Applied Bacteriology*. 1984, v. 56, p. 349–350. ISSN1365-2672.
- [4] EXNER, M. *Institut für Umwelthygiene und Umweltmedizin am Hygiene-Institut des Ruhrgebiets*. SHT 10, 1992.
- [5] FROLÍK, S. *Ekologické systémy budov*. Vydavatelství ČVUT v Praze. Praha, 2010.
- [6] KIRK, D. *Environmental Management for Hotels*. Student s Handbook. Butterworth Heinemann, London, 1999.
- [7] PAVLÍČEK, V., PAVLÍČKOVÁ, A. Biofilm – souvislosti a rizika. *Topenářství a instalace*. 1998, č. 3, s. 50–51.
- [8] ŽABIČKA, Z. Vnitřní vodovod a vady. Sborník konference SANHYGA Piešťany, 2013.
- [9] ŽABIČKA, Z. Potrubí vnitřního vodovodu a mikrobiologické riziko. Sborník konference SANHYGA Piešťany, 2016.
- [12] ČSN 75 5409. Vnitřní vodovody. ÚNMZ, 2013.
- [13] ČSN EN 806: 1 až 5. Vnitřní vodovod pro rozvody vody určené k lidské spotřebě. ČNI, 2002 až 2012.



Obr. 7 Kontrolní výměnná trubka (kontrola stavu vnitřního povrchu) a tangenciální odlučovač EKOMAG

Fig. 7 Replacement inspection pipe (internal surface check) and EKOMAG tangential separator



a)



b)

Obr. 8 Výměnné kontrolní potrubí cirkulace po 60 dnech: a) pohled na vnitřní povrch potrubí; b) průhled potrubím

Fig. 8 Replacement inspection pipe of circulation loop after 60 days: a) view on the inner surface of the pipeline; b) pipeline view-through

### Rozložitelný rotor Kastt

Na veletrhu ISH/Aircontec 2017 ve Frankfurtu nad Mohanem vystavoval český výrobce výměníků Kastt s.r.o., Hradec Králové, společně s německým partnerem Wolf, GmbH, nový rozložitelný rotor Smart System. Rotor, rozložitelný na dva základní díly, představuje velké zjednodušení pro dopravu a bezpečnou a rychlou montáž v místě užití.

Pramen: CCI 06/2017, s. 15

(AB)