

Legionella pneumophila rizikos įvertinimo analizė karšto vandens tiekimo sistemoje su nuolatine cirkuliacija

Romanas Savickas,

Alfonsas Skrinska

Vilniaus Gedimino technikos universitetas,
Šildymo ir vėdinimo katedra,
Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius

Straipsnyje sprendžiami centralizuotai tiekiamo karšto vandens temperatūros optimizavimo klausimai. Šio vandens temperatūra gali būti per aukšta, nes kyla pavojus odos nudegimams bei padidėja šiluminės energijos sąnaudos, ir ši temperatūra gali būti per žema, nes gali susidaryti palankios sąlygos daugintis bakterijoms, o kai kurios iš jų gali būti ligų sukėlėjos. Kadangi centralizuotai tiekiamo karšto vandens nuo jo šildymo vietos iki vartotojo temperatūra krenta tiek tekėjimo kryptimi, tiek laiko atžvilgiu, todėl eksploatuojant tokią karšto vandens tiekimo sistemą neišvengiami temperatūrų karšto vandens tiekimo sistemose netolygumai.

Šiame straipsnyje yra nustatyta karšto vandens temperatūros kaita karšto vandens sistemos cirkuliaciniame kontūre, įvertinta rizika dėl legionella bakterijų plitimo.

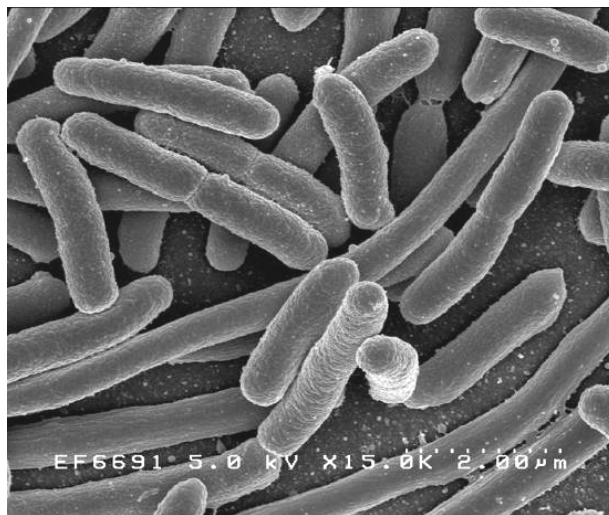
Raktažodžiai: karštas vanduo, karšto vandens cirkuliacinis kontūras, šiluminė energija, legionella

1. ĮVADAS

Šiltame vandenyje gali daugintis įvairių rūšių bakterijos. Tokia galimybė egzistuoja ir karšto vandens tiekimo sistemoje. Viena tokių nepageidaujamų bakterijų yra *Legionella pneumophila*. *Legionella pneumophila* pirmą kartą 1977 m. identifiko JAV daktaras J. McDade [1], tirdamas 1976 metais įvykusį paslaptingos ligos protrūkį, kuris Filadelfijoje nusinešė 34 žmonių gyvybes. Yra nustatytos daugiau nei 34 *Legionella* bakterijų rūšys ir daugiau nei 20 iš jų sukelia ligas. *Legionella* bakterijų sukelta liga vadinama legioneliozė. Aptikus bakterijas nustatyta, kad vienintelis galimas būdas užsikrėsti šia liga yra įkvėpus aerozolių (vandens lašelių) su nemažu *Legionella* bakterijų kiekiu [2]. Lašelių dydis kinta nuo 1 iki 10 μm. Infekcijos negali perduoti žmogus žmogui. Žmonės su nusilpusia imunine sistema sudaro didžiausią rizikos grupę. Taip pat vyrų rizika užsikrėsti šia liga yra 2,5 karto didesnė nei moterų. Legioneliozės inkubacinis periodas – 2–10 dienų [3]. Pradiniai simptomai – lengvas kosulys, nestiprus galvos skausmas, raumenų diegimas, karščiavimas – persimeta į įvairius vidaus organus ir staigiai progresuoja iki komos. Vėlesni simptomai yra aukšta temperatūra, sausas kosulys ir dusulys. Šia liga suserga tik 5% infekuotų žmonių, iš kurių 10–30% miršta, t. y. iš užsikrėtusių 200 žmonių tikimybė mirti yra 1–3 žmonėms.

Legionella yra strypo formos judri bakterija, kuri natūraliai atsiranda paviršiniuose ir poėminiuose van-

denyse. Jø ilgis yra 2–20 μm, o skersmuo 0,3–0,9 μm. *Legionella* bakterija yra *Legionellaceae* šeimos narys, apima 42 rūšis, áskaitant ir *Legionella pneumophila* (1 pav.), kuri sukelia didžiausią pavojų (toliau tekste – *legionella*).



