

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta
za gradbeništvo
in geodezijo



Jamova cesta 2
1000 Ljubljana, Slovenija
<http://www3.fgg.uni-lj.si/>

DRUGG – Digitalni repozitorij UL FGG
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

To je izvirna različica zaključnega dela.

Prosimo, da se pri navajanju sklicujete na bibliografske podatke, kot je navedeno:

Vrhovec, Š., 2013. Zatiranje legionel: termična dezinfekcija omrežja pitne vode v bolnišnici. Diplomski naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Kompare, B., somentorica Tomič, V.): 60 str.

University
of Ljubljana

Faculty of
Civil and Geodetic
Engineering



Jamova cesta 2
SI – 1000 Ljubljana, Slovenia
<http://www3.fgg.uni-lj.si/en/>

DRUGG – The Digital Repository
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

This is original version of final thesis.

When citing, please refer to the publisher's bibliographic information as follows:

Vrhovec, Š., 2013. Zatiranje legionel: termična dezinfekcija omrežja pitne vode v bolnišnici. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Kompare, B., co-supervisor Tomič, V.): 60 pp.



Kandidatka

ŠPELA VRHOVEC

Zatiranje legionel:

termična dezinfekcija omrežja pitne vode v bolnišnici

Diplomska naloga št.: 203/VKI

The abatement of Legionella:

**Thermal disinfection of the drinking water network in a
hospital**

Graduation thesis No.: 203/VKI

Mentor :

prof. dr. Boris Kompare

Predsednik komisije :

doc. dr. Dušan Žagar

Somentorica:

doc. dr. Viktorija Tomič

Člani komisije:

doc. dr. Mojca Šraj

izr. prof. dr. Jože Panjan

prof. dr. Matjaž Mikoš

Ljubljana, 28. 06. 2013

STRAN ZA POPRAVKE, ERRATA

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisana Špela Vrhovec izjavljam, da sem avtorica diplomske naloge z naslovom:
Zatiranje legionel: termična dezinfekcija omrežja pitne vode v bolnišnici.

Izjavljam, da je elektronska različica v vsem enaka tiskani različici.

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v repozitoriju UL FGG.

Ljubljana, 13. junij 2013

(podpis kandidatke)

BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	628.166(043.2)
Avtor:	Špela Vrhovec
Mentor:	prof. dr. Boris Kompare
Somentorica:	doc. dr. Viktorija Tomič
	Naslov: Zatiranje legionel: termična dezinfekcija omrežja pitne vode v bolnišnici
Tip dokumenta:	Diplomska naloga – univerzitetni študij
Obseg in oprema:	60 str., 10 pregl., 4 graf., 16 sl., 1 pril.
Ključne besede:	interni vodovodni sistem, samodejna termična dezinfekcija, legionela, Klinika Golnik

Izvleček:

Diplomska naloga obravnava problematiko zatiranja bakterij iz rodu *Legionella* v internem omrežju pitne vode v bolnišnici. Sledi celotnemu postopku evidentiranja in odločanja pri vzpostavitvi sistema za zatiranje legionele v bolnišnici. Najprej navajamo osnovne podatke, kot so pregled stanja tehnike, nato se seznanimo s klasično metodo termične dezinfekcije in jo primerjamo s sodobnejšo samodejno metodo. Sledi primer vgradnje in delovanja sistema v referenčnem objektu. Nadaljujemo z analizo javnega in internega vodovodnega sistema, vključno z ugotavljanjem poteka napeljav v glavni stari stavbi Klinike Golnik. Na podlagi ugotovljenega sledijo izračuni stroškov za izvajanje dezinfekcije in primerjava z investicijskimi stroški za sistem samodejne termične dezinfekcije, ki jih izračunamo na podlagi predloga za adaptacijo. Poudarek je tudi na smernicah, ki jih je priporočljivo upoštevati pred odločitvijo o vzpostavitvi sistema za zatiranje legionele v bolnišnici.

BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION

UDC: 628.166(043.2)
Author: Špela Vrhovec
Supervisor: Prof. Boris Kompare, Ph. D.
Co-supervisor: Assist. Prof. Viktorija Tomič, Ph.D.
Title: The abatement of Legionella:
Thermal disinfection of the drinking water network in a hospital
Document type: Graduation Thesis – University studies
Scope and tools: 60 p., 10 tab., 4 graph., 16 fig., 1 ann.
Keywords: internal water supply system, automatic thermal disinfection,
Legionella, Klinika Golnik

Abstract:

The thesis deals with the issue of Legionella control in an internal drinking water network in a hospital. It follows the entire process of recording and decision-making in establishing a system for the control of legionella. In the beginning, the basic information, e.g. the review of the current technics, is presented. The classical method of thermal disinfection is introduced, and later on compared to the modern automatic method. The case of installation and operation in the reference object is described as well. The analysis of public and internal plumbing system, including the identification of pipelines in the main old building of Golnik Hospital follows. Based on the findings of the analysis the costs of the current disinfection plan are calculated, and the comparison of the investment costs for the automatic thermal disinfection, which is made on the basis of a renovation proposal, is presented. The focus is also put on the guidelines that should be taken into consideration before making a decision about the system for the control of legionella in the hospital.

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju prof. dr. Borisu Kompareju za spodbudo in usmerjanje pri nastajanju naloge ter somentorici doc. dr. Viktoriji Tomič za pomoč in ideje iz prakse.

Hvala Sašu Kocjančiču in drugim zaposlenim na Kliniki Golnik za brezpogojno pomoč, gradivo in dobro voljo.

Zahvala tudi podjetjema Caleffi Hidrotermika d.o.o. in Danfoss d.o.o. za podatke, posebej g. Milanu Pogačarju za brezmejen vir informacij.

In hvala Tinetu za potrpežljivost in družini, ker ni obupala.

KAZALO VSEBINE

STRAN ZA POPRAVKE, ERRATA	I
IZJAVA O AVTORSTVU.....	II
BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK	III
BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION.....	IV
ZAHVALA.....	V
KAZALO VSEBINE.....	VI
KAZALO PREGLEDNIC	VIII
KAZALO GRAFIKONOV.....	IX
KAZALO SLIK.....	X
1. UVOD.....	1
1.1 Namen diplomskega dela.....	1
1.2 Opis problematike	2
2. PREGLED STANJA TEHNIKE	3
2.1 Dezinfekcija pitne vode.....	3
2.2 Termična dezinfekcija – klasična metoda	4
2.3 Termična dezinfekcija – modificirana metoda s sistemom za samodejno dezinfekcijo ..	7
2.3.1 Splošno o samodejni termični dezinfekciji	7
2.3.2 Ponudba sistemov za samodejno dezinfekcijo v Sloveniji.....	8
2.3.3 Principi delovanja sistemov za samodejno dezinfekcijo	9
2.4 Primer objekta z vgrajenim sistemom za samodejno dezinfekcijo	14
3. MATERIALI IN METODE.....	20
3.1 Materiali	20
3.1.1 Javni vodovodni sistem Golnik	20
3.1.2 Zgodovina objekta.....	22
3.1.3 Interni vodovodni sistem – topla voda	23
3.2 Metode	27
3.2.1 Pregled stanja na Kliniki Golnik	27
4. REZULTATI IN RAZPRAVA	35
4.1 Dnevna poraba tople vode.....	35
4.2 Izračun stroškov izvedbe termične dezinfekcije po klasični metodi	38
4.2.1 Poraba vode	38
4.2.2 Poraba energije za segrevanje vode.....	39
4.2.3 Strošek dela	41

4.2.4	Skupni strošek izvedbe termične dezinfekcije po klasični metodi	42
4.3	Predlog adaptacije in ocena investicije	42
4.3.1	Predlog adaptacije	43
4.3.2	Ocena investicije	44
4.4	Priporočila za optimalno delovanje sistema.....	46
4.4.1	Splošna priporočila.....	46
4.4.2	Tehnična priporočila	47
4.5	Smernice za vzpostavitev sistema za zatiranje legionele v objektu, kjer se izvaja zdravstvena dejavnost.....	49
4.5.1	Evidentiranje problema	50
4.5.2	Zahtevana stopnja varnosti.....	50
4.5.3	Analiza javnega vodovodnega sistema.....	50
4.5.4	Podatki o objektu.....	50
4.5.5	Poznavanje zasnove in delovanja internega vodovoda (hladna in topla voda)	50
4.5.6	Obstoječi sistemi za zatiranje legionele	51
4.5.7	Analiza opravljenih vzorčenj na legionelo	51
4.5.8	Analiza primerov bolnišničnih okužb	51
4.5.9	Pregled preventivnih in interventnih ukrepov proti legioneli.....	51
4.5.10	Izbor primernih metod dezinfekcije	52
4.5.11	Ocena stroškov investicije in vzdrževanja	52
4.5.12	Analiza zdravstvenega tveganja in ekonomska analiza.....	52
4.5.13	Vodno varstveni načrt	53
4.6	Diskusija.....	53
5.	ZAKLJUČEK.....	55
VIRI	57

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1:	Priporočene temperature ter časi segrevanja in časi izpiranja	4
Preglednica 2:	Čas, ko se pri določeni temperaturi pojavijo opekline 2. stopnje	6
Preglednica 3:	Rezultati vzorčenja na legionelo pred vgradnjo sistema za zatiranje legionele.....	15
Preglednica 4:	Rezultati vzorčenja na legionelo po vgradnji sistema za zatiranje legionele	17
Preglednica 5:	Primer priloge zapisnika pri preventivnem izpiranju na intenzivnem oddelku opravljenem 19.12.2012.....	29
Preglednica 6:	Rezultati vzorčenja na <i>L. pneumophila</i> za celotno Kliniko Golnik v letih od 2004 do konca 2012	31
Preglednica 7:	Stopnje tveganja in ukrepi - topla voda	33
Preglednica 8:	Dnevna poraba STV iz toplotne postaje »Kombustor«	35
Preglednica 9:	Mesečna poraba tople vode in povprečne mesečne temperature v sistemu za 2011 in 2012.....	37
Preglednica 10:	Primerjava cen energentov.....	41

KAZALO GRAFIKONOV

Graf 1:	Odvisnosti pogina legionel od temperature	5
Graf 2:	Prikaz temperature v odvisnosti od časa za posamezni odcep	18
Graf 3:	Koncentracijo legionele v cfu/1000 ml v posameznih vzorcih	33
Graf 4:	Prikaz mesečne porabe tople vode iz toplotne postaje »Kombustor« za leti 2011 in 2012	37

KAZALO SLIK

Slika 1:	Sestavna dela sistema: digitalni regulator in elektronsko krmiljen mešalni ventil..	9
Slika 2:	Montažna shema sistema LEGIOMIX®	10
Slika 3:	Digitalni regulator in modularni termostatski regulacijski ventil (model B spodaj in model C zgoraj)	10
Slika 4:	Shematski prikaz termično neuravnoveženega sistema.....	11
Slika 5:	Prikaz mest vgradnje termostatskih ventilov na horizontalnih odcepih.....	12
Slika 6:	Inštalacijska shema sistema z MTCV in z regulatorjem CCR2	13
Slika 7:	Referenčni večstanovanjski objekt v mestu Fredericia na Danskem.....	15
Slika 8:	Prikaz vgrajenega modularnega termostatskega regulacijskega ventila (MTCV) z elektrotermičnim pogonom (model C)	16
Slika 9:	Prikaz tekstovne datoteke v katero se zapisujejo podatki posameznih meritev	17
Slika 10:	Javni vodovodni sistem od zajetij do območja Klinike Golnik.....	21
Slika 11:	Prikaz objektov Klinike Golnik in lege obravnavanega objekta	23
Slika 12:	Toplotna postaja »Kombustor«	25
Slika 13:	Prikaz računalniškega vmesnika nadzornega sistema za nadzor in krmiljenje procesov v toplotni postaji »Kombustor«.....	26
Slika 14:	Prikaz označevanja izlivnih mest – levo umivalnik, desno prha	27
Slika 15:	Mešalni ventil brez možnosti obvoda.....	48
Slika 16:	Aplikativna shema glavnega mešalnega ventila z možnostjo obvoda za izvedbo termične dezinfekcije.....	48

1. UVOD

Diplomska naloga temelji na ugotovitvah seminarske naloge: Analiza metod za preprečevanje okužb z bakterijami iz rodu *Legionella* v večjih objektih, namenjenih zdravstveni dejavnosti (Vrhovec, Š. 2011).

Bakterije iz rodu *Legionella* so pogosto prisotne v naravnem okolju. Najdemo jih v stojećih vodah in prsti. Za ljudi in nekatere druge vrste sesalcev so lahko nevarne, če zaidejo v pljuča, saj povzročajo nevarno legionarsko bolezen ali legionelozo, ki se lahko izrazi tudi v blažji različici, imenovani pontijaška mrzlica. Legioneloza ima podoben potek kot težka pljučnica in ima visoko smrtnost. Posebej so izpostavljene osebe, ki imajo že predhodno zmanjšano odpornost proti okužbam. Zato je velika verjetnost, da se ta populacija okuži v objektih, namenjenih zdravstveni dejavnosti, če se legionela tam pojavi. V teh objektih najpogosteje pride do okužbe prek internega vodooskrbnega sistema za toplo vodo neposredno pri prhanju ali umivanju ali pa posredno pri uporabi bazenov ali masažnih bazenov, prezračevalnih in vlažilnih sistemov, iz hladilnih stolpov, vodometrov, v zobozdravstvu ali pri izvajanju respiratorne terapije. Do okužbe pride, ko se tvorijo drobne kapljice (5 μm ali manjše), ki zaidejo direktno globoko v pljuča. Če ne pride do aspiracije, se bolezen načelno ne prenaša. Za zatiranje legionele in preventivo je na voljo več različnih metod sekundarne dezinfekcije. V diplomskem delu se bomo osredotočili na učinkovitost termične dezinfekcije in postopke za vzpostavitev sistema za zatiranje legionele.

1.1 Namen diplomskega dela

Namen diplomskega dela je ugotoviti primernosti termične dezinfekcije kot metode za sekundarno dezinfekcijo pitne vode v objektu, ki je namenjen zdravstveni dejavnosti. Poudarili bomo uspešnost pri zatiranju bakterij iz rodu *Legionella*. Primerjali bomo klasično metodo pregrevanja in izpiranja ter modificirano metodo za samodejno termično dezinfekcijo. Poleg ugotavljanja primernosti termične metode za točno določen objekt, je namen naloge tudi oblikovati smernice za vzpostavitev sistema za zatiranje legionele v objektih, kjer se izvaja zdravstvena dejavnost.

1.2 Opis problematike

Problematika okužbe pitne vode z legionelo je v Sloveniji postala prepoznavnejša prek medijev, ki so poročali o težavah z okužbo vode s to bakterijo na Onkološkem inštitutu UKC v Ljubljani. Pojav legionel v vodovodnih inštalacijah velikih zgradb ni nov. Pri dezinfekciji pitne vode in zatiranju bakterij iz rodu *Legionella* je bilo v zadnjem času narejenih več raziskav in več analiz primerov, v katerih je bilo potrjeno, da je prišlo do okužbe z bakterijami iz rodu *Legionella*.

Objekti, kjer se izvaja zdravstvena dejavnost, so bolnišnice, domovi starejših, varstveni zavodi in posebne stanovanjske skupnosti. Bolj ogroženi objekti so tudi hoteli, vrteci in zdraviliški kompleksi. Okužba z legionelo je zlasti nevarna za ljudi, ki imajo oslabljen imunski sistem (bolniki s presajenimi organi, HIV pozitivni, uživalci sistemskih steroidov, onkološki bolniki), starejše, ljudi s kroničnimi boleznimi (diabetes, kronične bolezni srca, pljuč ali prebavnega trakta), kadilce in redne uživalce večjih količin alkohola. V objektih, kjer se izvaja zdravstvena dejavnost, je koncentracija ogrožene populacije najvišja. V teh primerih obstaja največja možnost okužbe z aerosoli pri prhanju in umivanju in na to se bomo osredotočili v diplomski nalogi.

V nalogi se bomo po pregledu splošnih priporočil za tovrstne objekte in za metodo termične dezinfekcije osredotočili na primer Univerzitetne klinike za pljučne bolezni in alergijo Golnik (skrajšano Klinike Golnik) ter na primerjavo osnovne metode za pregrevanje in izpiranje ter modificirane metode za samodejno termično dezinfekcijo.

2. PREGLED STANJA TEHNIKE

Najpogosteje uporabljene in najbolj raziskane metode za zatiranje legionele so pregrevanje in izplakovanje (termična dezinfekcija), obsevanje z UV svetlobo, ionizacija z bakrom in srebrom, kloriranje in hiperkorinacija, nameščanje protimikrobnih filtrov, ozonacija in uporaba biocidov. Pri izbiri metode je treba dobro poznati več dejavnikov. Vsaka metoda ima svoj specifičen način delovanja in svoje dobre in slabe lastnosti. Pri odločanju za posamezno metodo je treba dobro poznati zasnovo vodovodnega sistema, način njegovega delovanja, zahteve po kakovosti vode ter ekonomske zmožnosti investitorja in upravljavca sistema. V objektih, kjer se zadržujejo rizične skupine ljudi, je potreben stalen nadzor in meriti je treba temperaturo in analizirati vodo. Pomembno je tudi, da so pripravljene scenariji ob izbruhu bolezni ali pri odkritju povišanih koncentracij legionele v vodi (Vrhovec, Š. 2011).

2.1 Dezinfekcija pitne vode

Večino vode, ki jo uporabljamo za zagotavljanje pitne vode, je pred distribucijo uporabnikom treba obdelati. Namen priprave vode je odstraniti patogene bakterije, nevarne kemikalije, trdne delce in estetsko onesnaženje. Dezinfekcija pitne vode je proces deaktivacije in odstranitve patogenov iz vode in je eden od postopkov v pripravi pitne vode. Med patogene, ki povzročajo z vodo prenosljive bolezni, spadajo: bakterije, virusi, protozoji (enoceličarji) in jajčeca vseh vrst patogenov. Obstaja več principov dezinfekcije, ki jih v grobem ločimo na kemijske in fizikalne. Izbor metode je treba prilagoditi potrebam v posameznem primeru. Ločimo primarno in sekundarno dezinfekcijo. Primarna dezinfekcija je zaključni postopek priprave vode v vodarni. Dezinfekcija, ki je opisana v tej nalogi je t. i. sekundarna dezinfekcija vode, ki se izvaja na internem vodovodnem omrežju in je zanjo odgovoren lastnik ali upravljavec sistema. Dezinfekcija je lahko sistemska ali lokalna. Sistemski dezinfekciji je podvržena vsa voda v sistemu, lokalni dezinfekciji pa le voda, ki teče mimo ene ali več točk, kjer poteka dezinfekcija.

Pri dezinfekciji vode moramo poleg patogenov, ki plavajo prosto v vodi (so planktonski) paziti tudi na možnost nastanka biofilma. Biofilm je plast organskih snovi (mikroorganizmi, nečistoče iz vode, okruški cevi ipd), ki se močno lepi na stene cevi. Biofilm lahko daje zavetje bakterijam ob neugodnih razmerah v sistemu (termična dezinfekcija, biocidi).

2.2 Termična dezinfekcija – klasična metoda

Metoda se angleško imenuje Superheat-and-Flush, kar v prevodu pomeni pregrevanje in izpiranje ali toplotni šok. To je najstarejša metoda v boju proti legioneli, zato je tudi najbolj raziskana. Vendar si različni avtorji še vedno niso povsem edini glede poteka postopka in zahtevanih temperatur (preglednica 1).

Osnovni princip te metode je, da se dvigne temperatura vode v grelniku in celem sistemu na določeno vrednost za določen čas, nato se spusti po napeljavi in se jo izpušča skozi vse mogoče končne točke (pipe, prhe, cevi, ...). Splakovanje izvajamo od bolj oddaljenih do manj oddaljenih iztokov. Ta metoda spada k sistemski dezinfekciji brez reziduala dezinfekcijskega sredstva.

V preglednici 1 so zbrana priporočila za dezinfekcijo s povišano temperaturo, ki jih navajajo posamezni viri oziroma avtorji.

Preglednica 1: Priporočene temperature, časi segrevanja in izpiranja

(vir: Hojs, A., Petrovič, A., Furlan, N., 2010)

VIR	GRELEC		SISTEM – PIPA	
	čas segrevanja	temperatura	Temperatura	čas izpiranja
ASHRAE (1)	-	71 – 77 °C	-	30 min
AWWA (11)	-	70 °C	60 °C	30 min
MMWR (8)	-	-	65 °C	5 min
EWGLI (4)	do 3 dni	70 – 80 °C	65 °C	vsaj 5 min
Lineguida (13)	3 dni	70 – 80 °C	60 °C in več	30 min
Maryland (12)	-	-	65 °C	30 min
OSHA (3)	24 ur	70 °C	-	20 min
Swiss NOSO (5)	3 dni	70 – 80 °C	60 °C	30 min
Infect. Diseases (9)	nekaj dni	60 – 77 °C	-	30 min

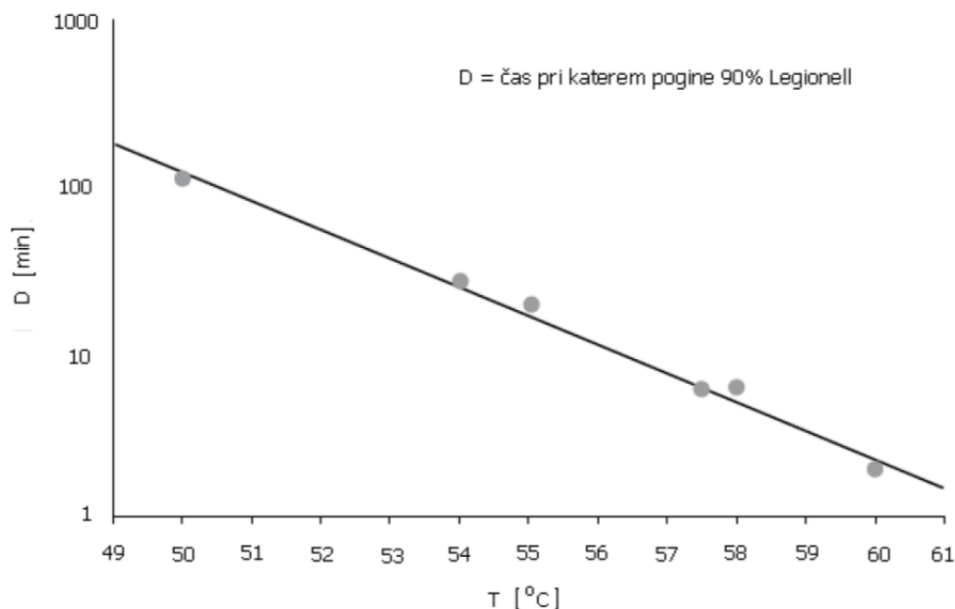
Pregrevanje in splakovanje moramo periodično ponavljati. Ponovno razrast legionele lahko zmanjšamo ali preprečimo, če temperaturo v vodnem grelniku in celotnem vodovodnem sistemu za toplo vodo ohranimo na 60 °C, saj temperatura vode nad 60 °C deluje kot inhibitor legionele.

Graf 1 prikazuje čas, potreben za pogin 90 % legionel pri določeni temperaturi. Dejanska temperatura pogina legionele je odvisna tudi od tega ali je legionela planktonska ali v biofilmu.

Splošna navodila, ki jih podaja Inštituta za varovanje zdravja (IVZ) za izvajanje toplotne dezinfekcije, so:

Toplovodno omrežje se razkuži s pregrevanjem: temperatura vode v grelniku se dvigne na

70 °C – 80 °C za najmanj 24 ur do največ 3 dni in se v tem času izpira vsaka izlivka 30 minut. Temperatura ob izpiranju je 65 °C. (Sočan, M. 2007)



Graf 1: Odvisnosti pogina legionel od temperature

(Vir: Drev, D. in sod. 2010)

Minimalni čas izpiranja je 5 minut, priporočil ga je Center za nadzor bolnišničnih okužb (Center for disease control – Health care Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC)). Toda optimalen čas in temperatura nista znana in lahko je potreben tudi daljši čas za učinkovito izpiranje. Prvotno poročilo o tej metodi je za opazno zmanjšanje koncentracije legionele priporočalo večkratno izpiranje po 30 min (Yu-sen, E. et al. 1998).

Med potekom izplakovanja je treba spremljati temperaturo na iztokih. Če voda na vseh iztokih ne doseže in ohrani 60 °C, dezinfekcija morda ne bo učinkovita.

Preden se odločimo za izvajanje pregrevanja, se moramo prepričati, ali grelnik vode sploh zmore dvigniti temperaturo na zahtevano raven. Število iztokov, ki jih lahko splakujemo istočasno, je odvisno od zmogljivosti grelnika vode, od razpoložljivega tlaka vodovodnega omrežja oziroma pretoka, ki ga omrežje omogoča. Preveriti je treba tudi omejitve glede izpusta tople vode v kanalizacijski sistem. Ko se ta postopek izvede, je treba znova spremljati število legionel. Če se število vnovič poveča, se postopek ponovi. Nekatere bolnišnice so se odločile, da bodo ohranile temperaturo vode na 60 °C tudi pri rednem obratovanju.

Toda sama temperatura 60 °C ni dovolj, da uniči že nastale kolonije, zato je treba občasno ves sistem ogreti na 70 °C in vodo pripeljati do vseh delov vodovodnega sistema. Usedline,

biofilm in korozija lahko povzročijo, da tudi večkratno izpiranje s 70 °C vročo vodo ne uniči legionel.

Literatura (DH/FP&O/Gateway Review Estates & Facilities. 2009), ki obravnava pregled stanja in uporabe metod za zatiranje legionele, je pokazala, da je pregrevanje sicer lahko učinkovit ukrep za zatiranje legionele, vendar morajo biti izpolnjeni tudi drugi tehnični pogoji. Nima pa trajnega učinka.

Prednost te metode je, da ni potrebna nobena dodatna oprema za izvedbo dezinfekcije. Poleg tega se v vodo ne vnašjo snovi, ki bi tvorile stranske produkte dezinfekcije ali bi bile same po sebi zdravju škodljive. Je pa izvedba časovno, energetsko in materialno potratna ter delovno intenzivna in zato draga. Če se ne izbere pravi čas ali pa uporabniki objekta niso bili pravilno obveščeni o izvajanju pregrevanja, lahko pride do močnih poškodb – opeklin. Kako hitro nastanejo na koži opekline, je odvisno od temperature vode. Hitrost nastanka opeklin druge stopnje prikazuje spodnja preglednica 2.

Preglednica 2: Čas, ko se pri določeni temperaturi pojavijo opekline druge stopnje

Vir: <http://www.ciphe.org.uk>

Temperatura vode	Čas, ko nastanejo delne opekline 2. stopnje
65 °C	2 sekundi
60 °C	5 sekund
55 °C	15 sekund
50 °C	90 sekund

Opekline so še zlasti mogoče pri bolnikih, ki imajo slabše vidno zaznavanje ali dementne motnje in pri majhnih otrocih. Ker pa je metoda delovno intenzivna, se največkrat opravlja čez dan, ko je poraba vode dejansko večja in s tem tudi možnost nastanka opeklin.

Druge slabosti metode so še:

- voda z visoko temperaturo ne more doseči cevi, ki so za termostatskim mešalnim ventilom, razen, če je mogoč obtok;
- metoda zahteva veliko dela dobro usposobljenega kadra;
- potrebne so velike količine tople vode, ki se zavrže;
- za veliko sistemov je težko segreti vodo v grelniku na 70 °C ali pa doseči, da ima voda na vseh iztokih iz sistema 60 °C;
- pri povišanju temperature se poveča izločanje vodnega kamna.

2.3 Termična dezinfekcija – modificirana metoda s sistemom za samodejno dezinfekcijo

2.3.1 Splošno o samodejni termični dezinfekciji

Sodobnejši način termične dezinfekcije lahko izvedemo tudi samodejno in brez izpiranja. To dosežemo s sistemom za samodejno dezinfekcijo, ki se vgradi v obstoječ ali nov interni vodovodni sistem, ki mora biti temu prilagojen. Tovrstni sistemi so primerni za večje objekte, ki imajo vodovodni sistem s cirkulacijo. Cirkulacija je v večjih sistemih potrebna za hitrejši dotok tople vode, sicer bi na oddaljenih pipah, ki se ne uporabljajo redno, na toplo vodo čakali precej dolgo. Zato se s tem prihranita še voda in energija za segrevanje vode.

Sistemi za samodejno termično dezinfekcijo temeljijo na principih ohranjanja stalne temperature tople vode ob spremembi pogojev temperature, tlaka ali pretoka. Ti sistemi so bili razviti predvsem za zmanjšanje obratovalnih stroškov zaradi varčevanja z energijo. Kot nadgradnja sistemov se je izkazala tudi možnost samodejnega krmiljenja drugih procesov – termična dezinfekcija. Če ohranimo temperaturo nad 60 °C lahko uspešno zatiramo legionelo, s periodičnim ponavljanjem kroženja vode s še višjo temperaturo pa lahko v primerno zasnovanih in vzdrževanih sistemih z veliko učinkovitostjo izvajamo termično dezinfekcijo.

Ker obstaja možnost pogostejšega izvajanja termične dezinfekcije v primerjavi s klasično obliko, je lahko temperatura v stanju običajnega delovanja tudi nižja, npr. 50 °C. S tem se zmanjša možnost opeklin, prihranimo energijo za ogrevanje vode in zmanjšamo izločanje vodnega kamna v napeljavi.

Pomembna razlika med klasičnim načinom termične dezinfekcije in samodejne dezinfekcije je, da pri samodejni dezinfekciji nadzorovano pregrejemo tudi povratni cirkulacijski vod. Pri klasični termalni dezinfekciji ne poznamo temperature povratka v posameznem odcepu, zato se le-ta lahko ne dezinficira. Vroča voda lahko do povratka najde krajšo pot z manj upora in po določenih delih napeljave sploh ne zaokroži. Nedezinficiran cirkulacijski vod, kjer je praviloma temperatura zaradi večje oddaljenosti od hranilnika že tako nižja, je lahko idealno gojišče in vir ponovne kontaminacije vodovodnega sistema. Poleg navedenega je prednost samodejnega sistema tudi ta, da lahko nastavimo izvajanje dezinfekcije v času, ko bo toplo vodo uporabljalo najmanj uporabnikov in tako zmanjšamo tveganje opeklin, če nimamo drugih varovalnih elementov ali če so izključeni. Poleg tega pri izvajanju dezinfekcije ne potrebujemo velikega števila usposobljenega kadra.

Slabost teh sistemov je, da dezinficirajo samo tiste dele omrežja, ki se nadaljuje v cirkulacijo in je pretok skozi njih dovolj velik oziroma se temperatura dovolj dvigne. Torej dezinfekcija ne doseže odceпов, ki se slepo končajo ali je hidravlični upor v njih tako velik, da voda izbere

drugo pot. V novejših objektih, ki so projektirani po vzoru dobre prakse, so ti odcepi skrajšani na minimum. V starejših objektih, pri katerih so te povezave praviloma daljše, pa lahko to predstavlja resno oviro za delovanje sistema. Zato se ob vgradnji sistema za samodejno dezinfekcijo priporoča sočasna adaptacija vodovoda, pri kateri se dolžina slepih koncev, kolikor je mogoče zmanjša.

Ponudnikov tovrstnega sistema je več. Obstaja tudi več različic tega sistema. V Sloveniji je uporaba teh sistemov še sorazmerno redka, sploh v objektih, kjer se izvaja zdravstvena dejavnost. Glavni problem je, da je večina teh objektov pri nas starejših in bi bilo pred vgraditvijo tega sistema treba temeljito adaptirati vodovodne sisteme. Zato je zelo težko pridobiti podatke o njihovem delovanju, kar je okrnilo tudi obseg te naloge.

2.3.2 Ponudba sistemov za samodejno dezinfekcijo v Sloveniji

Sistem v osnovi sestavljata mešalni (prvi primer) ali termostatski (drugi primer) ventil, ki je vgrajen pred dvižni vod (prvi primer) ali za zadnjim porabnikom na odcepu (drugi primer) in ločen regulator, s katerim je ventil povezan. Osnovna naloga teh sistemov je, da zagotavljajo konstantno temperaturo v sistemu in da izvajajo periodično samodejno dezinfekcijo sistema. V vseh različicah sistemov se nastavi želena temperatura tople vode ob običajnem delovanju ter čas in temperatura, zahtevana za termično dezinfekcijo. Digitalni regulator deluje kot nadzor nad temperaturo in se uporablja tudi za digitalno arhiviranje merjenih temperatur. Podatki o temperaturah v sistemu se samodejno beležijo in jih ni mogoče spreminjati. Intervale meritev si lahko izberemo sami. Na voljo so tudi vmesniki, ki omogočajo oddaljen dostop do podatkov in tudi oddaljeno upravljanje sistema. Mogoča je tudi povezava med regulatorjem, nadzornim sistemom in grelnikom, ki pred predvideno dezinfekcijo samodejno dvigne temperaturo v grelniku.

Glavna razlika med sistemoma (proizvajalca Caleffi/Danfoss, ki sta v Sloveniji najpogostejša) je v principu delovanja, saj kos (ventil) uravnava temperaturo in pretok v posameznem dvižnem vodu ali odcepu.



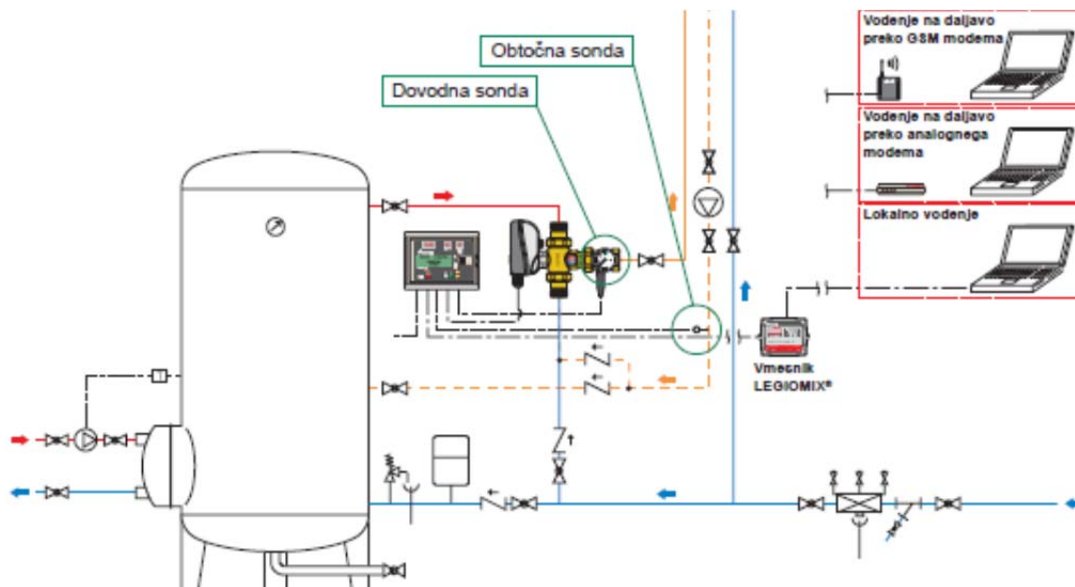
Slika 1: Sestavna dela sistema: digitalni regulator in elektronsko krmiljen mešalni ventil

(Vir: Caleffi Hidrotermika 1a)

2.3.3 Principi delovanja sistemov za samodejno dezinfekcijo

V prvem primeru kot usklajevalec temperature deluje mešalni ventil (tropotni ventil), ki je priključen na vir tople in mrzle vode ter ima izhod mešane vode (slika 1). Prek posebnega tipala, ki tipa trenutno temperaturo mešane vode v cevi, dobi regulator znak za delovanje in ga pošlje ventilu (slika 2). Ob padcu tlaka mešalni ventil avtomatsko nastavlja pretoke vode, dokler ne doseže nastavljene temperature. Ob ukazu regulatorja, da je treba izvesti termično dezinfekcijo, se ventil toliko odpre, da se temperatura mešane vode dvigne na zahtevano raven in nato ta voda kroži po sistemu toliko časa, kot je nastavljeno v regulatorju. Če se dezinfekcija iz kakšnega koli razloga ne more izvesti, se javi alarm. Sistem ima funkcijo, ki lahko izvede termično dezinfekcijo urgentno in zunaj predpisanih terminov. Najvišja nastavljiva temperatura za termično dezinfekcijo je 70 °C.

Proizvajalec priporoča merjenje temperature na povratku z obtočnim tipalom, zato da se zagotovi želena temperatura tudi na oddaljenih točkah sistema. Poleg tega proizvajalec priporoča sočasno namestitev toplotne varnostne naprave za sanitarne uporabnike, ki se namesti neposredno pred pipo uporabnika in preprečuje pretok vode s temperaturo višjo od 50 °C. Razen priporočila za obtočno sondo in toplotno varnostno napravo, tehnična navodila ne priporočajo nobenih drugih ukrepov na vodovodnem sistemu.