1 pav. *Legionella pneumophila* [4]

Legionella dauginimasi skatinantys veiksniai (1 lent.):

- Vanduo. *Legionella* gyvena vandenyje, be vandens þūtø labai greitai.
- Deguonis. *Legionella* yra aerobinë bakterija, be deguonies þūtø labai greitai.

– Vandens temperatūra. *Legionella* dauginasi 20–50°C temperatūroje, o optimali dauginimosi temperatūra yra 30–40°C. Aukštesnės nei 60°C temperatūros vandenyje bakterijos labai greitai žūva.

– Gyvavimo laikas. Ilgas palankio temperatūroje laikas sąlygoja dideles bakterijų koncentracijas.

– Nejudrumas. Stovintis ar mažai judantis vanduo sudaro palankiausias dauginimosi sąlygas. *Legionella* dauginasi nejudriame vandenyje. Vamzdyno ar sistemos dalis, kuria neprateka vanduo, sudaro puikias sąlygas dauginimosi.

– Rūgštingumas. *Legionella* gali daugintis, kai pH 5,5–9,2 ir esant pH 2,2 išgyventi 2 minutes.

– Nuosėdos ir plėvelės.

1 lentelė. *Legionella* elgesys priklausomai nuo vandens temperatūros [1]

Karšto vandens temperatūra °C	<i>Legionella</i> bakterijų elgesys
60	Greitai žūva
55	Nesidaugina
50	Nesidaugina
45	Lėtai dauginasi
40	Greitai dauginasi
35	Optimali dauginimosi temperatūra
30	Optimali dauginimosi temperatūra
25	Greitai dauginasi
20	Lėtai dauginasi
< 20	Išgyvena

2. KARŠTO VANDENS TEMPERATŪRŲ KAITOS TYRIMO METODAI

Tariama, kad *legionella* bakterijų yra, kai nustatoma bent mažiausias, 50 cfu/l (cfu=colony-forming units, arba koncentracija vienos ar kelių bakterijų, sudarančių vieną koloniją), kiekis.

Norint sumažinti *legionella* bakterijų kiekį, vandens temperatūra turi išlikti žemesnė nei 20–25°C (ámanomas tik minimalus *legionella* augimas) arba per 50°C (dauginimasis neámanomas). Esant aukštesnei nei 60°C temperatūrai, *legionella* žūva, taèiau visgi rekomenduojama ðia temperatūrą išlaikyti bent 2–3 min. Esant tam tikroms aplinkyboms yra naudojamos tokios prevencinės priemonės, kaip vandens nuleidimas arba ðildymas iki nustatytos temperatūros. 2 lentelėje pateikta, kurá laikotarpá ir esant kuriai temperatūrai reikia taikyti tokias priemones. Pavyzdžiui, galima prevenciškai kartà per savaitę atsukti karšto vandens stovą, kuris neturi cirkuliacijos, karšto vandens maiðytuvá ir, jei vanduo yra 60°C, já laikyti atsuktà 20 min., o jei norima cirkuliaciniame kontūre bakterijų kieká sumažinti, pakelti cirkuliuojanèià temperatūrą iki 60°C ir išlaikyti ðia temperatūrą 10 min.

Dažnai naudojamos kur kas aukštesnės temperatūros. Ðinoma, kad kai kuriuose vandens pramogų par-

2 lentelė. Vandens nuleidimo ir paðildymo laikotarpio priklausomybė nuo temperatūros [1]

Eil. Nr.	Temperatūra °C	Vandens nuleidimo laikotarpis, kai vanduo nuleidþiamas kartà per savaitę	Paðildyto vandens išlaikymo laikas
1.	60	20 min	10 min
2.	65	10 min	1 min
3.	70	5 min	10 s

kuose vamzdynai valomi kiekvienà savaitę vandens garais, o kaitinant vandená iki 60–70°C, ði temperatūra palaikoma gerokai ilgiau, nei nurodyta 2 lentelėje. Vandens apdorojimas terminiu būdu nėra vienintelė priemonė, tai galima atlikti ir cheminiu būdu, pavyzdžiui, naudojant ultravioletinius spindulius, sodos hipochloridà, chlorodioksidà ir kitas medþiagas [5], taèiau ðis straipsnis – apie *legionella* bakterijų rizikos sumažinimà karšto vandens reguliavimo priemonėmis.

Normatyviniai karšto vandens dokumentai turėtų ávertinti *legionella* rizikos laipsnà. Rizikos laipsnà apibūdina bakterijų kiekis, kuris gali būti pateiktas sutartiniais simboliais (3 lentelė).