Slika 2: Montažna shema sistema LEGIOMIX®

(Vir: Caleffi Hidrotermika 1a)

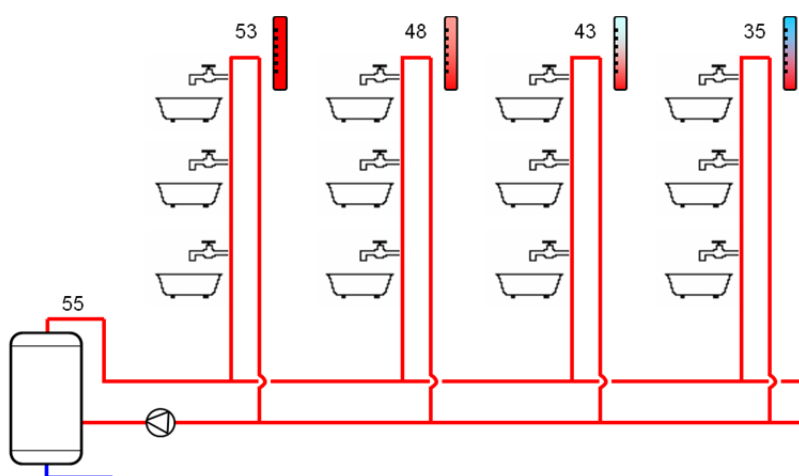
Sistem drugega proizvajalca sestavljata modularni termostatski regulacijski ventil z elektrotermičnim pogonom in digitalni regulator, ki kot v prejšnjem primeru, nadzoruje in uravnava temperaturo pri običajnem delovanju in optimizira proces termične dezinfekcije s funkcijo beleženja in vodenja temperature cirkulacije (slika 3). Tudi tu podatkov, ki jih zapiše sistem, ni mogoče popravljati ali spreminjati.



Slika 3: Digitalni regulator in modularni termostatski regulacijski ventil (model B spodaj in model C zgoraj)

(Vir: Danfoss 1b)

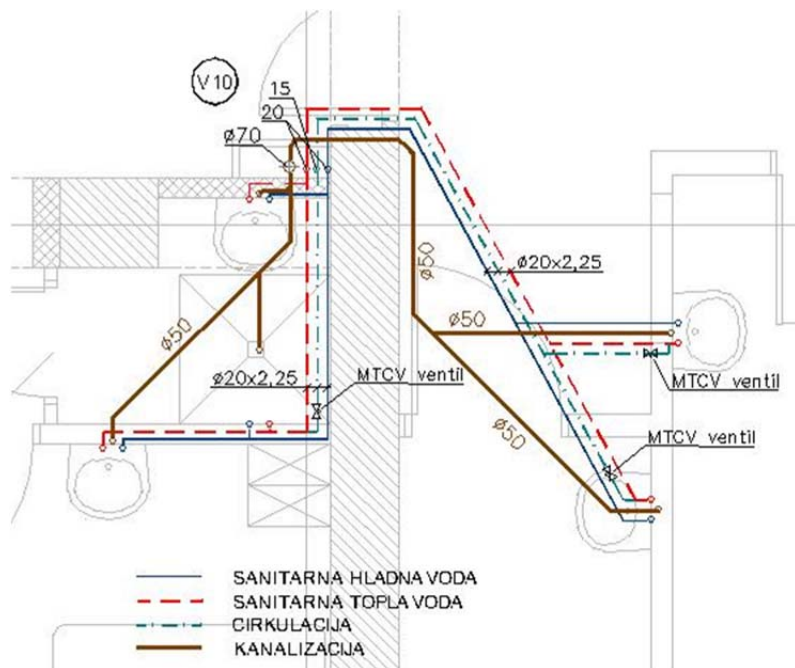
Osnovni princip delovanja temelji na t. i. termični uravnoteženosti dinamičnega sistema. Sistemi, ki niso termično uravnoteženi, niso prijazni uporabnikom, saj porabniki, ki živijo v višjih nadstropjih in so priključeni na bolj oddaljen dvižni vod, ne dobijo tople vode v ustrezni količini in z ustrezno temperaturo, ker se voda v posameznih dvižnih vodih in odcepih zaradi uporov v ceveh ne porazdeli enakomerno, z razdaljo pa se voda tudi ohlaja. Razmere za razrast legionele so zato tu ugodnejše. Poleg tega je v takih sistemih zelo težko učinkovito izvesti klasično pregrevanje in spiranje, saj nekaterih točk vroča voda ne doseže. Termično neuravnotežen sistem je prikazan na sliki 4.



Slika 4: Shematski prikaz termično neuravnoteženega sistema

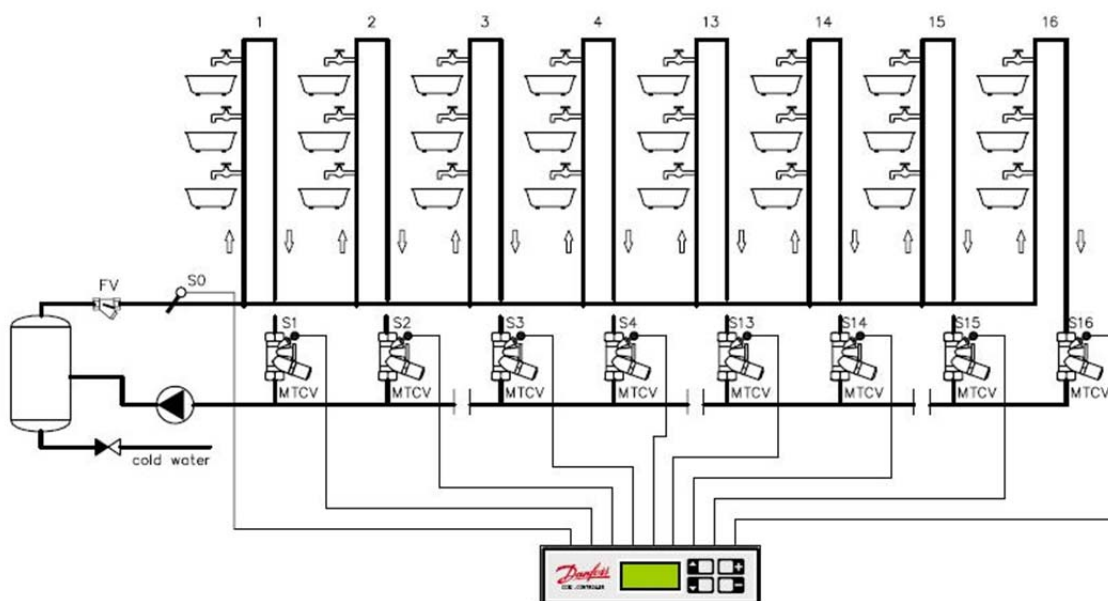
(Vir: Jedrzejewski, M. 1a)

Sistem s termičnim uravnoteženjem deluje tako, da se ob dvigu temperature vode v cevi nad nastavljeno vrednost, termoelement raztegne. Zaporni element ventila se zato pomakne proti ležišču in s tem omeji pretok in obratno, če je temperatura pod nastavljeno. S tem se vzdržuje enakomerna temperatura v sistemu, obenem pa se pretok v cirkulaciji ob mirovanju sistema (kadar ni porabe) zmanjša na minimum. Termostatski ventil se vgradi za zadnjega porabnika na odcepu in se poveže z regulatorjem (slika 5 in priloga A.1).



Slika 5: Prikaz mest vgradnje termostatskih ventilov na horizontalnih odcepih

Na en regulator se lahko zveže do 16 termostatskih ventilov. Po potrebi lahko povežemo v sistem tudi več regulatorjev. V enostavnih sistemih, ki nimajo dodatnih horizontalnih razvodov s cirkulacijo, potrebujemo en termostatski ventil na dvižni vod. Če je horizontalni cevovod po odcepu od dvižnega voda daljši, ima dodatne odcepe in svojo cirkulacijo, potrebujemo toliko termostatskih ventilov, kolikorkrat se dovod zaključi v cirkulacijo. Pomembno je, da termostatske ventile zagotovo vgradimo pred vse zadnje porabnike, sicer sistem ne bo deloval pravilno.



Slika 6: Inštalacijska shema sistema z MTCV in z regulatorjem CCR2

(Vir: Jdrzejewski, M. 1a)

Ob predvideni dezinfekciji sistem sam ugotovi koliko dvižnih vodov (ali odcepov) lahko dezinficira istočasno, in preostale zapre. Regulator je povezan tudi s tipalom na iztoku iz grelnika in s tipalom na koncu povratka, od katerega dobi informacijo, če se dezinfekcija sploh lahko začne (temperatura vode, ki prihaja iz grelnika) in ali je dovolj topla voda dosegla vse oddaljene dele sistema (temperatura na povratku) (slika 6).

Termostatski ventil ima dezinfekcijski modul s posebnim obvodom. Ta se odpre po navodilih regulatorja samo za čas dezinfekcije, saj je običajna pot skozi ventil takrat zaprta. Sistem omogoča dezinfekcijo do 75 °C. Pri višjih temperaturah se samodejno zapre in tako obvaruje inštalacije pred poškodbami. Če iz kakršnegakoli razloga dezinfekcija ne uspe, sistem sproži alarm. Najpogostejši razlog, da dezinfekcija ne uspe je nezmožnost grelnika segreti vodo na zahtevano temperaturo, da se dezinfekcija sploh lahko začne. Potreben čas za izvedbo dezinfekcije v celotnem objektu je odvisen od temperature, ki jo zagotavlja vir tople vode, temperature, ki smo jo nastavili za izvedbo dezinfekcije, izolacija sistema, zmogljivost črpalke in hidravlike sistema. (Danfoss 1b. 2012)

Proizvajalec za optimalno delovanje sistema priporoča zmogljiv in zanesljiv grelnik, ki je dimenzioniran na potrebe objekta, in zanesljivo črpalko z možnostjo variabilne hitrosti (frekvenčno regulirano), ki se prilagaja potrebam sistema. S tem podaljšamo življenjsko dobo

črpalke in zmanjšamo porabo energije, saj črpalka porablja manj energije takrat, ko ni potrebna njena polna moč.

Poleg tega proizvajalec priporoča tudi namestitve mešalnih ventilov neposredno pred porabniki, da ne pride do opeklin, če uporabnik odpre pipo, ko poteka dezinfekcija.

Prednost takega sistema je, da po cirkulaciji med običajnim delovanjem potuje minimalna potrebna količina tople vode in s tem se minimalizirajo izgube toplote na cirkulacijskem vodu. Poleg tega je izkoristek grelnika večji. Ponudnik sistema je na referenčnem objektu izračunal, da se investicija povrne v šestih mesecih (Danfoss 1a. 2012).

Ker smisel naloge ni primerjava med sistemi več ponudnikov, se v nalogi ne bomo opredeljevali o kakovosti delovanja obeh sistemov, saj bi to zahtevalo raziskavo v enakih razmerah, kar bi bila lahko tema druge naloge.

Zaradi lažje dostopnosti do večje količine podatkov smo za nadaljevanju privzeli sistem proizvajalca Danfoss.

2.4 Primer objekta z vgrajenim sistemom za samodejno dezinfekcijo

Sistem pravilno in zanesljivo deluje, če je pravilno vgrajen. Zahteva za pravilno vgradnjo je dobro poznavanje zasnove in delovanja vodovodnega sistema. Objekta za zdravstveno dejavnost, ki bi imel vgrajen tovrstni sistem za samodejno termično dezinfekcijo po tem načelu, v Sloveniji še ni. Od ponudnika sistema smo dobili podatke o večstanovanjskem objektu na Danskem, kjer so sistem uspešno vgradili.

Referenčni objekt je v mestu Fredericia (slika 7). To je bil trideset let star večstanovanjski objekt, v katerem je 136 stanovanj v 4 nadstropjih. Prenovo vodovodnega sistema so izvedli leta 2004. Dolžina vodovodne napeljave (za toplo vodo) znaša 170 m. Poročil o povezani obolevnosti za legionelo ali pontijaško mrzlico ni. V objektu se je pojavljala termična neuravnoteženost sistema, zato so imeli prebivalci v stanovanjih, ki so bolj oddaljena od prostora, kjer se pripravlja topla voda, večkrat težave z zagotavljanjem zadostnih količin dovolj tople vode. Sanacija vodovodnega sistema je bila izvedena v sklopu energetske sanacije objekta. (Povzeto po predstavitvi Jedrzejewski, M. 1b, 2004. Danfoss)



Slika 7: Referenčni večstanovanjski objekt v mestu Fredericia na Danskem

(Vir: Jedrzejewski, M. 1b, 2004. Danfoss)

Pred vgradnjo sistema so izvedli vzorčenje za legionelo po metodi QPCR (Quantitative Polymerase Chain Reaction), rezultati so vidni v preglednici 3.

Preglednica 3: Rezultati vzorčenja na legionelo pred vgradnjo sistema za zatiranje legionele

(Vir: Jedrzejewski, M. 1b, 2004. Danfoss)

Schedule 3 – 1st visit – 12-01-2004

Bacteria analyses before installation of Danfoss thermal disinfection valves

Sample No.	Water installation	All bacteria	Legionella Pneumophila	All Legionella bacteria	Danish limit values All Legionella bacteria	
		Content per litre	Content per litre	Content per litre	Max. content per litre	Exceeding values
* 1	Cold tap water	1355000	0	0	10000	None
* 2	Hot tap water	1530000	147930	***123720	10000	1137 %
** 3	Hot return tap water	895000	34650	178800	10000	1688 %

* Apartment ** Boiler room *** Reduced analysis sensitivity

Vzorci so odvzeli na hladni in topli vodi s pipe v enem od stanovanj ter iz povratnega voda cirkulacije v prostoru, kjer se pripravlja topla voda. Analiza je pokazala, da so v hladni vodi le druge bakterije, v obeh vzorcih tople vode pa so bile poleg drugih bakterij prisotne tudi bakterije iz rodu *Legionella*. Mejna dopustna vrednost bakterij iz rodu *Legionella* po danski zakonodaji je 10000 cfu/l. Vzorca sta mejo prekoračila za 1137 % in 1688 %. Poleg tega je bila opravljena tudi analiza bakterij iz rodu *Legionella*. Ugotavljali so, koliko jih pripada vrsti *Legionella pneumophila*, ki je najbolj nevarna za zdravje ljudi in nekaterih drugih sesalcev. Ugotovili so, da velika večina bakterij pripada tej vrsti.

Ob obnovi so namestili novo toplotno postajo za sanitarno toplo vodo (STV) in nov hranilnik tople vode s kapaciteto 1000 l. Sistem za STV so dogradili s cirkulacijo. V sistem so vgradili 19 termostatskih ventilov modela C in dva med seboj povezana regulatorja (slika 8). V sistem so vgradili tudi elektronski regulator za vremensko in časovno vodeno regulacijo v sistemih ogrevanja. Drugih podatkov o prenovi sistema nismo dobili.



Slika 8: Prikaz vgrajenega modularnega termostatskega regulacijskega ventila (MTCV) z elektrotermičnim pogonom (model C)

(Vir: Jedrzejewski, M. 1b, 2004. Danfoss)

Sistem je ob običajnem delovanju nastavljen na 52 °C, ob dezinfekciji pa se temperatura dvigne na 70 °C. Samodejna dezinfekcija je predvidena enkrat tedensko. Postopek se začne ob 3:00 zjutraj in poteka 80 do 110 minut za celotno omrežje. Povprečno traja dezinfekcija enega dvižnega voda 6 minut.

Analiza vode po opravljeni sanaciji in izvedenem pregrevanju je pokazala (preglednica 4), da se je znižalo skupno število bakterij, na kar je verjetno vplivala tudi menjava grelnika, in da se je opazno zmanjšala koncentracija bakterij iz rodu *Legionella*. Vzorci so bili odvzeti na istih mestih kot pred sanacijo.

Preglednica 4: Rezultati vzorčenja na legionelo po vgradnji sistema za zatiranje legionele

(Vir: Jedrzejewski, M. 1b, 2004. Danfoss)

Schedule 4 – 2nd visit – 02-03-2004

Bacteria analyses after installation of Danfoss thermal disinfection valves

Sample No.	Water installation	All bacteria	Legionella Pneumophila	All Legionella bacteria	Danish limit values All Legionella bacteria	
		Content per litre	Content per litre	Content per litre	Max. content per litre	Exceeding values
* 1	Cold tap water	955000	0	0	10000	None
* 2	Hot tap water	355000	7140	7860	10000	None
** 3	Hot return tap water	530000	420	1920	10000	None

* Apartment ** Boiler room

Delež vseh bakterij iz rodu *Legionella* se je po sanaciji v topli vodi na pipi v stanovanju zmanjšal s 123720 cfu/l na 7860 cfu/l. Pri topli vodi iz pipe se je vrednost zmanjšala s 178800 cfu/l na 1920 cfu/l.

Zato lahko sklepamo, da je bila sanacija uspešna. Pomembno je, da po uspešno izvedeni sanaciji redno vzdržujemo sistem in izvajamo druge preventivne ukrepe.

Sistem nam ponuja precej možnosti za stalen nadzor nad več parametri.