3 lentelė. *Legionella* rizikos įvertinimo simboliai [1]

Eil. Nr.	Simbolis	Reikðmė
1.	0	Neutrali reikðmė < 50 cfu/l (absoliuti)
2.	+	10 kartø mažiau
3.	++	100 kartø mažiau
4.	+++	1000 kartø mažiau
5.	–	< 10 ³ cfu/l
6.	– –	< 10 ⁴ cfu/l
7.	– – –	< 10 ⁵ cfu/l

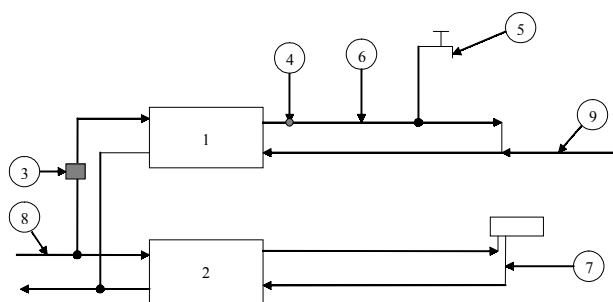
Karšto vandens temperatūra priklausomai nuo temperatūros buvimo laiko sukelia skirtingà *legionella* rizikos laipsnà (4 lentelė).

Principinė karšto vandens ruoðimo schema parodyta 2 pav. Karðtas vanduo ruoðiamas plokðteliniame ðilumokaityje. Karðtas vanduo turi cirkuliacinà kontūrą, o vandens temperatūrą reguliuoja automatika, kuri atitinkamai atidaro arba uþdaro karšto vandens voþtuvá. Nuo karšto vandens cirkuliacinio kontūro yra atðakos á maiðytuvus. Ðiose atðakose cirkuliacija nevyksta. Karšto vandens temperatūra fiksuojama iškart po ðilumokaièio.

Iððestytoje informacijoje daugiausia dèmesio skiriama *legionella* rizikai, taèiau yra ir kitø veiksniø, á kuriuos reikia atkreipti dèmesá pasirenkant karšto vandens temperatūrą. Pavyzdžiui, labai padidinus karšto vandens temperatūrą padidės ðiluminės energijos sànaudos, be to, iškyla realus pavojus nusideginti per karštu vandeniu. Lietuvoje nudegimø dėl karšto vandens statis-

4 lentelė. Rizikos laipsnio įvertinimas priklausomai nuo karšto vandens temperatūros ir laiko [1]

Eil. Nr.	Rizikos veiksnys		Rizikos laipsnis (+ mirimas; - augimas)	Temperatūros buvimo laikas	Rizikos laipsnis (+ mirimas; - augimas)	Temperatūros buvimo laikas	Rizikos laipsnis (+ mirimas; - augimas)
	temperatūra °C	temperatūros buvimo laikas					
1.	< 20	Neribojamas	0				
2.	20–25	Neribojamas	0				
3.	25–45	< 2 paros	0	> 2 paros < 1 savaitė	-	> 1 savaitė	---
4.	45–50	Neribojamas	--				
5.	50–55	Neribojamas	0				
6.	55–60	> 1 val.	+	> 2 h	++	> 3 h	+++
7.	60–65	> 3 min.	+	> 5 min	++	> 10 min	+++
8.	65–70	> 20 s.	+	> 40 s	++	> 1 min	+++



2 pav. Principinė karšto vandens ruošimo schema.

1 – karšto vandens šilumokaitis, 2 – šildymo šilumokaitis, 3 – karšto vandens vožtuvas su pavara, 4 – karšto vandens temperatūros jutiklis, 5 – karšto vandens maišytuvas, 6 – karšto vandens cirkuliacinė sistema, 7 – šildymo sistema, 8 – termofikacinis vanduo, 9 – šaltas vanduo

tikos nėra, tačiau vadovaujantis kitų valstybių, pavyzdžiui, JAV, patirtimi pamatysime, kad beveik ketvirtadalis visų nudegimų, dėl kurių vaikai atvežami į ligoninę, sukelti per daug karštas vanduo iš čiaupo. Pasak daktaro Collin Goto [6], vaikų oda yra plonesnė ir pažeidžiamesnė nei suaugusiųjų, todėl gali nudegti net ir esant tokioms temperatūroms, kurios suaugusiajam atrodo komfortabilios. Nudegimų prevencija galima sumažinus tiekiamo karšto vandens temperatūrą iki 49°C [6], atitinkamai nustatant karšto vandens šildytuvo temperatūrą arba įrengiant termostatinis maišymo vožtuvus. Tuomet kodėl gi negalima tiekti 49°C karšto vandens? Dalis atsakymo į šią klausimą susijusi su *legionella* ir pamesne nei 60°C karšto vandens temperatūra. Nusprendus sumažinti karšto vandens temperatūrą, reikėtų palyginti riziką užsikrėsti *legionella* bakterijomis su rizika sunkiai nusideginti.

Dauguma nudegimų prevencijos dalininko 49°C temperatūrą pripažįsta kaip optimalią karšto vandens tiekimui. Esant tokiai temperatūrai nusideginama per 5–10 min, tuo tarpu esant 60°C per 2–6 s [6]. Vaikų oda yra dar jautresnė, ir esant 54°C karštam vandeniui visas odos sluoksnis nudega per 10 s, o esant 60°C – tik per 1 s [7]! 1983 m. JAV Vašingtono buvo priimtas norma-

tyvinis dokumentas, pagal kurį karšto vandens reguliatorių bei buitinių boilerių temperatūra turi būti nustatyta 49°C. Tai sąlygoja, kad ligoninėse gydomų nudegimų dėl karšto vandens sumažėjo 50% [6].

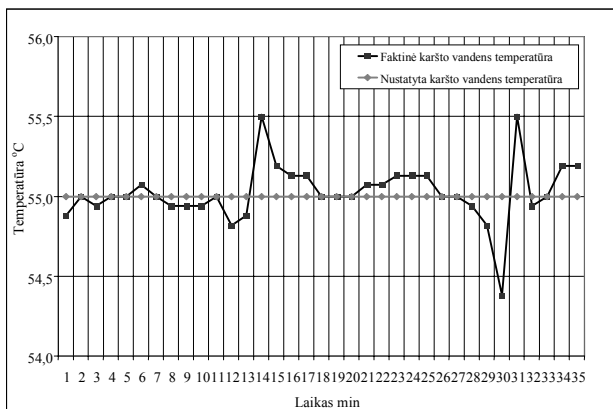
Viena pagrindinių priepasėjų palaikyti aukštesnė temperatūra yra *legionella* bakterijos. Daug tyrimų rodo penklų bakterijų skaičiaus sumažėjimą esant apie 50°C, tačiau kitų tyrimų metu *legionella* aptikta ir esant 66°C [6]. Todėl galima palaikyti labai aukštą karšto vandens temperatūrą, tačiau nepavyks sumažinti *legionella* bakterijų kiekio iki absoliutaus lygio. Taigi reikia įvertinti, kokią temperatūrą palaikyti, norint išvengti *legionella*, arba teisingiau, koks yra rizikos santykis užsikrėsti *legionella* naudojant pamesnės temperatūros vandenį su nudegimų rizika naudojant labai karštą vandenį

3. KARŠTO VANDENS TEMPERATŪRŲ KAITOS TYRIMAS CIRKULIACINIAME KONTŪRE

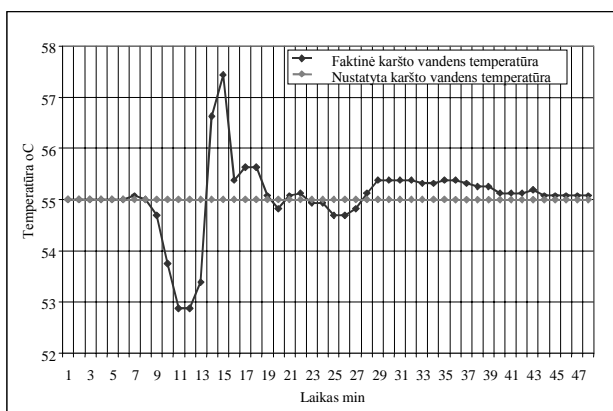
Stambaus visuomeninės paskirties pastato, pavyzdžiui, viešbučio, gyventojai bei darbuotojai, neteisingai eksploatuodami karšto vandens sistemą, gali susirgti legionelioze. 4 lentelės duomenimis, jei karšto vandens temperatūra sistemoje aukštesnė nei 55°C ir yra pastovi, jokios rizikos nėra. Tačiau dažnai šiuolaikinė automatika suteikia galimybę karštą vandenį tiekti tik pageidaujama laiku, ir, pavyzdžiui, administraciniame pastate tiekti karštą vandenį tik darbo valandomis. Ar tuomet atsiranda rizika dėl *legionella*? Norėdami tai įvertinti, paanalizuokime faktines administracinio pastato karšto vandens temperatūras.