A061128.TXT - Notepad

File Edit Format View Help

SN: {000000} {000000} {046652}

Data	S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
2006-11-28 15:17:54	60.7	58.6	59.3	54.7	55.9	56.3	57.7	55.7	56.2
2006-11-28 15:18:04	60.8	58.5	59.3	54.7	55.9	56.2	57.7	55.6	56.2
2006-11-28 15:18:14	60.8	58.6	59.2	54.7	55.9	56.3	57.7	55.6	56.2
2006-11-28 15:18:24	60.8	58.6	59.3	54.6	55.9	56.2	57.6	55.7	56.2
2006-11-28 15:18:34	60.7	58.6	59.2	54.7	55.9	56.2	57.6	55.7	56.2
2006-11-28 15:18:44	60.7	58.6	59.3	54.6	56.0	56.2	57.6	55.7	56.2
2006-11-28 15:18:54	60.7	58.6	59.2	54.7	55.9	56.2	57.6	55.7	56.2
2006-11-28 15:19:04	60.7	58.6	59.2	54.7	55.9	56.2	57.7	55.7	56.2
2006-11-28 15:19:14	60.8	58.6	59.4	54.7	56.0	56.2	57.7	55.7	56.2
2006-11-28 15:19:24	60.8	58.6	59.2	54.7	55.9	56.2	57.7	55.7	56.2
2006-11-28 15:19:34	60.7	58.5	59.3	54.7	55.9	56.2	57.6	55.7	56.2
2006-11-28 15:19:44	60.8	58.6	59.3	54.7	55.9	56.2	57.6	55.6	56.2
2006-11-28 15:19:54	60.7	58.6	59.2	54.7	55.9	56.2	57.7	55.6	56.2
2006-11-28 15:20:04	60.7	58.6	59.3	54.6	55.9	56.2	57.7	55.6	56.2
2006-11-28 15:20:14	60.7	58.6	59.3	54.6	55.9	56.2	57.6	55.7	56.2
2006-11-28 15:20:24	60.8	58.6	59.3	54.7	55.9	56.2	57.6	55.6	56.2
2006-11-28 15:20:34	60.8	58.6	59.3	54.6	55.9	56.2	57.6	55.7	56.2
2006-11-28 15:20:44	60.7	58.6	59.3	54.7	55.9	56.2	57.6	55.6	56.2
2006-11-28 15:20:54	60.7	58.6	59.3	54.7	55.9	56.2	57.7	55.7	56.2
2006-11-28 15:21:04	60.8	58.6	59.3	54.7	55.9	56.3	57.7	55.6	56.2
2006-11-28 15:21:14	60.7	58.6	59.3	54.6	55.9	56.2	57.7	55.7	56.2
2006-11-28 15:21:24	60.8	58.6	59.3	54.7	55.9	56.2	57.7	55.7	56.2
2006-11-28 15:21:34	60.7	58.6	59.3	54.7	55.9	56.2	57.7	55.7	56.2
2006-11-28 15:21:44	60.7	58.6	59.3	54.7	55.9	56.2	57.6	55.7	56.2
2006-11-28 15:21:54	60.8	58.6	59.3	54.7	55.9	56.2	57.6	55.7	56.2
2006-11-28 15:22:04	60.8	58.6	59.2	54.7	55.9	56.2	57.6	55.8	56.2
2006-11-28 15:22:14	60.8	58.6	59.3	54.6	55.9	56.3	57.7	55.7	56.2
2006-11-28 15:22:24	60.7	58.6	59.3	54.7	55.9	56.2	57.6	55.7	56.2
2006-11-28 15:22:34	60.7	58.6	59.2	54.7	55.9	56.2	57.7	55.6	56.2

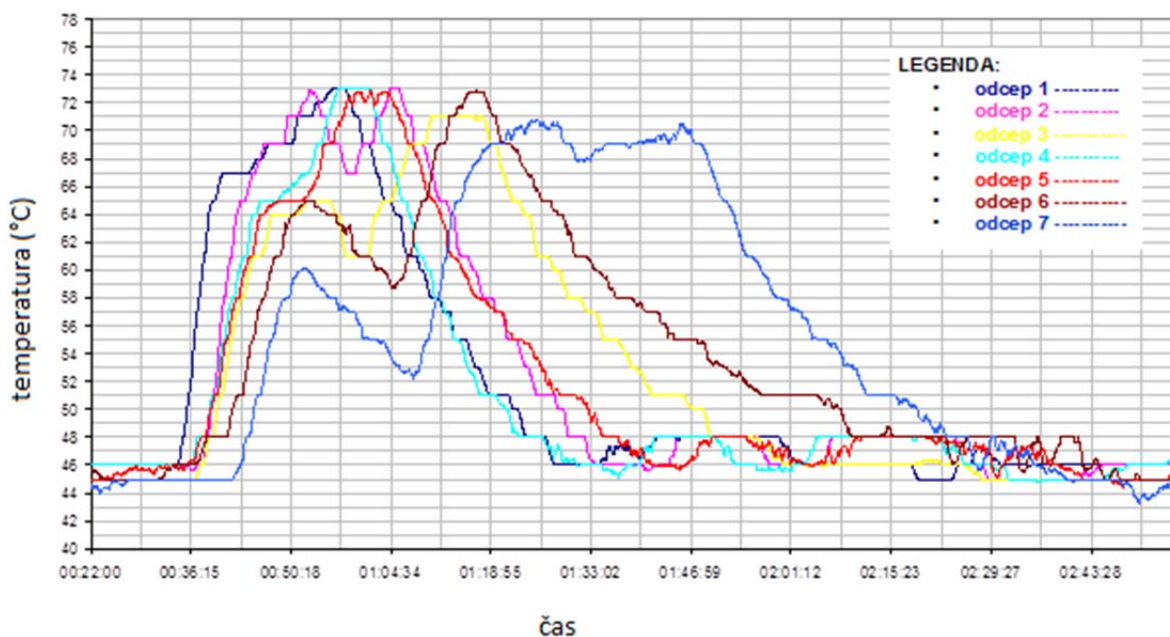
Slika 9: Prikaz tekstovne datoteke, v katero se zapisujejo podatki posameznih meritev

(Vir: Jedrzejewski, M. 1b, 2004. Danfoss)

Na sliki 9 lahko vidimo tekstovno datoteko, v katero se zapisujejo podatki posameznih meritev v obliki: datum, ura, temperatura na izhodu iz grelnika (S0) in temperature na posameznih dvižnih vodih od S1 do S8. Periodičnost izvajanja meritev si lahko nastavimo sami, glede na naše potrebe. Datoteko lahko prenesemo tudi v preglednico Excel, za obdelavo podatkov. Podatkov v tej preglednici ni mogoče spreminjati.

Na podlagi izpisa podatkov iz regulatorja lahko izrišemo graf s prikazom nihanja temperature v odvisnosti od časa. Iz njega lahko razberemo, kakšna je bila temperatura v posameznem odcepu, kjer je vgrajen posamezen termostatski ventil, kako se je temperatura spreminjala s časom in ali je bila dosežena dovolj visoka temperatura za izvedbo dezinfekcije. Iz grafa lahko tudi vidimo, če na katerem odcepu prihaja do težav (neprehodnost, prenizke temperature).

Na grafu 2 lahko vidimo rezultate testne dezinfekcije. V sistem je bilo povezanih 7 odceпов.



Graf 2: Prikaz temperature v odvisnosti od časa za posamezen odcep

(Vir: Jedrzejewski, M. 1b, 2004. Danfoss)

Med 0.30 uro in 1.45 so izvedli dezinfekcijo. Graf posamezne barve prikazuje potek procesa v posameznem odcepu. Vidimo lahko, kako je sistem odpiral in zapiral posamezne odcepe, da je lahko uspešno opravil dezinfekcijo. Potek celotne dezinfekcije je trajal 77 minut. Za dezinfekcijo posameznega odcepa je bilo potrebnih približno 10 minut ohranjanja predvidene temperature. Temperatura vira med izvajanjem dezinfekcije je bila 82 °C in zahtevana

temperatura končnega povratka 70 °C. Pregrevanje se je uspešno izvedlo. Po končanem pregrevanju se je sistem vrnil v položaj običajnega delovanja pri temperaturi 45 °C.

Ti podatki omogočajo tudi izračun pretoka po posameznih odcepkih, ki ga lahko uporabimo za ugotavljanje manj pretočnih mest, na katere moramo biti pozorni.

Če pregrevanje ni uspešno po več poskusih, moramo ugotoviti vzrok. Lahko gre za prevelike izgube toplote na poti med virom tople vode in odcepom, ki ga pregrevamo, zračne žepe v cirkulacijskem vodu, prešibko delovanje črpalke ali prenizko nastavljeno temperaturo na viru tople vode.

3. MATERIALI IN METODE

Naloga temelji na podatkih in dokumentaciji zdravstvenega zavoda Univerzitetna Klinika za pljučne bolezni in alergijo Golnik (skrajšano Klinika Golnik), visokošolskih učbenikih in monografijah zdravstvene hidrotehnike, hidravlike in strojništva, prospektih proizvajalcev komponent za sisteme za samodejno dezinfekcijo ter strokovnih člankih objavljenih o tej temi. Veliko podatkov smo pridobili tudi z osebno komunikacijo s ponudniki sistemov ter tehničnim in zdravstvenim osebjem Klinike Golnik.

Zajem podatkov o poteku obstoječih inštalacij je potekal deloma iz projektne dokumentacije iz arhiva Klinike Golnik in deloma na terenu, kjer smo opravili tudi meritve temperature vode in postopek preventivnega izpiranja internega vodovodnega sistema na oddelku za intenzivno terapijo.

3.1 Materiali

3.1.1 Javni vodovodni sistem Golnik

Za oceno tveganja pred legionelo je treba poznati javni in interni vodovodni sistem. Osnovna naloga obeh je zagotavljati pitno vodo zadovoljive kakovosti, ob ustreznem tlaku in v potrebnih količinah. Nista pa oba v upravljanju istega upravljavca. Javni vodovodni sistem je v upravljanju javnega podjetja ali koncesionarja, interni vodovodni sistem pa je v upravljanju lastnika oziroma upravljavca objekta. Interni vodovod načelno zajema sistem od merilnega mesta naprej. Zaradi poznavanja delovanja in izmenjave informacij o morebitnih okvarah na sistemu je potrebno dobro sodelovanje in obveščanje obeh upravljavcev.

Javni vodovod v naselju Golnik je v upravljanju javnega podjetja Komunala Kranj. Vodovodni sistem Golnik s pitno vodo oskrbuje 1114 prebivalcev in ima 202 odjemni mesti v naselju Golnik z okolico. Viri pitne vode so zajetja: Ribnikar, Ginek in Ambrož, ki se napajajo iz razpoklinskega vodonosnika. Nekateri viri imajo površinski vpliv.

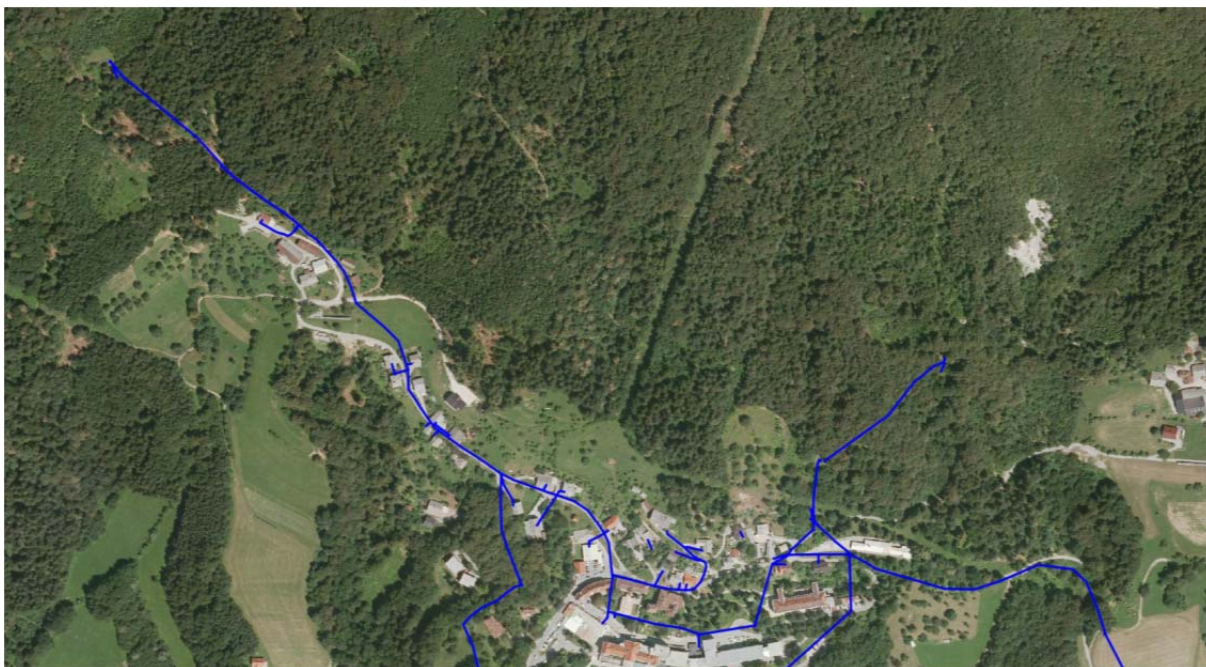
Pitna voda se pred končno distribucijo v omrežje na vseh treh virih stalno dezinficira s presvetljevanjem z UV svetlobo.

Dolžina javnega vodovodnega sistema meri 5.794 m. Sestavljajo ga cevi iz nodularne litine, pocinkane, litoželezne in alkatenske cevi.

Vodovarstvena območja za zaščito vodnega vira niso sprejeta, pripravljene pa so strokovne podlage. Nadzor nad stanjem vodooskrbnih objektov in njihove neposredne okolice upravljavec nadzira v skladu z načrtom HACCP.

Za mikrobiološka preskušanja je bilo odvzetih trinajst vzorcev pitne vode, medtem ko sta bila za fizikalno kemijska preskušanja odvzeta dva vzorca pitne vode. Laboratorijska preskušanja so pokazala, da so bili trije odvzeti vzorci neustrezni. V neustreznih vzorcih so bile prisotne indikatorske bakterije, ki so pokazatelj zastajanja vode v internem vodovodnem omrežju. Vsi drugi vzorci so bili ustrezni. (Komunala Kranj. 2013)

Vodovodni sistem Golnik med drugim oskrbuje z vodo tudi Kliniko Golnik. Zasnova vodovodnega sistema od zajetij do objektov Klinike Golnik je razvidna na sliki 10. Zajetja so na severni in severozahodni strani od objektov Klinike Golnik. Največja oddaljenost od zajetja je približno 1 km, vmes so že zasebna odjemna mesta.



Slika 10: Javni vodovodni sistem od zajetij do območja Klinike Golnik

(Vir: iObčina - spletni geografski informacijski sistem – GIS)

Iz poročila upravljavca javnega vodovoda je razvidno, da se pri pripravi vode za javni distribucijski sistem ne uporablja dezinfekcija, ki bi imela rezidual, oziroma bi delovala tudi naprej od točke izvajanja dezinfekcije. Kot primarna dezinfekcija se uporablja presvetljevanje z UV svetlobo. Sistem z UV svetlobo je sicer primeren za manjše vodooskrbne sisteme, vendar obstaja možnost slabšega delovanja, če so v vodi nečistoče ali se nalaga vodnega kamen. Zato je priporočljiva predhodna filtracija, sploh kadar imajo vodni viri površinski vpliv. Če pride do izpada delovanja UV sistema ali pa do poslabšanja njegovega delovanja, se

lahko patogeni organizmi ali njihove razvojne oblike razširijo v vodovodni sistem naprej od točke izvajanja dezinfekcije, kjer jih je težje odstraniti.

3.1.2 Zgodovina objekta

Klinika Golnik je naslednica klimatskega zdravilišča za pljučne bolnike, ki je bilo na Golniku ustanovljeno leta 1921, ko so v glavnem zdravili tuberkulozo. Zgrajeno je bil po vzoru najmodernejših zdravilišč tistega časa. Danes je Klinika Golnik ustanova za diagnostiko in zdravljenje bolnikov s pljučnimi, alergijskimi in drugimi internističnimi boleznimi.

Poleg diagnostike in zdravljenja bolnikov s pljučnimi in alergijskimi boleznimi izvajajo tudi diagnostiko in zdravljenje bolnikov z boleznimi notranjih organov, predvsem boleznimi srca in zgornjih prebavil. Klinično dejavnost izvajajo v sedmih oddelkih z več kot 200 posteljami. Ker Klinika spada med terciarne ustanove za pulmologijo in alergologijo, se na bolniških oddelkih zdravijo tudi bolniki z najtežjimi diagnostičnimi in terapevtskimi indikacijami, vključno z onkološkimi obolenji. Klinika ima tudi oddelek za paliativno oskrbo (negovalna bolnišnica).

Osrednjo stavbo Klinike Golnik so zgradili po odloku Kraljevine Jugoslavije, ki je bil izdan oktobra 1921, po katerem so zgradili novo bolniško stavbo za zdravljenje tuberkuloznih bolnikov – stara bolnišnica. To je bil sanatorij s 180 posteljami. Gradnja se je končala leta 1927; dograjen je bil šestetažni prizidek h glavni zdraviliški stavbi, uprava, postavljena je bila ležalnica na prostem. Zaradi stalnega pomanjkanja prostora se je klinika vseskozi širila. Leta 1937 je bila zgrajena t. i. železničarska stavba. Med drugo svetovno vojno so Nemci dozidali še vzhodni del (infekcijsko stavbo, pošto, pralnico).

Leta 1973 je bil prenovljen oddelek za intenzivno nego in terapijo. Leta 1976 je Klinika dobila prenovljen oddelek za endoskopske preiskave, leta 1979 pa kardiološki laboratorij in oddelek za kardiorespiratorno rehabilitacijo. (Klinika Golnik 1a)

Na sliki 11 vidimo objekte Klinike Golnik, z rdečo je obkrožen obravnavan objekt »Vurnikova stavba« ali stara bolnišnica.



Slika 11: Prikaz objektov Klinike Golnik in lege obravnavanega objekta

(Vir: iObčina - spletni geografski informacijski sistem – GIS)

Danes ima glavna »Vurnikova« stavba približno 5700 m² uporabne površine. Poleg dograjevanja bolnišničnih objektov so se izvajala tudi rekonstrukcijska dela, ki so sproti prilagajala prostore za potrebe delovanja sodobne bolnišnice. Ta dela po potrebi potekajo še danes, ko se med drugim pripravljajo izolacijske sobe s podtlakom za bolnike s tuberkulozo. Slabost teh predelav in rekonstrukcij pa je, da se do nedavnega ni sistematsko vodila evidenca o opravljenih gradbenih posegih in je tako pregled o opravljenih delih po osnovni zgraditvi objekta skoraj nemogoč.

3.1.3 Interni vodovodni sistem – topla voda

Interni vodovodni sistem »Vurnikove stavbe« je doživel veliko adaptacij, ki so bile pogojene s prenovami objekta.

Za potrebe poznavanja zasnove, sestave in delovanja vodovodnega sistema je bilo najprej treba pregledati digitalne in fizične arhive Klinike Golnik. Pri tem je bilo ugotovljeno, da približno do leta 2000 ni bilo sistematičnega shranjevanja in evidentiranja načrtov izvedenih del (novogradenj in adaptacij). Nato smo ohranjene načrte sestavili v celoto. Poteke za določene odseke smo dopolnili po ogledu objekta in po spominu zaposlenih, ki že dolgo poznajo objekt. Zaradi obsežnosti objekta in precej pomanjkljive tehnične dokumentacije, nam celotnega posnetka obstoječega stanja za območje Vurnikove stavbe ni uspelo narediti.

Ker se je ravno v tem času izvajala adaptacija na oddelku intenzivne nege, smo se osredotočili na izdelavo dokončnega posnetka na tem delu. Sestavljen posnetek izvedenega stanja je viden v prilogi A.1.