Tyrimo laikas – ilgiau nei pusė valandos, kai karšto vandens pastate niekas nevaldo. Duomenys buvo fiksuojami 1 min dažnumu. Numatyta ir faktinė tiekiamo karšto vandens temperatūros, kai karšto vandens suvartojimas yra lygus nuliui, parodytos 3 pav. Ėjame paveikslėlyje matyti, kad šiuolaikinė automatika galima palaikyti beveik idealiai pastovią temperatūrą, kuri kinta tik $\pm 0,5^\circ\text{C}$. Tokia pastovi temperatūra gaunama tik pastovaus reikimo atveju, kai tiekiamo termofikato ir karšto

vandens pavaros, ir vožtuvo darbas nusistovi. Karšto vandens vožtuvas žiuo atveju nejuda ir yra atidaryta tiek, kad pro ją pratekanio termofikato kiekio užtektø kompensuoti nedidelius cirkuliacinius karšto vandens sistemos ðilumos nuostolius. Atsiþvelgiant á temperatūros pokyčius ir 4 lentelėje pateiktus duomenis galima daryti iðvadà, kad 55°C karšto vandens temperatūrai kintant $\pm 0,5^\circ\text{C}$ ribose, tokia temperatūros kaita galima neribotà laikà be jokios rizikos, tuo metu *legionella* yra neutralios stadijos – nesidaugina, bet ir nemiròta (neutrali reikðmė < 50 cfu/l (absoliuti)). Atsukus karšto vandens maiðytuvà, esamo termofikato kiekio palaikyti numatyta cirkuliacinë temperatūrà bei papildyti ðaltà vandenà iki karšto nebeuþtenka ir karšto vandens temperatūra ima kristi, todël karšto vandens vožtuvas palaipsniui pradeda atsidarinėti. Karšto vandens temperatūrai pasiekus numatyta reikðmæ, vožtuvas pradeda uþsidarinėti, taèiau, kadangi pavaros ir vožtuvas dirba nustatyto ribotu greièiu su tam tikra inercija, karšto vandens temperatūra virðija numatyta reikðmæ ir tik tuomet pradeda maþėti, kol sumaþėja iki numatytos reikðmës, dël pavaros ir vožtuvo darbo greièio ðiek tiek nukrenta þemiau numatytos reikðmës ir vël pradeda kilti. Taip ciklas maþedamas kartojasi, kol susireguliuoja numatyta temperatūra (4 pav.). Uþsukus maiðytuvà procesas kartojasi ir vyksta atgaline tvarka. Karšto van-



3 pav. Karšto vandens faktinë ir nustatyta temperatūros, kai karšto vandens nevartojama



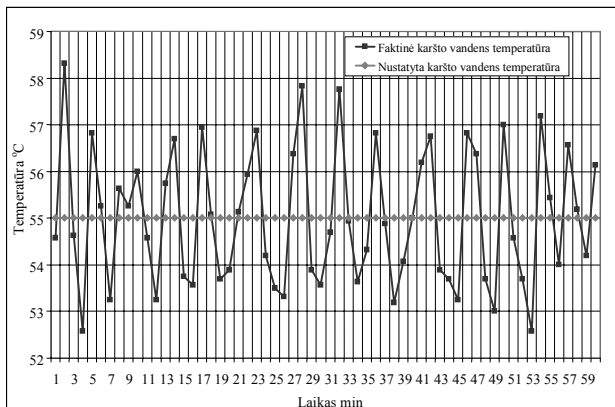
4 pav. Karšto vandens faktinë ir nustatyta temperatūros, atsukus maiðytuvà

dens vartojant 1 l/min, temperatūra kinta $\pm 2^\circ\text{C}$ (5 pav.), o vartojant daugiau nei 1 l/min, ji kinta $\pm 4^\circ\text{C}$ ir daugiau (6 pav.).

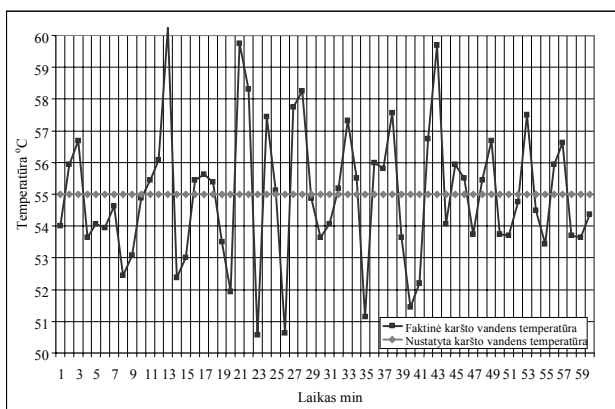
Atsiþvelgdami á temperatūros pokyčius, parodytus 5 ir 6 pav., ir 4 lentelėje pateiktus duomenis galime daryti iðvadà, kad kai nustatyta karšto vandens temperatūra yra 55°C ir karðtas vanduo vartojamas temperatūrai kintant net apie $\pm 4^\circ\text{C}$, ðitaip temperatūra gali kisti neribotà laikà, ir tuomet *legionella* bus maþiau nei 10^4 cfu/l. 4 lentelės duomenimis, didesnæ rizikà sukeltø þemesnë kaip 45°C ir ne þemesnë kaip 25°C temperatūra. Esant tokiai temperatūrai ne ilgiau kaip 2 paras, *legionella* bus neutralios stadijos – nesidaugins, bet ir nemirs (neutrali reikðmė < 50 cfu/l (absoliuti)), esant ilgiau kaip 2 paras, bet trumpiau kaip 1 savaitæ, rizikà iðaugo iki 10^3 cfu/l, o esant ilgiau kaip 1 savaitæ – iki 10^5 cfu/l. Galima daryti iðvadà, kad neilga karšto vandens temperatūros kaita dël automatikos darbo nesukelia jokios rizikos.

Jeigu nedidelë karšto vandens temperatūros kaita nesukelia rizikos, panagrinëkime, ar temperatūros paþemimas nakèiai arba savaitgaliui gali padidinti rizikà dël *legionella*. Manoma, kad iðjungus karšto vandens ðildymà vandens temperatūra turëtø vidutiniðkai nukristi iki patalpø temperatūros. 4 lentelėje matyti, kad esant 25°C ir þemesnei temperatūrai, tokios temperatūros buvimas neribojamas ir *legionella* augimo nesukelia. Vadinas, temperatūrà galima þeminti bet kuriam laikui. Taip nutinka esant vieno laipsnio karšto vandens ðilumokaièiui arba esant dviejø laipsniø karšto vandens ðilumokaièiui ne ðildymo sezonu. Ðildymo sezonu, kai karšto vandens sistema turi dviejø laipsniø ðilumokaità faktinë karšto vandens temperatūra yra kita. Ið ðildymo sistemos grãptantis termofikacinis vanduo paðildo pirmo laipsnio karšto vandens ðilumokaità, o antro laipsnio karšto vandens ðilumokaitis paðildo iki trûkstamos temperatūros. Karšto vandens vožtuvas reguliuoja termofikacinio vandens tiekimà á antràjà ðilumokaità. Esant nakatinei karšto vandens temperatūrai (ðiame straipsnyje priimama, kad yra du karšto vandens temperatūros reþimai: dienis, kurio metu tiekiamas nustatytos 55°C temperatūros karðtas vanduo, ir naktinis, kurio metu karšto vandens ðildymas iðjungiamas ir karðtas vanduo atvësta), uþdaromas karšto vandens vožtuvas, taèiau ið ðildymo sistemos grãptantis termofikacinis vanduo lieka cirkuliuoti. Dël ðiø prieþasieø esant naktiniam reþimui grãptantis ið ðildymo sistemos termofikacinis vanduo ið dalies paðildo karðtà vandenà, o karšto vandens temperatūra nukrinta ne iki patalpø vidaus temperatūros, bet iki grãptamo ið ðildymo sistemos termofikacinio vandens temperatūros, kuri kinta priklausomai nuo lauko oro temperatūros. Lauke esant -20°C , grãptantis ið ðildymo sistemos termofikacinis vanduo gali bûti apie 60°C ir ðios temperatūros uþtenka karðtà vandenà paðildyti iki reikiamos temperatūros ir jam cirkuliuoti (neuþtektø tik tuo atveju, jeigu bûtø atsuktas karšto vandens maiðytuvus ir ðilumos poreikis iðaugtø). 7 pav. matyti karšto vandens temperatūros kitimas prasidëjus paþemintam reþimui ir jo metu, kai lauke yra apie $+4^\circ\text{C}$

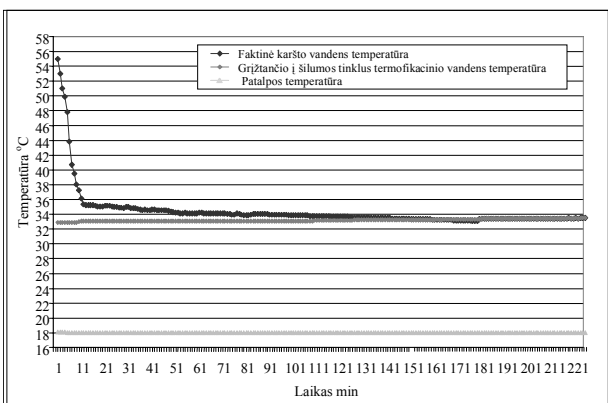
ūilumos. Faktinė karšto vandens temperatūra nukrito iki apie 34°C ir priklauso nuo grąžtančio á ūilumos tinklus vandens temperatūros, o pastaroji priklauso nuo lauko oro temperatūros. Didžiausią riziką, 4 lentelės duomenimis, sukelia 25–45°C karšto vandens temperatūra, taėiau 25–45°C karšto vandens temperatūros buvimas iki 2 parų bakterijų augimo nesukelia, todėl jei tai yra naktinis temperatūros pąpėminimas, tuomet darome iųvadą, kad rizikos dėl *legionella* nėra. Grąžtančio termofikacinio vandens 45°C ir pėmesnė temperatūra yra lauke esant iki –5°C, todėl esant pėmesnei oro temperatūrai nei –5°C rizika dar maėesnė arba iųnyksta.