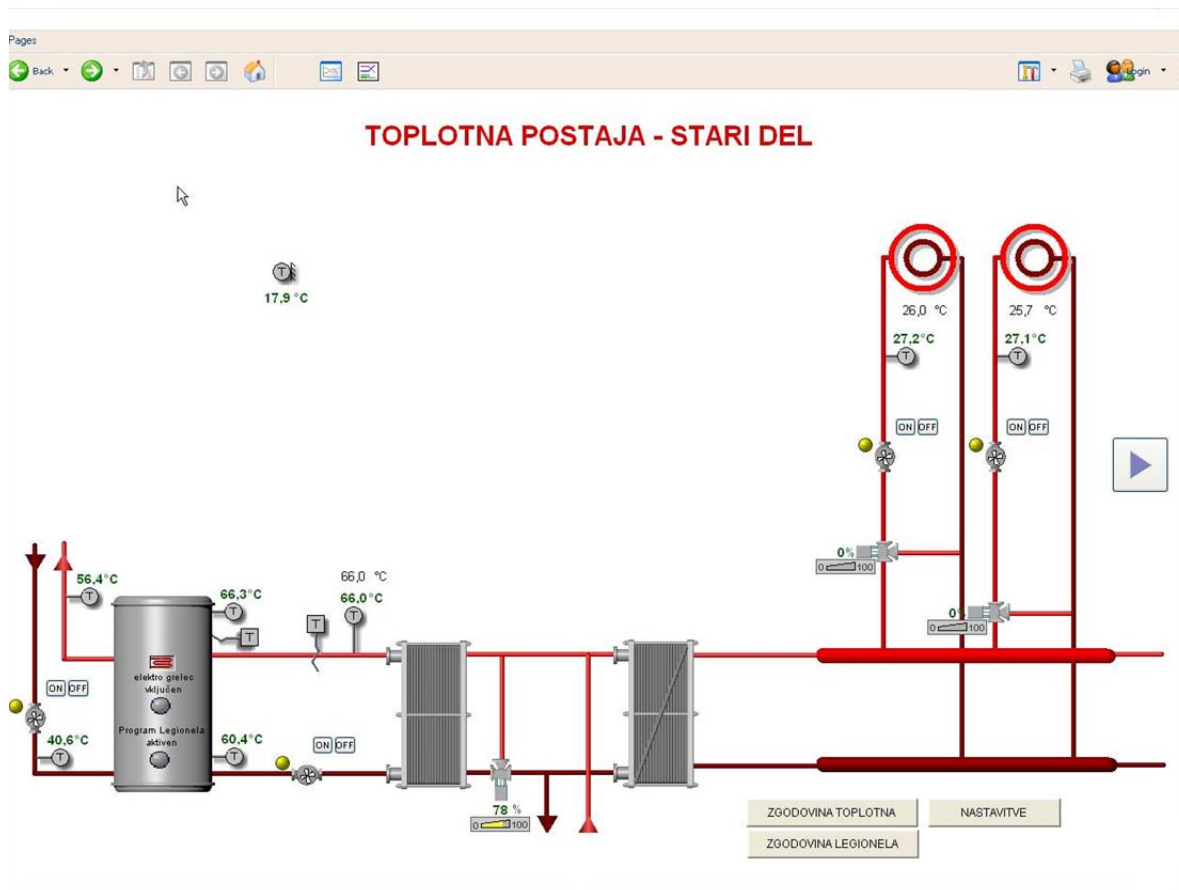
Iz pregleda dokumentacije in s pomočjo informacij tehnične službe smo ugotovili sledeče.

Objekt ima centralno pripravo sanitarne tople vode (STV) s shranjevalno (akumulacijsko) zasnovo. Sistem za STV ima povratni cirkulacijski vod in je zasnovan zvezdasto (posamezna veja se konča s povratkom in se ne priključuje na drugo vejo). STV za potrebe Klinike Golnik se pripravlja na 6 različnih mestih v posameznih objektih. Del objekta, ki je predmet obravnave, se s STV oskrbuje iz toplotne postaje imenovane »Kombustor«. Starejši odseki cevovoda, za katere so podatki znani, so »store« cevi iz alumplasta, novejša napeljava je iz pocinkanih cevi (pod stropom), preostalo so večplastne plastične cevi. V predelih s starejšimi napeljavami, za katere nismo našli podatka, so cevi najverjetneje svinčene. Novejše cevi (tako za toplo, kot za hladno vodo) so v tlaku in stenah dodatno izolirane. V delu, ki je bilo obnovljen so razdalje od dvižnega voda, ki se zaključuje s cirkulacijo, majhne. V starejših delih objekta so odcepi daljši, vendar jim sledi cirkulacija in se ne zaključujejo slepo. Odcepi do nekaterih izlivnih mest se končujejo slepo. Na koncih povratkov cirkulacije so ročno nastavljivi termostatski ventili, ki temperaturno uravnavajo pretok povratkov.



Slika 12: Toplotna postaja »Kombustor«

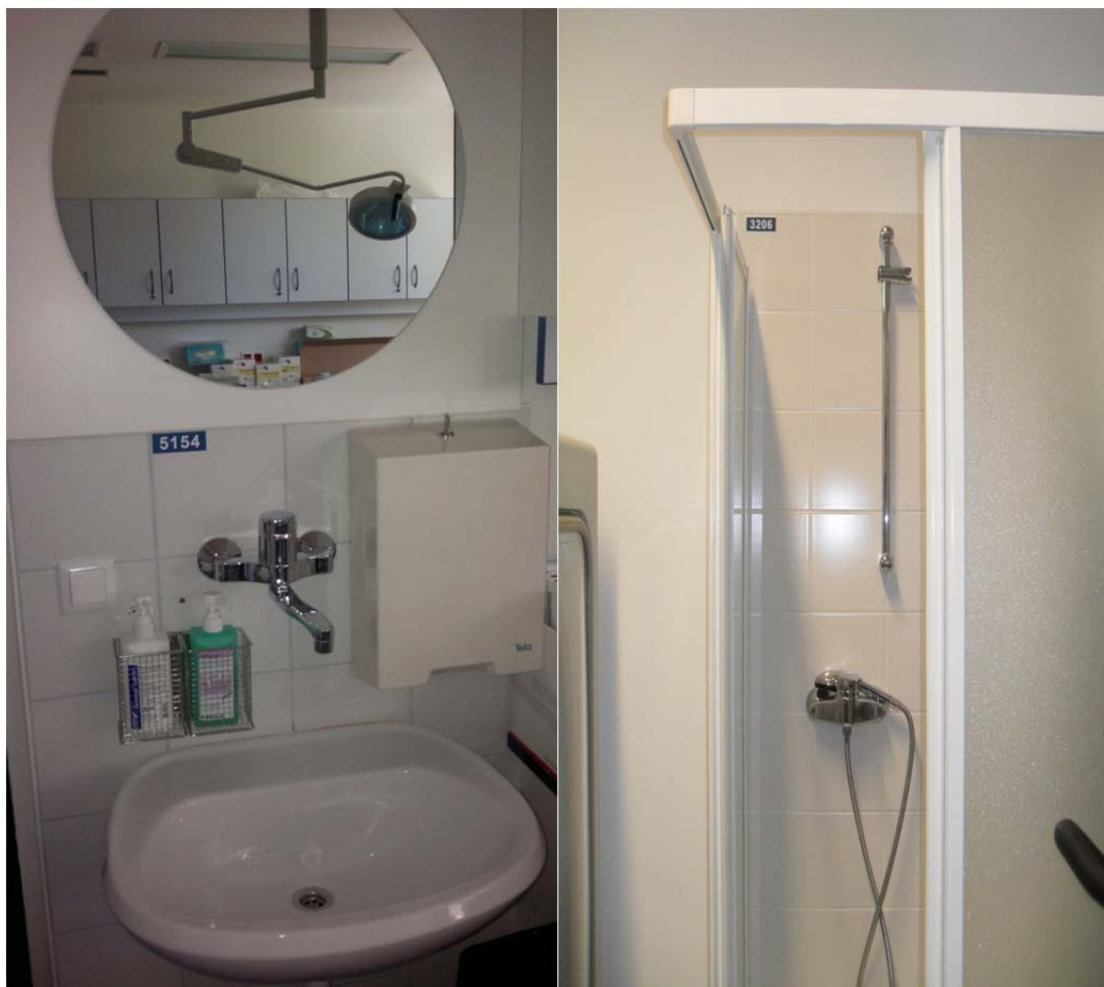
Voda se ogreva prek prenosnika toplote, grelni medij se predhodno ogreje na drugi lokaciji s pomočjo zemeljskega plina. Njegova moč je 100 kW. V hranilniku/grelniku je dodaten električen grelnik z močjo 24 kW, ki po potrebi dogreva vodo. Raztezna posoda ima kapaciteto 120 l in ni pretočna. Cirkulacijska črpalka je frekvenčno regulirana in povezana v nadzorni sistem. Obstoječi hranilnik/grelnik je bil nameščen leta 2006, ima kapaciteto 2000 l in ima od leta 2008 vgrajeno tipalo s krmilnikom za daljinski nadzor temperature in možnostjo oddaljenega upravljanja prek nadzornega sistema. Nadzorni sistem je bil vzpostavljen leta 2008 in omogoča nadzor nad več procesi v toplotni postaji (slika 13). Hranilnik (slika 12) je zaprt in nima stika z zunanjo okolico. Vsak dan med 1. in 3. uro ponoči se voda v hranilniku/grelniku dodatno ogreje na 75 °C. Maksimalna mogoča temperatura vode v hranilniku je 90 °C. Podatki o temperaturi v hranilniku so vsak trenutek na voljo in se tudi arhivirajo v programu (slika 13). Izpis tekstovnih datotek meritev trenutno še ni mogoč. (Povzeto po: Kocjančič, S. Klinika Golnik. 2012)



Slika 13: Prikaz računalniškega vmesnika nadzornega sistema za nadzor in krmiljenje procesov v toplotni postaji »Kombustor«

(vir: Kocjančič, S. Klinika Golnik. 2012)

Na hranilnik »Kombustor« je vezanih 232 izlivnih mest (od tega 33 prh) v šestih etažah. Vsa izlivna mesta so sistematično popisana in označena.



Slika 14: Prikaz označevanja izlivnih mest – levo umivalnik, desno prha

Vsa izlivna mesta, ki se napajajo z iste toplotne postaje, imajo enako prvo številko v evidenčni številki. Ob vsakem izlivnem mestu je na steni prilepljena tablica z evidenčno številko (slika 14). Te oznake se uporabljajo za evidentiranje opravil na posameznem izlivnem mestu (izpiranje, kontrola temperature, menjava mrežice, okvara, vzorčenje).

3.2 Metode

3.2.1 Pregled stanja na Kliniki Golnik

Na Kliniki Golnik deluje Komisija za obvladovanje bolnišničnih okužb (KOBO), ki pripravlja strokovna pisna navodila za epidemiološko spremljanje, preprečevanje in obvladovanje bolnišničnih okužb, svetuje glede opreme in materiala, skrbi za izobraževanje zdravstvenih delavcev in sodelavcev na področju bolnišnične higiene in spremlja izvajanje dogovorjenih zaščitnih ukrepov za preprečevanje in obvladovanje bolnišničnih okužb. KOBO pripravlja letna poročila o izvedenih dejavnostih in na osnovi le-teh pripravlja načrte za aktivnosti, ki bi vzdrževale oziroma izboljšale razmere na področju bolnišnične higiene. KOBO združuje

strokovnjake različnih specialnosti – zdravnika za obvladovanje bolnišničnih okužb (ZOBO), medicinsko sestro za obvladovanje bolnišničnih okužb (SOBO), epidemiologa, kliničnega mikrobiologa, farmacevta, sanitarnega inženirja. (Klinika Golnik 1a)

Pripravljena imajo navodila in smernice za zatiranje (preventivni ukrepi) legionele ter ravnanje če se pojavi. Navodila in definicije v dokumentu so natančne, poleg opisa nalog določajo tudi službo, ki jih mora izvajati.

V zadnjih desetih letih na Kliniki Golnik niso imeli primera bolnišnične okužbe ali suma na legionarsko bolezen. (Tomič, V. 2012)

Kot metodo za zatiranje legionele uporabljajo termično dezinfekcijo s pregrevanjem in splakovanjem. Postopek se preventivno izvaja enkrat letno in po potrebi (npr. po večjih posegih v interni vodovodni sistem, ob povečanem številu legionel v sistemu...). Poleg tega se preventivno dnevno zvišuje temperatura v hranilniku/grelniku na 75 °C za 2 uri. Nadzorni sistem omogoča kontrolo temperature tudi na dnu hranilnika/grelnika.

Pri izvedbi termične dezinfekcije vodovodnega omrežja temperaturo v grelniku vode povišajo na maksimalno vrednost 85 °C in sicer za čas izpiranja sistema in merjenja temperature.

Čas izpiranja izlivk:

- v primeru, da na pipi ali tušu voda doseže 60 °C, posamezno izlivko izpiramo 30 minut,
- v primeru, da voda doseže temperaturo 65 °C in več, pa je potreben čas izpiranja 5 minut.

Ob kontroli temperature na izlivih pregledajo še mrežice, izlivke, glave prh, ki se po potrebi zamenjajo. Izmerjene temperature zabeležijo v posebno tabelo. O termalni dezinfekciji se napiše zapisnik. Zapisnik s prilogami (tabele z izmerjenimi temperaturami vode) se hrani v tehnični službi (preglednica 5). Ukrepe po adaptacijah odredi in izvede tehnična služba v sodelovanju s KOBO. Zunanji izvajalec mora pred prevzemom dokazati, da je izvedel vse zahtevane ukrepe. (Klinika Golnik – Higienik. 2012)

Preglednica 5: Primer priloge zapisnika pri preventivnem izpiranju na intenzivnem oddelku opravljenem 19. decembra 2012

EVIDENCA IZTOKOV							
INTENZIVNI - NAPAŽAN IZ KOMBUSTRA							
Zap. Št.	Oznaka	Lokacija	Oddelek	Menjava mrežice na iztoku	Spiranje na mestih, kjer voda zastaja	Izmerjena temperatura	Podpis
1	3339	Niša za umrle - umivalnik 5225	Intenzivni			62,3	Okom "Špela"
2	3340	WC za osebje - umivalnik 5228	Intenzivni			61,5	Okom "Špela"
3	3341	Kopalnica in WC za bolnike - tuš 5227	Intenzivni				
4	3342	Kopalnica in WC za bolnike - korito	Intenzivni			62,0	Okom "Špela"
5	3343	Kopalnica in WC za bolnike - umivalnik 5226	Intenzivni			62,2	Okom "Špela"
6	3344	Blatex ob sobi z podtlakom	Intenzivni				
7	3345	Soba s podtlakom - predprostor - korito	Intenzivni			65,0	Okom "Špela"
8	3346	Soba s podtlakom - kopalnica - umivalnik	Intenzivni			61,0	Okom "Špela"
9	3347	Soba s podtlakom - tuš	Intenzivni				
10	3133	Ambulanta - umivalnik	Intenzivni				
11	3130	WC za bolnike - umivalnik	Intenzivni			62,0	Okom "Špela"
12	3129	priprava zdravil - korito	Intenzivni			62,0	Okom "Špela"
13	3128	Priprava zdravil - umivalnik	Intenzivni			62,3	Okom "Špela"
14	3127	čajna kuhinja - umivalnik	Intenzivni			63,9	Okom "Špela"
15	3126	čajna kuhinja - korito	Intenzivni			63,5	Okom "Špela"
16	3125	pred sobo sestrška - umivalnik	Intenzivni			63,0	Okom "Špela"
17	3124	Sestrška - korito	Intenzivni			61,2	Okom "Špela"
18	3123	WC za osebje - umivalnik	Intenzivni			64,2	Okom "Špela"
19	3122	Kopalnica dežurni - tuš	Intenzivni			64,9	Okom "Špela"
20	3121	Kopalnica dežurni - umivalnik	Intenzivni			65,0	Okom "Špela"
21	3120	Kulinarij - električni bojler	Intenzivni				
22	3139	Šok - umivalnik levi	Intenzivni			62,0	Okom "Špela"
23	3138	Šok - umivalnik desni	Intenzivni			59,4	Okom "Špela"
24	3137	Soba 8 - umivalnik	Intenzivni			62,8	Okom "Špela"
25	3136	Soba 7 - umivalnik	Intenzivni			63,4	Okom "Špela"
26	3135	Soba 6 - umivalnik levi	Intenzivni			63,2	Okom "Špela"
27	3335	Soba 6 - umivalnik desni 5232	Intenzivni			60,2	Okom "Špela"
28	3336	Soba št. 2 - umivalnik levi 5231	Intenzivni			61,8	Okom "Špela"
29	3337	Soba št. 2 - umivalnik desni 5230	Intenzivni			61,1	Okom "Špela"
30	3338	Soba št. 1 - umivalnik 5229	Intenzivni			60,0	Okom "Špela"

Vzorčenja vode so redno trikrat letno. Vzorčenja in analize opravljaja ZZV Kranj, ki izvaja mikrobiološko in kemijsko analizo pitne vode ter analizo pitne vode na prisotnost legionel. Mesta vzorčenja so bila določena po analizi mest, kjer je največja verjetnost za zastajanje vode. Če se pojavi novo mesto, kjer bi voda lahko zastajala, se to doda na seznam odvzemnih mest. Odvzemajo se vzorci hladne in tople vode.

Enotno sistematično urejeni podatki o vzorčenjih so na voljo od leta 2004. V preglednici 6 lahko vidimo datum vzorčenja, odvzemno mesto, in če je bila ugotovljena prisotnost

legionele, je naveden tudi zapis o serološki skupini in koncentraciji, v kateri je bila prisotna. Barvno so označene stopnje tveganja po posameznih vzorcih, ki so presegli mejne količine. Stopnje tveganja so določene glede na meje, podane v preglednici 7. Graf 3 prikazuje koncentracijo legionele v cfu/1000 ml v posameznih vzorcih.

Preglednica 6: Rezultati vzorčenja na *L. pneumophila* za celotno Kliniko Golnik v letih od 2004 do konca 2012

Št. odvzetega vzorca	Datum vzorčenja	ENOTA/ODDELEK	L. pneumophila sg.	VREDNOST cfu/1000 ml	VREDNOST cfu/ml
1	22.1.2004	laboratorij	2-14	190	0,19
2		300	2-14	10	0,01
3		700	1	330	0,33
4		intenzivni	/		
5	19.3.2004	kotlovnica pod kuhinjo		2000	2
6		300	/		
7		700		380	0,38
8		stopnišče pod železniško	/		
9	1.9.2005	600	/		
10		600	1	10	0,01
11		300	/		
12		citologija	/		
13		toplotna postaja	/		
14	23.4.2007	infekcija	/		
15		infekcija	/		
16		infekcija	/		
17	16.4.2008	700 zgoraj	2-14	1600000	1600
18		300	2-14	370	0,37
19		intenzivni	2-14	100000	100
20		negovalni	2-14	530000	530
21	22.5.2008	700 zgoraj	2-14	310	0,31
22		300	/		
23		intenzivni	/		
24		negovalni	/		
25	26.5.2008	700 zgoraj	2-14	30	0,03
26		stara garderoba	/		
27	8.10.2008	700 zgoraj	/		
28		300	/		
29		intenzivni	2-14	270	0,27
30		negovalni	1	24000	24
31	13.11.2008	intenzivni	/		
32		negovalni	/		
33	1.4.2009	300	/		
34		intenzivni	2-14	210	0,21
35		700 zgoraj	/		
36		negovalni	1	170	0,17
37	13.10.2009	700 zgoraj	2-14	450	0,45
38		fizioterapija	2-14	110	0,11
39		300	/		Se nadaljuje...

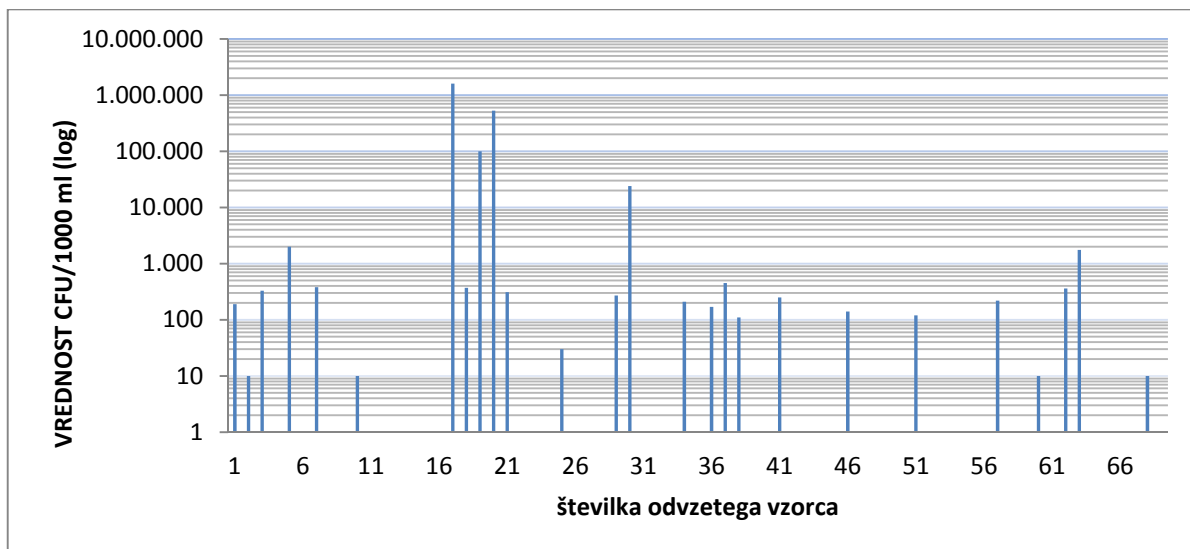
40		negovalni	/		
41	2.4.2010	600	2-14	250	0,25
42		intenzivni	/		
43		300	/		
44		negovalni	/		
45	4.10.2010	600	/		
46		intenzivni	1	140	0,14
47		200	/		
48		negovalni	/		
49	9.12.2010	intenzivni	/		
50	11.4.2011	200	/		
51		intenzivni	2-14	120	0,12
52		700	/		
53		negovalni	/		
54	26.5.2011	100	/		
55		100	/		
56	6.10.2011	300	/		
57		intenzivni	1	220	0,22
58		600	/		
59		negovalni	/		
60	10.4.2012	600	1	10	0,01
61		200	/		
62		intenzivni	1	360	0,36
63		negovalni	1	1760	1,76
64	25.4.2012	negovalni	/		
65		negovalni	/		
66	11.10.2012	200	/		
67		600	/		
68		700	2-14	10	0,01
69		negovalni	/		

Stopnje tveganja – opisane v preglednici 9:

	ni tveganja
	nizka stopnja tveganja
	srednja stopnja tveganja
	visoka stopnja tveganja
	visoka stopnja tveganja *

Od 69 vzorcev, vzeti v 8 letih, sta 2 vzorca presešla mejo nizke stopnje tveganja, 1 vzorec srednje stopnje tveganja in 3 vzorci visoke stopnje tveganja (vsi 16. 4. 2008). Po odvzemu vzorcev, v katerih so bile prisotne legionele v povišanih koncentracijah, so se izvedli ukrepi, kot so zapisani v preglednici 9. Po izvedbi termične dezinfekcije so bili ponovno odvzeti

vzorci, ki niso presegali mejnih vrednosti. Zapisniki izvedbe termične dezinfekcije in rezultati vzorčenja so shranjeni v arhivu Klinike Golnik.



Graf 3: Koncentracijo legionele v cfu/1000 ml v posameznih vzorcih

Nobena znana literatura ne navaja kritične koncentracije legionel, ki bi zadoščala za povzročanje zdravstvenih težav.

Preglednica 7: Stopnje tveganja in ukrepi-topla voda

(Klinika Golnik – Higienik. 2012)

CFU*/ml	stopnja tveganja	ukrep	izvajalec	opombe
≥ 1 do < 10	nizka, a se lahko večja	/	/	/
10 do 99	srednja	točenje (frekvenco in lokacijo določi KOBO)	čistilni servis (zapisnik o izvedbi)	po potrebi spremeniti OBR za točenje (frekvenca, lokacija)
100 do 200	visoka	točenje (frekvenco in lokacijo določi KOBO)	čistilni servis (zapisnik o izvedbi)	po potrebi spremeniti OBR za točenje (frekvenca, lokacija)
≥ 200	visoka*	pisno obvestilo teh.sl. → toplotni šok ponovitev odvzema (čas odvzema določi KOBO)	tehnična služba (zapisnik o izvedbi) ZZV / interni lab (izvid vzorčenja)*	po potrebi spremeniti navodila in preventivne ukrepe (določi KOBO)

* V primeru ponavljajočih se neustreznih rezultatov glede na ostale vidike (temperatura vode, patologija bolnikov, namembnost vode na lokaciji,...) nadaljnje ukrepe določi KOBO.

Zaščitni ukrepi in smernice, ki jih uporabljajo na Kliniki Golnik, sledijo smernicam, ki jih je izdal Inštitut za varovanje zdravja (IVZ). Ta je izdal »Priporočila za preprečevanje razmnoževanja legionel v internem vodovodnem omrežju« ter »Priporočila ob vzorčenju vode na legionele« poleg tega pa sta IVZ ter ministrstvo za zdravje pripravila tudi različna priporočila, navodila in mnenja (med drugim: Navodilo za izvedbo dezinfekcije vodovodnega omrežja, Priporočila lastnikom objektov za vzdrževanje hišnega vodovodnega omrežja, Priporočila lastnikom objektov o ukrepih za zmanjšanje in odpravo tveganja, če je vzrok neskladnosti pitne vode hišno vodovodno omrežje, Priporočila za ocenjevanje neskladnosti, Priporočila za preprečevanje razmnoževanja legionel v internem vodovodnem omrežju). Ta navodila in priporočila so namenjena lastnikom in upravljavcem javnih in zasebnih objektov in dajejo konkretna navodila, skladna s slovensko zakonodajo na tem področju.

To področje v glavnem pokrivata Pravilnik o pitni vodi ter Zakon o zdravstveni ustreznosti živil in izdelkov ter snovi, ki prihajajo v stik z živili.

Poleg tega so na IVZ pripravili poseben protokol za bolnišnice »Ukrepi ob pojavu legionarske bolezni v bolnišnicah (sekundarna prevencija)«, ki pa začne veljati, ko je že postavljen sum na legionarsko bolezen.

4. REZULTATI IN RAZPRAVA

4.1 Dnevna poraba tople vode

Za oceno dnevne potrebe po topli vodi smo v obdobju 49 dni izvajali meritve porabe STV. V času meritev je bila večina postelj v delujočih bolnišničnih oddelkih zasedena. Rezultati so navedeni v preglednici 8.

Preglednica 8: Dnevna poraba STV iz toplotne postaje »Kombustor«

datum	stanje števca	poraba [m3]	izračunana poraba [m3]
4.9.2012	6528,128		
5.9.2012	6531,311	3,183	
6.9.2012	6534,727	3,416	
7.9.2012	6536,642	1,915	
8.9.2012	ni podatka		1,516
9.9.2012	ni podatka		1,516
10.9.2012	6541,189		1,516
11.9.2012	6544,622	3,433	
12.9.2012	6547,217	2,595	
13.9.2012	6550,418	3,201	
14.9.2012	6553,494	3,076	
15.9.2012	ni podatka		2,401
16.9.2012	ni podatka		2,401
17.9.2012	6560,697		2,401
18.9.2012	6563,327	2,630	
19.9.2012	6566,086	2,759	
20.9.2012	6568,936	2,850	
21.9.2012	ni podatka		2,511
22.9.2012	ni podatka		2,511
23.9.2012	ni podatka		2,511
24.9.2012	6578,981		2,511
25.9.2012	ni podatka		2,594
26.9.2012	6584,169		2,594
27.9.2012	6587,212	3,043	
28.9.2012	6590,214	3,002	
29.9.2012	ni podatka		2,078
30.9.2012	ni podatka		2,078
1.10.2012	6596,447		2,078
2.10.2012	6599,172	2,725	
3.10.2012	6602,276	3,104	
4.10.2012	6605,747	3,471	
5.10.2012	6608,993	3,246	

Se nadaljuje...

6.10.2012	ni podatka		2,590
7.10.2012	ni podatka		2,590
8.10.2012	ni podatka		2,590
9.10.2012	6619,354		2,590
10.10.2012	6622,272	2,918	
11.10.2012	6625,632	3,360	
12.10.2012	6628,115	2,483	
13.10.2012	ni podatka		1,886
14.10.2012	ni podatka		1,886
15.10.2012	6633,774		1,886
16.10.2012	ni podatka		2,676
17.10.2012	6639,126		2,676
18.10.2012	6642,489	3,363	
19.10.2012	6645,587	3,098	
20.10.2012	ni podatka		2,362
21.10.2012	ni podatka		2,362
22.10.2012	6652,672		2,362

poraba v 49 dneh 124,544 m³
povprečna poraba na dan: 2,542 m³

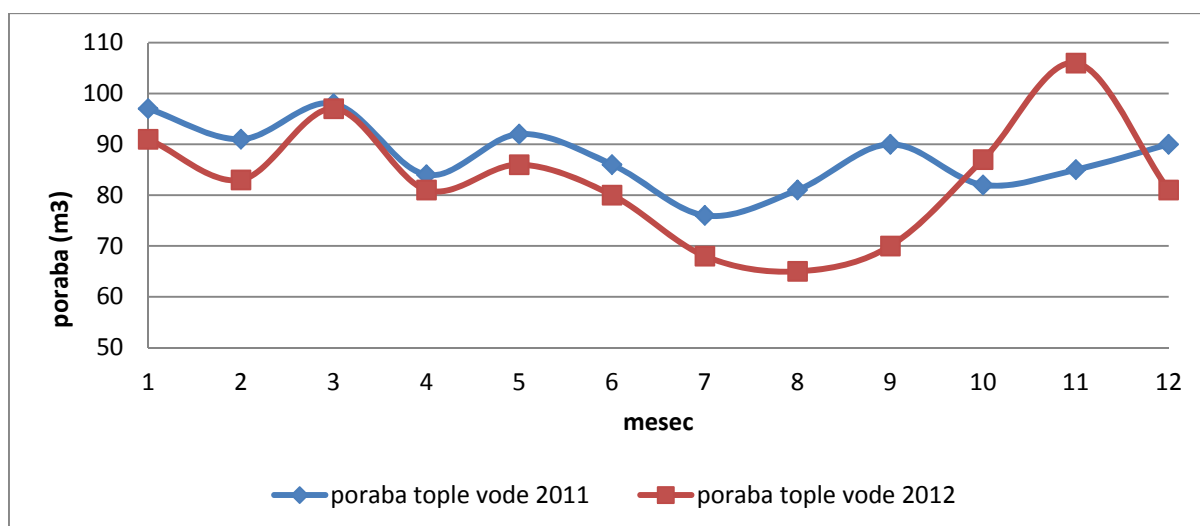
Na Kliniki Golnik redno vodijo evidenco mesečne porabe tople vode z odčitavanjem s števca vsakega prvega in zadnjega v mesecu. Poleg porabe vodijo tudi evidenco temperature v grelniku/hranilniku ter povratku (preglednica 9).

Preglednica 9: Mesečna poraba tople vode in povprečne mesečne temperature v sistemu za 2011 in 2012

(vir: Kocjančič, S., Klinika Golnik)

TOPLA STARA STAVBA KOMBUSTOR TP3									
Mesec	2011			2012			Temperatura [°C]		Index 2011
	Stanje 1. v mesecu	Stanje zadnjega v mesecu	Mesečna poraba	Stanje 1. v mesecu	Stanje zadnjega v mesecu	Mesečna poraba	rezervoar	cirkulacija	
JAN	4823	4920	97	5875	5966	91	63,0	56,0	93,81
FEB	4920	5011	91	5966	6049	83	62,0	56,0	91,21
MAR	5011	5109	98	6049	6146	97	62,0	56,0	98,98
APR	5109	5193	84	6146	6227	81	60,0	56,0	96,43
MAJ	5193	5285	92	6227	6313	86	58,0	56,0	93,48
JUN	5285	5371	86	6313	6393	80	62,0	58,0	93,02
JUL	5371	5447	76	6393	6461	68	63,0	57,0	89,47
AVG	5447	5528	81	6461	6526	65	63,0	59,0	80,25
SEP	5528	5618	90	6526	6596	70	60,0	56,0	77,78
OKT	5618	5700	82	6596	6683	87	64,0	58,0	106,10
NOV	5700	5785	85	6683	6789	106	64,0	58,0	124,71
DEC	5785	5875	90	6789	6870	81			90,00
LETNA PORABA			1.052			995	61,9	56,9	94,58

Mesečna poraba tople vode za leti 2011 in 2012 je razvidna iz preglednice 9, nihanja mesečne porabe so razvidna iz grafa 4:



Graf 4: Prikaz mesečne porabe tople vode iz toplotne postaje »Kombustor« za leti 2011 in 2012

Poraba vode niha glede na letni čas (graf 4). Opazno manjša je v avgustu, ko je čas dopustov in je manj pacientov naročenih na ne nujna zdravljenja. Povprečna mesečna poraba tople vode

je 85 m³. Iz mesečne porabe vode lahko tudi ugotovimo, v katerih mesecih je porabe manj in je večja možnost zastajanja vode v sistemu.

4.2 Izračun stroškov izvedbe termične dezinfekcije po klasični metodi

V tem poglavju se bomo osredotočili samo na stroške, ki nastanejo pri izvajanju klasične metode termične dezinfekcije s pregrevanjem in izplakovanjem v Vurnikovi stavbi na Kliniki Golnik. Pri računanju vseh obratovalnih stroškov bi morali upoštevati tudi izgube toplote v sistemu, ter izgubo vode in toplote pri tem, ko čakamo, da dobimo vodo s pričakovano temperaturo.

4.2.1 Poraba vode

Če upoštevamo, da ima voda ob spiranju vsaj 60 °C in moramo izpiranje izvajati 30 minut, pri tem pa je pretok vode na pipah povprečno:

0,07 l/s – pipa za umivalnik

0,15 l/s – pipa v kadi

0,13 l/s – prha

(Recknagel, Hermann, Sprenger, Eberhard, Schramek, Ernst-Rudolf, 2002)

in upoštevamo podatek, da je na hranilnik »Kombustor« vezanih 232 izlivnih mest (od tega 33 prh) v 6 etažah, lahko izračunamo:

		pretok l/s	pretok l/min	količina iztočene vode v 30 min/iztok	vsi iztoki
št. pip	199	0,071	4,26	127,8	25432,2
št. prh	33	0,130	7,80	234,0	7722,0
				skupaj	33154,2 l
				skupaj	33,154 m³

Pri izvedbi vsakega pregrevanja s splakovanjem vseh iztokov torej porabimo **33154,2 l** ali **33,154 m³** tople vode. Pri tem predvidevamo, da so izlivke ves čas izpiranja odprte na računski pretok. Z meritvami v 49 dneh smo ugotovili, da je povprečna poraba tople vode na dan 2,542 m³. Ugotovimo, da bi ta količina zadostovala za 13 dni normalne porabe. Pri tem moramo upoštevati tudi Uredbo o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo-Uradni list RS, št. 64/2012.

Na podlagi tega lahko ugotovimo, da izpiranja vseh izlivk v sistemu ni mogoče opraviti zaporedoma, saj ima hranilnik/grelnik kapaciteto 2000 l vode, ogrete na približno 80 °C.

Če upoštevamo cenik Komunale Kranj d.d., ki za gospodinjstva in poslovno dejavnost zaračuna za m³ vodovodne vode:

Vodarina (m ³)	0,3065 EUR/m ³
Vodno povračilo * (m ³)	0,0935 EUR/m ³
Čiščenje (m ³)	0,19 EUR/m ³
Odvajanje (m ³)	0,0782 EUR/m ³
Okoljska dajatev za onesnaževanje okolja	0,0396 EUR/m ³
zaradi odvajanja odpadnih voda ** (m ³)	
Skupaj brez DDV	0,7078 EUR/m ³
Stopnja DDV	8,5 %
SKUPAJ z DDV	0,7646 EUR/m³

to znese 25,35 EUR za hladno vodo (če upoštevamo trenutno ceno vode – maj 2013), ki po opravljeni dezinfekciji odteče v kanalizacijo.

4.2.2 Poraba energije za segrevanje vode

Strošek je tudi segrevanje hladne vode.

Teoretična potrebna energija za segrevanje vode po poenostavljeni enačbi:

$$E_{teo} = V_{STV} \Delta\vartheta c_w \quad (1)$$

Enačba 1, (vir: Labudović, B., Zaviršek, J., 2003),

kjer je:

E_{teo} – teoretična potrebna energija za segrevanje vode (kW h)

V_{STV} – poraba STV

$\Delta\vartheta$ – razlika temperature tople in hladne vode

c_w – specifična toplotna kapaciteta vode (konst. = 0,00116 kW h/ (kg K))

Mrzla voda ima pri vstopu v objekt okoli 9 °C. Topla voda, ki gre iz hranilnika v sistem, ima pri običajnem delovanju povprečno 62 °C, pri dezinfekciji pa okoli 80 °C. (Kocjančič, S. 2013)

Razlika temperatur mrzle in tople vode je 71°C.

Poraba vode je 33154,2 l

$$E_{teo} = 33151,2 \times 71 \times 0,00116 = 2730,6 \text{ kWh}$$

Realna potrebna energija za segrevanje vode :

$$E_{rea} = E_{teo} A \quad (2)$$

Enačba 2 (vir: Labudović, B., Zaviršek, J. 2003)

Kjer je:

E_{rea} – realna potrebna energija za segrevanje vode v kWh

E_{teo} – teoretična potrebna energija za segrevanje vode v kWh

A – faktor porabe oz. stopnja delovanja sistema (za sisteme s centralno pripravo tople vode je med 1,12 in 1,5)

Ker faktorja porabe ni možno izračunati, privzamemo, da je 1,3.