5 pav. Karšto vandens faktinė ir nustatyta temperatūros, vartojant 1 l/min karšto vandens



6 pav. Karšto vandens faktinė ir nustatyta temperatūros, vartojant daugiau nei 1 l/min karšto vandens



7 pav. Karšto vandens faktinė temperatūra, esant naktiniam režimui

4. KARŠTO VANDENS TEMPERATŪRŲ KAITOS ĮVERTINIMAS ATŠAKOJE NUO CIRKULIACIJOS KONTŪRO IKI MAIŠYTUVO

Ankstesniame skyriuje iųnagrinėta karšto vandens temperatūra ir ávertinta rizika dėl *legionella* karšto vandens cirkuliaciniame kontūre, kuriame tiek karšto vandens temperatūra, tiek *legionella* dauginimasis yra prognozuojami ir ávertinami dydėiai. Taėiau nuo karšto vandens cirkuliacinio kontūro yra pąjungtos atšakos su maišytuvais (2 pav.). Ėiose atšakose nuolatinė cirkuliacija nevyksta, todėl retai naudojant karštą vandeną jis ėioje atšakoje atvėsta ir priklausomai nuo atvėsimos temperatūros ir atšakos ilgio iųkykla pavojus dėl *legionella*. Remiantis ankėšėiu iųdėstyta medėpiaga, trumpalaikiai karšto vandens vartojimai, kurių metu vartotojas vartoja karštą vandeną pakankamai trumpą laiką ir karštas vanduo nespėja suėilti iki 45°C ar aukėtesnės temperatūros, nesvarbu kiek daėnai taip daroma, taėiau ėitaip karštas vanduo turi būti vartojamas ne ilgiau kaip 2 paras, nes vartojant ilgiau nei 2 paras, bet trumpiau nei 1 savaitę *legionella* dauginasi ir jos reikėmė iųauga iki 10⁴ cfu/l, vartojant ilgiau nei 1 savaitę *legionella* reikėmė iųauga iki 10⁵ cfu/l. Tai sukelia didelę pavojų, todėl ne vėliau kaip po 2 parų karštas vanduo turi būti nuleistas, aukėtesnės nei 55°C temperatūros, kuriai esant bakterijos ima mirti, ir palaikomas pakankamą laiką (temperatūros iųlankymo intervalas priklauso nuo karšto vandens temperatūros, 2 lentelė). Galima daryti iųvadą, kad perdėtas karšto vandens taupymas galimas tik kartu su rizika dėl įmonio sveikatos ir gyvybės.

Karšto vandens vartotojams galima pateikti rekomendacijas, kad ilgą laiką negyvenant patalpose netikslinga retkarėiais profilaktiėkai ėiek tiek nuleisti karšto vandens, arba vandeną nuleisti pakankamai ilgą laiką (2 lentelė). Tai turėt būti aktualu vieėbuėius administruojanėiam personalui. Daugiabuėio namų gyventojai ir vieėbuėio administratoriai turėt ávertinti, kad atsukus karšto vandens ėiaupą reikia palaukti, kol vanduo pasieks maksimaliá temperatūrą ir tik ėiek tiek dar palaukus galima uėpsukti ėiaupą. Prieėingu atveju po 2 parų reikės nuleisti karštą vandeną pagal 2 lentelės duomenis. Ėinoma, tai ypaė taikytina ir sistemoms, kurios neturi cirkuliacinio kontūro. Pavyzdėiui, viename Vilniaus miesto Fabijoniėkių rajono 5 aukėto daugiabutyje nėra cirkuliacinio kontūro, todėl karšto vandens reikia laukti apie 10 min. Daėniausiai įmonės per gerokai trumpesną laiką iųplauna lėkėtą ar puoduką nevisiėkai ėiltu vandeniu, o tai sálygoja, kad karštas vanduo praktiėkai niekada nepasiekia maksimalios nustatytos reikėmės, o rizika dėl *legionella* tampa didėiausia.