Izračunamo:

$$E_{rea} = 2730,6 \times 1,3 = 3549,8 \text{ kWh}$$

Za segrevanje potrebujemo približno 3500 kWh energije. Če segrevamo vodo z zemeljskim plinom, za katerega ceno privzamemo 0,0868 EUR/ kWh koristne energije, bi za to odšteli 303,80 EUR (preglednica 10).

Če bi segrevali z električno energijo, privzamemo ceno 0,1046 EUR / kWh in to znese 366,10 EUR.

Preglednica 10: Primerjava cen energentov

(Vir: Ensvet energetska svetovanje)

Primerjava cen energentov, končne in koristne energije, 1. 5. 2013						
Energent	Prodajna cena		Kurilnost kWh/enoto	Cena končne energije €/kWh	Izkoristek	Cena koristne energije € centi/kWh
Zemeljski plin - zakupljena letna zmogljivost od 501 do 1500 Sm ³	0,79252	€/Sm ³ (pri porabi 1000 Sm ³ , fiksni del upoštevan)	9,50	0,0834	90%	9,27
					95%	8,78
		(vsebuje ceno za dostop do omrežja in znesek za meritve)				
Zemeljski plin - zakupljena letna zmogljivost od 1501 do 2500 Sm ³	0,74196	€/Sm ³ (pri porabi 2000 Sm ³ , fiksni del upoštevan)	9,50	0,0781	90%	8,68
					95%	8,22
		(vsebuje ceno za dostop do omrežja in znesek za meritve)				
UNP propan (cisterna)	0,9088	€/l (4 obroki, količina nad 1000 l)	6,71	0,1392	90%	15,46
					95%	14,65
	0,8815	€/l (pri plačilu z gotovino)			0,1350	90%
UNP propan-butan (cisterna)	0,9248	€/l (4 obroki, količina nad 1000 l)	7,23	0,1279	90%	14,21
					95%	13,46
	0,8970	€/l (pri plačilu z gotovino)			0,1241	90%
Kurilno olje EL	0,9730	€/l	10,00	0,0973	85%	11,45
					90%	10,81
Drva - bukova	55,00	€/prm	2410	0,0228	65%	3,51
Lesni briketi	180,00	€/t	5000	0,0360	90%	2,54
					85%	4,24
Sekanci	16,00	€/nm ³	800	0,0200	80%	2,50
					90%	2,22

Elektrika gospodinjstvo	MALI PAKET (do 3kW, varovalka 1x 16 A ali 1x 20 A)					
	€/kWh			€/kWh		
	0,13270			0,13270	95%	13,97
		Stalni mesečni prispevek za moč: 1,63948 €/kW				
		Obračunska moč: 4,39404 € €/mesec*				
	SREDNI PAKET (6 ali 7kW, za 6 kW var. 1x 25 A, za 7 kW 1x 35A ali 3x 20A)					
		- enotarifno merjenje:				
	0,13270	€/kWh		0,13270	95%	13,97
		- dvotarifno merjenje:				
		VT				
	0,14566	€/kWh		0,14566	95%	15,33
		MT				
	0,09939	€/kWh		0,09939	95%	10,46
		Stalni mesečni prispevek za moč: 1,63948 €/kW				
		Obračunska moč: 10,61688 € oz. 12,25636/mesec*				
	VELIKI PAKET (10kW, varovalke 3x 25A)					
		- enotarifno merjenje:				
	0,13270	€/kWh		0,13270	95%	13,97
		- dvotarifno merjenje:				
		VT				
	0,14566	€/kWh		0,14566	95%	15,33
		MT				
	0,09939	€/kWh		0,09939	95%	10,46
		Stalni mesečni prispevek za moč: 1,63948 €/kW				
		Obračunska moč: 17,17480 €/mesec*				

4.2.3 Strošek dela

Poleg teh stroškov je treba plačati tudi delavce, ki postopek izvajajo. Ker moramo med postopkom tudi meriti temperaturo iztočene vode in so izlivna mesta v šestih etažah, ocenimo, da dva delavca v eni uri opravita delo v eni etaži. To je skupaj 12 delovnih ur. Če bruto delovna ura kvalificiranega delavca znaša 7,90 EUR je strošek dela 94,80 EUR. Ta strošek je verjetno višji.

4.2.4 Skupni strošek izvedbe termične dezinfekcije po klasični metodi

Pri klasičnem pregrevanju in spiranju bi tako za enkratno izvedbo postopka potrebovali:

Strošek vodovodne vode	25,35 EUR
Strošek energenta (plin)	303,80 EUR
Strošek dela	94,80 EUR
skupaj:	423,95 EUR

Analiza porabe sredstev temelji na poenostavljenih izračunih. Če bi želeli natančnejše izračune, bi potrebovali natančnejše vhodne podatke, ki pa trenutno niso na voljo. Izračuni temeljijo na cenah, ki veljajo v času izdelave naloge (maj 2013).

Ob predpostavki, da imamo na razpolago za izvedbo termične dezinfekcije izlivnih mest na voljo 6 ur, preprost izračun pove, da je potrebna moč grelnika pri tem:

$$P = \frac{E_{rea}}{t} = \frac{3500}{6} = 583,3 \text{ kW}$$

kjer je:

P – potrebna moč grelnika v kW

E_{rea} – realna potrebna energija za segrevanje vode v kWh

T – čas delovanja grelnika v urah

vendar imamo na voljo ob delovanju obeh virov toplote le 125 Kw, kar očitno ne zadostuje za segrevanje potrebne količine vode v tem času. S to močjo toliko vode segrejemo v:

$$t = \frac{E_{rea}}{P} = \frac{3500}{125} = 28 \text{ h}$$

Z močjo 125 kW segrevamo zahtevano količine vode 28 ur.

Če bi želeli vse izlivke in prhe spirati 30 minut z vodo temperature 80 °C (v grelniku), bi razpoložljivi grelnik porabil za to 28 ur. Vendar izpiranje nebi potekalo kontinuirano, kar je v nasprotju s priporočili.

4.3 Predlog adaptacije in ocena investicije

Investitor odloča ali se bo investicija (nadgradnja vodovodnega sistema) izvedla ali ne. K lažji odločitvi mu lahko pomagata analiza zdravstvenega tveganja in ekonomska analiza. Obe sta

lahko del SWOT analize, pri kateri analiziramo prednosti in slabosti posega ter priložnosti in nevarnosti za investitorja.

V nalogi smo obravnavali del objekta »Vurnikova stavba«, ki se napaja iz toplotne postaje »Kombustor«, zato se sklepi in ugotovitve nanašajo samo na ta del.

4.3.1 Predlog adaptacije

Ob predpostavki, da ni potrebna predhodna sanacija sistema, je predlog adaptacije, da vgradimo sistem za samodejno termično dezinfekcijo. Sistem moramo vgraditi v vse dele sistema STV, ki se napajajo iz TP Kombustor, sicer ne bo deloval pravilno. Pri obstoječih objektih je najtežje ugotoviti vse odseke, kjer se topla voda konča in nadaljuje v cirkulacijo. Vendar je evidentiranje vseh teh mest nujno, saj tako najdemo mesta, kamor moramo vgraditi termostatske ventile. Primer vidimo v prilogi 1A. Adaptacija sistema se mora začeti z ugotavljanjem obstoječega stanja.

Celostna ocena delovanja sistema zahteva poleg tehničnih podatkov tudi ekonomske.

Oceno investicije lahko izračunamo na podlagi podatkov o potrebnih ukrepih. V kolikor bi se investitor odločil za vgraditev sistema za samodejno dezinfekcijo, ki bi izpolnjeval pogoje za optimalno delovaje, bi bilo treba:

- **narediti projekt izvedenih del (PID)** ali posnetke vseh preostalih delov napeljave, ki v tej nalogi niso bili obdelani in jih analizirati,
- na podlagi načrtov PID pripraviti **načrt strojnih inštalacij**, ki bi predvidel vgradnjo modularnih termostatskih regulacijskih ventilov na vse dvižne vode s povezavo na digitalni regulator, vgradnjo obtočne frekvenčno regulirane črpalke,
- če bi se pri analizi PID izkazalo, da na preostalih delih objekta obstajajo slabo pretočni ali slepi vodi, da cirkulacijski vodi nimajo samo ene poti povratka v grelnik, da se nekateri iztoki niso več potrebni ali podobno, je vse to treba upoštevati v načrtu strojnih inštalacij kot **načrt sanacije**, kar je v naprej težko predvideti,
- izvedba sanacije sistema (če se izkaže za potrebno) – **inštalacijska dela, material,**
- **izvedba inštalacijskih del** (montaža sistema), **zagon sistema, material,**
- **nadzor.**

Predlog adaptacije za oddelek intenzivne nege je podan v prilogi A.1. Na vse razcepe smo za zadnjega porabnika tople vode namestili termostatske ventile (MTCV ventile). Enako smo naredili za vsa območja, kjer je potek inštalacij znan. Namestimo tudi regulatorje, s katerimi povežemo ventile in temperaturna tipala.

4.3.2 Ocena investicije

Oceno stroškov lahko naredimo ob predpostavki, da je potek inštalacij na predelih, kjer še ni narejen posnetek, podoben kot v predelih, ki jih poznamo, in da obnova inštalacij na nekaterih mestih ni nujna. Oceno investicije lahko naredimo v grobem, saj nimamo vseh osnovnih izhodišč, na katerih temeljijo izračuni, zato nekatera predpostavimo:

- Projekt izvedenih del ali posnetek stanja- 60 ur dela na terenu – ugotavljanje poteka inštalacij na delih, za katere ni načrtov. Ocena je narejena izkustveno na podlagi časa porabljenega za izdelavo načrtov v tej nalogi. Privzeta cena ure je 38 EUR, kar je po Inženirski zbornici Slovenije (IZS) priporočena cena ure inženirske storitve za inženirja,
- Material: za delovanje sistema moramo vgraditi termostatske ventile MTCV in jih povezati z regulatorji. Cena (brez DDV-vse cene) enega ventila s potrebno opremo je 210,10 EUR, cena enega regulatorja CCR2 z opremo je 1055,95 EUR (Danfoss cenik ogrevalne tehnike 2013).

Za obtočno črpalko s frekvenčnim regulatorjem bi odšteli okoli 600,00 EUR (povprečje več ponudnikov), ker pa je taka že vgrajena, ne potrebujemo nove.

Material vključuje tudi elektromaterial (kabli – prib. 20 m/ventil, elektro omarice in transformatorji) – približno 4000, 00 EUR (material in delo). (Pogačar, M. 2013)

Število potrebnih termostatskih ventilov smo določili tako, da smo pregledali dele objekta, za katere imamo poznan potek inštalacij in predvideli kje se ventili vgradijo. Na podlagi števila izlivnih mest, ki smo jih s tem že obdelali, smo predvideli potrebo po ventilih še na preostalih izlivnih mestih (s predvidevanjem, da je zasnova sistema v preostalih delih objekta podobna). Tako smo našli 75 termostatskih ventilov. Na en regulator lahko povežemo 16 ventilov, zato potrebujemo 5 regulatorjev,

- Načrt strojnih inštalacij zajema izris poteka obstoječih vodov ter vgradnje sistema za samodejno dezinfekcijo, brez drugih posegov v sistem. Cena izdelave načrta je povzeta po priporočilih IZS in sicer glede na oceno investicije (IZS, 2012) – 8670,00 EUR,
- Izvedba vgradnje sistema zajema vgradnjo termostatskih ventilov ter regulatorjev, njihovo povezavo, praznjenje in polnjenje sistema ob vgradnji, izdelavo navodil za obratovanje in vzdrževanje, demontažo obstoječih regulacij ter strokovni zagon sistema. To ocenjujemo na 1/3 cene materiala. Poleg tega smo upoštevali še 10% nepredvidenih stroškov,
- Nadzor – predvidimo 10 ur projektantskega nadzora - 58,00 EUR (IZS -priporočena cena ure inženirske storitve za odgovornega vodjo projekta).

Pri tem moramo upoštevati, da trenutno cene izdelave projektne dokumentacije na trgu zelo variirajo. Pri izračunu so bile upoštevane postavke, ki jih priporoča IZS. Tudi pri materialu in montaži so cene na trgu različne. Dejansko ceno investicije lahko izračunamo šele po izpeljanem razpisu.

Izračuna ocene višine investicije:

Material:	cena/kos	kosov	cena
termostatski ventil	210,10 €	75	15.757,50 €
Regulator	1.055,95 €	5	5.279,75 €
material skupaj:			21.037,25 €
Montaža in vgradnja:			
montaža in vgradnja:	1/3 cene materiala		7.012,42 €
nepredvideni stroški:	10 % cene materiala		2.103,73 €
montaža skupaj:			9.116,14 €
elektroinštalacijska dela (material + delo)			4.000,00 €
Skupaj investicijski stroški:			34.153,39 €
Storitev za načrtovanje strojnih inštalacij in naprav:			
izdelava posnetka obstoječega stanja - terenski del	38,00 €	60	2.280,00 €
izdelava načrta vgradnje sistema za samod. dez.	po IZS		8.670,00 €
projektantski nadzor	58,00 €	10	580,00 €
storitev za načrtovanje strojnih inštalacij in naprav skupaj:			11.530,00 €
Skupna ocena vrednosti investicije:			45.683,39 €

Če bi se pri izdelavi posnetka obstoječega stanja izkazalo, da je obnova inštalacij na določenih mestih nujna, se investicija poveča. Obseg teh del je težko napovedati, zato predvidenih stroškov investicije v tem primeru ne moremo izračunati. Vemo, da v tem primeru sodi v investicijo izdelava načrta strojnih inštalacij s predvideno sanacijo delnega ali celotnega vodovodnega sistema ter izvedba sanacije sistema z vgradnjo sistema za samodejno dezinfekcijo.

V tej nalogi smo se omejili na predlog adaptacije in izračun stroškov samo za potrebe izvajanja toplotne dezinfekcije. Omeniti moramo, da vgradnja sistema za samodejno dezinfekcijo prinaša tudi druge vplive na interni sistem za toplo pitno vodo, saj se z vgradnjo tega sistema zmanjša tudi poraba energije pri običajnem delovanju. Pri celoviti analizi stroškov je pomembno primerjati tudi izračun izgube energije pri obstoječem sistemu in pri

predvidenem sistemu. Izračunane toplotne izgube so v glavnem odvisne od dimenzije cevi in njihove izoliranosti, temperature okolja po katerem cev poteka, in materiala cevi.

Poleg tega investicijskih stroškov ne moremo deliti na del, ki nam omogoča delovanje sistema za dezinfekcijo, in del, ki bo prinašal energetske prihranke, zato se v celoti upošteva pri delu za izvajanje dezinfekcije.

Nezanemarljivo vsoto lahko predstavljajo tudi morebitne odškodnine ob dokazani okužbi ali celo smrti zaradi legionele, ki pa jo težko vključimo v vrednotenje pri odločanju za investicijo.

4.4 Priporočila za optimalno delovanje sistema

Ob predpostavki, da je stanje po preostalih delih objekta podobno, kot je na delih, kjer sta poznana potek in stanje inštalacij (da ni slepih vodov, da je bilo že zdaj zagotovljeno doseganje minimalnih zahtevanih temperatur, ...), in če se investitor odloči za vgradnjo sistema za samodejno termično dezinfekcijo, je treba za optimalno delovanje upoštevati splošna in tehnična priporočila.

4.4.1 Splošna priporočila

Osnovni preventivni ukrepi, ki se priporočajo v vseh objektih, posebej v takih z zdravstveno dejavnostjo (povzeto po smernicah Ministrstva za zdravje, Klinike Golnik, IVZ). Ti ukrepi se priporočajo za vse objekte, ne glede na izbor sistema za zatiranje legionele:

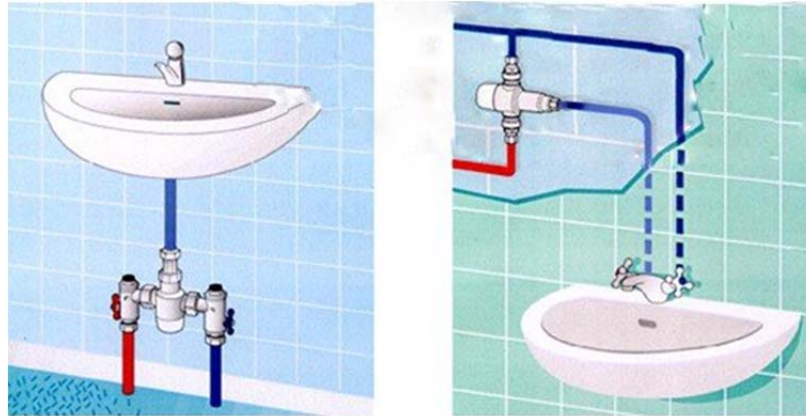
- zagotavljanje pravilnega delovanja, rednega čiščenja in dobrega vzdrževanja notranjega vodovodnega sistema;
- temperatura tople vode na vseh pipah in prhah, tudi na najbolj oddaljenih, naj bo nad 50 °C, bolje 55 °C, to temperaturo naj doseže voda v eni minuti točenja;
- temperatura hladne vode naj bo pod 20°C;
- temperatura v grelniku (kotlu) naj bo več kot 60 °C, vsaj eno uro na dan tudi na dnu grelnika;
- na mestih, kjer voda zastaja, naj se izvaja tedensko spiranje do stabilizacije temperature vode;
- mrežice na pipah in glavah prh redno čistimo najmanj 4 krat letno oziroma po potrebi (usedline, smeti, kamen) oziroma je koristno odstraniti mrežice na vseh pipah (to sicer povečuje porabo vode, zato jih raje redno menjamo);

- redno pregledujemo in po potrebi čistimo grelnike – najmanj enkrat letno;
- po vsakem posegu v notranjem vodovodnem sistemu izvedemo čiščenje, pregrevanje, klorni šok in spiranje;
- izbiramo naprave, ki ne tvorijo velikih količin aerosola, razen, če jih dnevno steriliziramo ali podvržemo visoki stopnji razkuževanja ter izpiramo in polnimo s sterilno vodo;
- vlažilnike zraka polnimo s sterilno vodo;
- respiratorno opremo po razkuževanju izpiramo s sterilno vodo;
- redni odvzem vzorcev vode za preiskavo na *L. pneumophilla*.