5. IŠVADOS

1. Atlikus centralizuoto karšto vandens tiekimo sistemos cirkuliacinio kontūro temperatūrų eksperimentinį tyrimą nustatyta, kad nevartojant karšto vandens, jo temperatūra kinta $\pm 0,5^\circ\text{C}$, vartojant karštą vandenį – $\pm 4^\circ\text{C}$. Šitaip

temperatūra gali kisti neribotą laiką, nes tokiomis sąlygomis *legionella* yra neutralios stadijos ($<10^4$ cfu/l) ir nesidaugina.

2. Kai karštas vanduo nešildomas ilgesnį laiką (pavyzdžiui, naktį) ir jo temperatūra nukrinta žemiau kaip 25°C, tai tokia vandens temperatūra irgi gali būti bet kurį laiką, nes žemesnės nei 25°C temperatūros vandenyje *legionella* reikšmė irgi yra neutrali (<50 cfu/l).

3. Trumpalaikiai karšto vandens vartojimai, kai vartotojas atsuka karšto vandens čiaupą pakankamai trumpam laikui ir karštas vanduo nespėja sušilti iki 45°C ar aukštesnės temperatūros, nesvarbu kiek dažnai taip daroma, tačiau tokiu būdu karštą vandenį rekomenduojama vartoti ne ilgiau nei 2 paras. Po 2 parų karštą vandenį rekomenduojama nuleisti priklausomai nuo jo temperatūros 3–30 min (2 lentelė).

4. Viešbučiuose ir daugiabučiuose namuose, kurie neturi karšto vandens cirkuliacinio kontūro, siūloma atskus vandens maišytuvą palaukti, kol karšto vandens temperatūra pasieks nustatytą reikšmę. Priešingu atveju po 2 parų reikės nuleisti karštą vandenį pagal 2 lentelės duomenis.

Gauta 2005 04 25

Literatūra

1. Warmerdam J., Renee C. Proceedings IEA Workshop of *Legionella*. International Energy Agency, Netherlands, 2001.
2. U. S. Department of Labor, Occupational Safety & Health Administration, Osha technical manual, Legionnaires' disease // <http://www.osha.gov>.
3. AWT Board of Directors „*Legionella* 2003: An Update and Statement by the Association of Water Technologies (AWT)“, 2003.
4. http://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/3/32/EscherichiaColi_NIAID.jpg
5. Richard W., Gilpin T., Susan B. et al. Disinfection of circulating water systems by ultraviolet light and halogenation // *Water Resources*. 1985. Vol. 19. No. 7. P. 839–848.
6. Alberta center for injury control and research “Hot Water Safety: Preventing Tap Water Scald Injuries”, 2003.
7. Jaye C., Simpson J. C., Langely J. D. Barriers to safe hot tap water: results from a national study of New Zealand plumbers // *Injury Prevention*. 2001. Vol. 7. P. 302–306.

Romanas Savickas, Alfonsas Skrinska

RISK EVALUATION ANALYSIS OF *LEGIONELLA PNEUMOPHILA* IN HOT WATER SUPPLY SYSTEM WITH CONSTANT CIRCULATION

S u m m a r y

This article solves the temperature optimisation questions of hot water supplied in a centralized way. The temperature of this water can be too high and thus cause the risk of scald burns and increase heat consumption, and this temperature can be too low and thus favour bacterium reproduction, some of them being potentially harmful. Because the temperature on the way of hot water from its heating point to consumer decreases depending on the flow direction and time, maintaining such a hot water supply system leads to unavoidable temperature fluctuations.

Hot water temperature fluctuations in a hot water circulation system and the risk of *legionella* spread are discussed.

Key words: hot water, hot water circulation system, heat energy, *legionella*

Романас Савицкас, Альфонсас Скринска

АНАЛИЗ РИСКА ИЗ-ЗА РАЗМНОЖЕНИЯ БАКТЕРИЙ *LEGIONELLA PNEUMOPHILA* В ЦИРКУЛЯЦИОННОМ КОНТУРЕ ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ

Р е з ю м е

Рассматривается оптимизация температуры горячей воды, поставляемой централизованным методом. Температура этой воды может быть слишком высокая, вызывающая ожоги и повышение потребления энергии, или слишком низкая, вызывающая размножение бактерий. Температура горячей воды падает от точки нагрева до точки потребления горячей воды и эти колебания неизбежны.

Проанализированы колебания температуры горячей воды в циркуляционном контуре, поставляемой централизованным методом, и риска из-за размножения бактерий *legionella*.

Ключевые слова: горячая вода, циркуляционный контур горячей воды, потребление энергии, *legionella*