4.4.2 Tehnična priporočila

Poleg splošnih priporočil je treba za optimalno delovanje sistemov za samodejno dezinfekcijo upoštevati tudi priporočila, ki se nanašajo na vzdrževanje sistema:

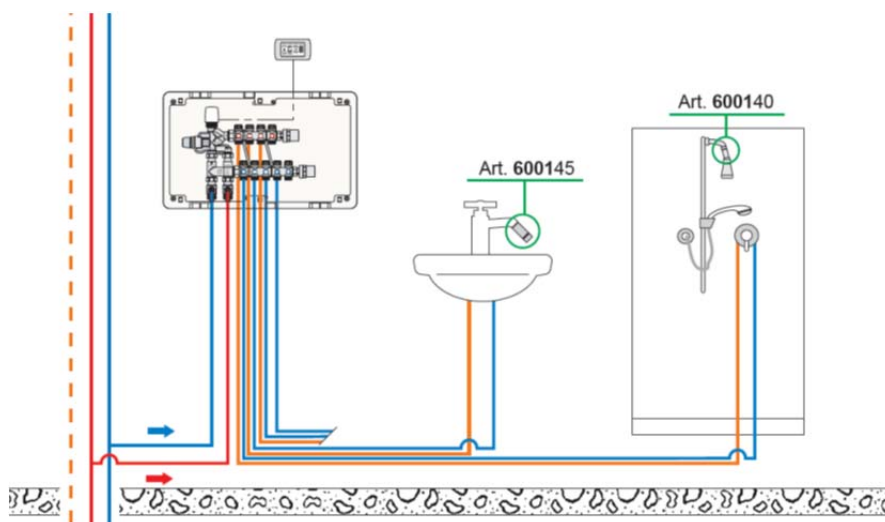
- Potrebna je periodična kontrola stanja raztezne posode. Za pravilno delovanje raztezne posode moramo v sistemu zagotavljati konstanten tlak. Vsaj enkrat letno jo je treba pregledati. Kontroliramo usklajenost tlakov, korozijo, prisotnost biofilma, lahko izvedemo tudi vzorčenje za mikroorganizme. Zaradi lažjega odvzemanja vzorcev se priporočajo raztezne posode z vgrajenim izpustom. Zaradi večje verjetnosti, da voda tu ne bo zastajala, se priporoča uporaba pretočne raztezne posode.
- Izločanje vodnega kamna je poleg kemijske sestave vode odvisno tudi od temperature vode. S segrevanjem vode se, v interni inštalaciji v vodi raztopljena kalcij in magnezij, izločita iz vode v obliki vodnega kamna. Vodni kamen je pogost spremljevalec biofilma. Z nalaganjem na stene cevi lahko v izjemnih primerih tudi zmanjša pretočnost cevi in s tem povzroči zastajanje vode. Če nalaganje kamna postane moteče, se priporoča ena od metod stabilizacije vode.
- Sanitarne mešalne armature morajo biti termostatske z možnostjo nastavitve pretoka vode s temperaturo višjo od nastavljene. Imeti morajo varnostni element, ki preprečuje prehod tople vode v hladno in obratno (slika 16).



Slika 15: Mešalni ventil brez možnosti obvoda

(Vir: Ultisolar Group. 2010)

Nameščanje mešalnih ventilov (pred sanitarnimi mešalnimi armaturami) brez obvodov ni priporočljivo (slika 15), saj če želimo z vročo vodo dezinficirati tudi izlivko, tega ne moremo storiti, ker nam mešalni ventil ne bo dovolil pretoka vode z višjo temperaturo od nastavljene.



Slika 16: Aplikativna shema glavnega mešalnega ventila z možnostjo obvoda za izvedbo termične dezinfekcije

(Vir: Caleffi Hidrotermika 1a)

- V sistemu moramo v vse cirkulacijske vode (ob modularni termostatski obtočni ventil MTCV) vgraditi protipovratni ventil, sicer se nam v nekaterih primerih lahko zgodi, da se voda začne pomikati v nasprotni strani. Protipovratni ventil omogoča pretok samo v eno

smer. Povratni tok se pojavi, če se na nekem delu inštalacije pojavi podtlak. Povratni tok je lahko po opravljeni termalni dezinfekciji znova vir kontaminacije sistema;

- Pri polnitvi novih sistemov ali sistemov po adaptacijah je treba paziti, da ne pride do zračnih žepov, oziroma instalacijo opremiti tako, da je mogoče vsak cirkulacijski vod odzračiti;
- Zaradi povišane temperature v sistemu se lahko zgodi, da se na delih, kjer sta napeljava za toplo in hladno vodo preblizu, povzroči segrevanje mrzle vode, ki v takih razmerah lahko postane ugodno okolje za razmnoževanje legionele. Zato moramo v teh primerih cevi dodatno izolirati. Pri novih objektih, ki jih nameravamo opremiti s takim sistemom, je treba predvideti večje razdalje med vodi in zadostno izolacijo;
- Zasnova notranje inštalacije – razrast legionele se najhitreje pojavi v odsekih, ki nima frekventne porabe, kjer voda zastaja in kjer so odseki z mlačno vodo. Bolj so dovzetni tudi odseki s slepimi konci, cevmi za zalivanje, nastavki za prhanje, izlivke, hranilniki vode in rezervoarji. Pri morebitnih novih adaptacijah sistema je treba predvideti, da so cevi do porabnikov čim krajše (čim krajši odcepi od dvižnih vodov) in redno v uporabi. Cevi je treba dimenzionirati glede na velikost stavb in pretok mora biti nastavljen glede na porabo v objektu;
- Material vodovodne napeljave – gumijasta tesnila in podobne priprave - dajejo zavetje bakterijam. Tudi drugi materiali na organski osnovi lahko ustvarijo ugodne razmere za razrast legionele. Razrast legionele je najuspešnejša na stiku med cevmi, kjer so prisotni blatni depoziti ali nastane biofilm.

4.5 Smernice za vzpostavitev sistema za zatiranje legionele v objektu, kjer se izvaja zdravstvena dejavnost

Za uspešno reševanje problema legionele v interni vodovodni napeljavi se ga je treba lotiti celostno. Za najboljši učinek bi morali sodelovati strokovnjaki s področja zdravstva – bolnišničnih okužb, vodarstva, strojništva in ekonomije. Še zlasti bi to morali upoštevati pri zasnovi novih zgradb za zdravstveno dejavnost, saj se s premišljeno zasnovo zgradbe in vodovodnega sistema lahko izognemo poznejšim težavam z legionelo.

Za lažje odločanje je treba poznati nekaj dejstev o obravnavanem objektu, ki jih zberemo v več korakih. V diplomski nalogi smo nekaj teh korakov prikazali za potrebe opredelitve do problema na Kliniki Golnik. Priporočeni koraki so:

4.5.1 Evidentiranje problema

Odgovoriti si moramo na dve bistveni vprašanji: ali gre za novogradnjo ali adaptacijo in zakaj smo se lotili tega problema (ponavljajoči se pozitivni rezultati vzorčenj, izbruh bolezni, večje okvare sistema za STV, preventiva, predvidena splošna sanacija objekta, problem na topli/hladni vodi). Zavedati se moramo, da je odstranjevanje legionele iz obstoječega sistema težko. Priporočljivo je, da se ob zasnovi novega objekta tej temi posveti dovolj pozornosti, saj tako lahko zmanjšamo stroške delovanja in zagotovimo varno uporabo objekta. Vgradnja sistemov za zatiranje legionele in izvajanje drugih izboljšav na sistemu za STV v obstoječih objektih je lažje izvedljivo ob drugih sanacijah ali adaptacijah objektov, kot če jih izvajamo samostojno.

4.5.2 Zahtevana stopnja varnosti

Ob evidentiranju problema moramo ugotoviti kakšne so zahteve za stopnjo varnosti. Vedeti moramo, kakšni dejavnosti bo/je objekt namenjen in kakšna populacija se v njem zadržuje.

4.5.3 Analiza javnega vodovodnega sistema

Za učinkovito reševanje problema v internem vodovodnem sistemu moramo vedeti, kaj vanj priteče prek javnega vodovoda. Priporočljivo je poznati vsaj vrsto vira in način priprave pitne vode. Pri tem se moramo zavedati, da legionela ni edina »grožnja«, ki jo lahko dobimo z vodovodno vodo. Zato je dobro poznati tudi druge karakteristike vode iz javnega vodovoda, na katerega se priključuje objekt.

4.5.4 Podatki o objektu

V tem koraku moramo poiskati podatke o legi in arhitektonski zasnovi objekta. Tu je seveda pomembno, ali gre za adaptacijo ali novogradnjo. Pri novogradnji so nam ti podatki na voljo, pri adaptaciji pa je velikokrat treba narediti posnetke obstoječega stanja. Ti podatki vplivajo na zasnovo internega vodovodnega omrežja. V fazi zasnove objekta mora pri razporeditvi programa v objektu sodelovati tudi inženir, ki bo odgovoren za zagotavljanje čiste pitne vode v objektu.

Pri obstoječih objektih je poleg prvotnih načrtov pomembno zbrati dokumentacijo o adaptacijah in dozidavah. To je glavni vir podatkov o poteku inštalacij vodovodnega sistema. Obenem moramo tudi ugotoviti, kako se uporablja in vzdržuje celoten objekt.

4.5.5 Poznavanje zasnove in delovanja internega vodovoda (hladna in topla voda)

Ko zberemo in analiziramo podatke o celotnem objektu, moramo zbrati in analizirati še podatke o zasnovi in delovanju internega vodovoda. Tu nas zanima sistem za hladno vodo in sistem za toplo vodo, saj do problemov z legionelo lahko prihaja v inštalaciji s toplo ali

hladno vodo. Zbrati je treba kar največ podatkov in dokumentacije o zasnovi vodovodnega sistema. Kot za arhitektonsko zasnovu velja tudi tu, da moramo poznati prvotno zasnovo in imeti čim več podatkov o adaptacijah.

Pri novogradnjah je v tem koraku treba zasnovati sistem v skladu z dobro inženirsko prakso. Sistem moramo dimenzionirati glede na porabo v objektu in zasnovati čim bolj smiselno. Povezave naj bodo kratke, slepih koncev naj ne bo, predvidi naj se sistem za zatiranje legionele.

Pri obstoječih objektih je nujno evidentirati tudi tiste odcepe sistemov, katerih potek ni znan. Z uporabniki objekta poiščemo odcepe, na katerih se pojavlja zastajanje vode, kjer ne voda nima zahtevane temperature, ki so zelo dolgi ali je povišana koncentracija legionel. Priporočljivo je vedeti kakšna je poraba vode v posameznih delih leta ter kakšni materiali so vgrajeni v sistem, kakšen je temperaturni režim, regulacijo sistemov in pripravo tople vode.

4.5.6 Obstoječi sistemi za zatiranje legionele

Pri obstoječih objektih evidentiramo sistem za zatiranje legionele. Na podlagi vzorčenj ugotovimo uspešnost njegovega delovanja ter z uporabniki ocenimo prednosti in pomanjkljivosti pri delovanju sistema ter ocenimo stroške izvajanja zatiranja legionele.

4.5.7 Analiza opravljenih vzorčenj na legionelo

Analiza naj zajema čim daljše obdobje vzorčenja. Pregledati moramo, kje in kdaj so bili vzorci odvzeti, in presoditi, ali je bilo vzorčeno na najbolj kritičnih mestih v objektu. Pomembno je tudi vedeti ali so bili vzorci odvzeti po točenju vode ali so zajeti takoj po odprtju izlivnega mesta. Sicer so lahko rezultati lažno negativni. Če je prišlo kdaj do povišane koncentracije legionel, moramo analizirati ukrepe, ki so bili izvedeni po teh ugotovitvah in oceniti njihovo uspešnost. Priporočljivo je tudi ugotoviti katere serološke skupine bakterij iz rodu *Legionella* so najpogostejše.

4.5.8 Analiza primerov bolnišničnih okužb

Če je že kdaj v zgodovini prišlo do bolnišnične okužbe z legionelo, je priporočljivo analizirati zapisnike posameznih okužb in ugotoviti, kateri ukrepi so bili po tistem izvedeni. Zanima nas tudi najverjetnejši kraj okužbe, število pacientov, vir okužbe. Vir okužbe ni nujno neposredno voda iz vodovodnega sistema.

4.5.9 Pregled preventivnih in interventnih ukrepov proti legioneli

V tem koraku pregledamo in po potrebi dopolnimo vse protokole, ki jih ima zdravstvena ustanova pripravljene za zatiranje legionele. Imeti mora strategije preventivnega ukrepanja in

scenarije za interventno ukrepanje. Ti ukrepi so splošni in tehnični. Njihovo vsebino v več listinah priporočata Ministrstvo za zdravje in Inštitut za varovanje zdravja. Prav je, da jih dopolnimo z izsledki dobrih praks.

Pri novogradnjah se v tem koraku sestavijo protokoli za preventivno in interventno ukrepanje.

4.5.10 Izbor primernih metod dezinfekcije

Predvsem na podlagi evidentiranja problema in analize internega vodovodnega sistema lahko določimo najprimernejše metode za zatiranje legionele. Tu moramo biti pozorni na to, da je v nekaterih primerih treba pitno vodo v internem omrežju dezinficirati tudi zaradi drugih nevarnih dejavnikov. Zato mora biti izbor metode narejen tako, da z njim uničimo čim več mikroorganizmov, ki so lahko prisotni v vodi iz določenega vira. Enako velja za novogradnje.

Pri tem moramo upoštevati, da je za uspešno delovanje vseh sistemov za zatiranje legionele treba zagotoviti, da je sistem brez odcepov, kjer zastaja voda, slepih koncev in ima kar najmanj iztočnih mest, ki se ne uporabljajo pogosto. Če smo evidentirali tudi kakšne druge težave v sistemu, jih je treba pred namestitvijo sistema za zatiranje legionele odpraviti.

4.5.11 Ocena stroškov investicije in vzdrževanja

Na podlagi izbranega sistema za zatiranje legionele lahko naredimo oceno stroškov investicije in vzdrževanja. Za čim točnejši izračun te ocene potrebujemo kar se da točne vhodne podatke. Če vseh podatkov nismo uspeli zbrati, je prav, da to v komentarju izračunov povemo, saj bo to eden od temeljev, na podlagi katerih se bo investitor odločal za naložbo v sistem za zatiranje legionele ali ne.

4.5.12 Analiza zdravstvenega tveganja in ekonomska analiza

Zadnji korak je analiza dobljenih rezultatov. Priporočeno je narediti analizo zdravstvenega tveganja, če se sistem za zatiranje legionele vgradi/modernizira ali ne. Poleg tega moramo narediti tudi ekonomsko analizo investicije. Če imamo dovolj podatkov, lahko izračunamo tudi povratno dobo investicije, če lahko ocenimo, koliko se nam bodo stroški zmanjšali ob uporabi nove tehnologije v primerjavi z obstoječo. Pomembno je, da sisteme gledamo celostno in upoštevamo tudi druge prednosti ali slabosti, ki jih z njihovo vgradnjo vnesemo v sistem.

Če naredimo analize dovolj natančno, so lahko dober pripomoček investitorju pri odločitvi za ali proti vzpostavitvi sistema za zatiranje legionele.

4.5.13 Vodno varstveni načrt

Svetovna zdravstvena organizacija (WHO) priporoča izdelavo vodno varstvenega načrta za zagotavljanje kvalitetne pitne vode. Ta je podlaga za doseganje kakovosti vode v vseh parametrih, ne le bakterioloških. Vodno varstveni načrt je najučinkovitejša rešitev za zagotavljanje zdravju neškodljive pitne vode. Ta načrt vsebuje varovala iz standardov in zakonskih normativov in VVN temelji na celoviti oceni tveganja ter pristopu k obvladovanju tveganja v vsej verigi od zajetja vode do porabnika. (Melada S., 2010 in Lenassi M., 2012)

4.6 Diskusija

Na podlagi letnega poročila o kakovosti pitne vode za vodovodne sisteme v upravljanju Komunale Kranj leta 2012 lahko ugotovimo, da voda iz javnega vodovodnega sistema na odjemna mesta (objekti Klinike Golnik imajo več odjemnih mest) pride po točkovni obdelavi z UV svetlobo brez reziduala.

Po pregledu stanja v Kliniki Golnik lahko sklenemo, da Klinika Golnik za zatiranje legionele uporablja klasično metodo termične dezinfekcije, ki se je v zadnjih osmih letih izkazala za uspešno.

Skupni strošek izvedbe termične dezinfekcije po klasični metodi je bil ocenjen na 423,95 EUR. Ob tem moramo upoštevati trende, da cena energentov raste in da se zvišuje tudi strošek dela. Poleg tega ima ta metoda verjetno tudi višji ogljični odtis.

Ker objekt nima stalnega mehanizma za zatiranje legionele in ob upoštevanju dejstev, da vodovodna voda, ki prihaja v objekt, ni dodatno zaščitena vsaj z minimalnim rezidualom dezinfekcijskega sredstva in da ni izdelanih načrtov obstoječega stanja napeljave za vse prostore (potek tudi ni znan), obstaja tveganje za nenadzorovan razrast legionele. Tveganje pred okužbo zmanjšujejo dejstva, da se redno opravlja vzorčenje, da je temperatura pri normalnem delovanju sistema vsaj 60 °C, da zadnjih 10 let ni bilo primera legioneloze, da so postavljeni varnostni mehanizmi s strani KOBO in da se opravljajo redna izpiranja sistema (preventivno in po potrebi) ter preventivno dnevno zvišanje temperature v hranilniku/grelniku. Ocenimo torej lahko, da tveganje za razrast legionele obstaja, vendar ni veliko. Ker v danem primeru klasičen način termične dezinfekcije deluje, lahko z veliko gotovostjo rečemo, da bi pogostejše samodejno pregrevanje povišalo varnost v objektu. Vendar bi na nekaterih odcepih, ki se ne zaključujejo v cirkulacijo (torej se zaključujejo slepo z izlivko - pipo), še vedno morali izvajati preventivno izpiranje cevi.

Osnova za odločanje o naslednjih korakih je izdelava posnetkov izvedenega stanja na oddelkih, kjer tega še nismo storili. Iz tega bo razvidno, ali bi bilo treba v objektu pred vgradnjo sistema za samodejno dezinfekcijo izvesti sanacijo sistema, s katero bi odstranili slepe konce, manj pretočne dele, dodali izolacijo cevi in izvedli morebitno zamenjavo neustreznih cevi ali drugih delov sistema. Sanacija se morda lahko navezuje tudi na že načrtovane prenove nekaterih delov stavbe.

Ocenili smo investicijo, če predhodna sanacija sistema zaradi njegove neustreznosti ni potrebna. Investicija je bila ocenjena na 45.683,39 EUR. Ocena je bila narejena na podlagi podatkov, ki so nam bili na voljo. Če bi se investitor odločal za tovrstno investicijo, bi bilo treba natančno analizirati trenutne in predvidene energetske izgube ob sanaciji sistema. Cene izdelovanja dokumentacije in cene izvedbe zelo nihajo, zato lahko najbolj realne ocene vrednosti investicije pokaže razpis za izvajalce del.

Če je ocenjen strošek investicije 45.683,39 EUR bi pregrevanje in izpiranje po klasični metodi (v nespremenjenih razmerah) lahko izvedli približno 107 krat.

5. ZAKLJUČEK

V diplomskem delu smo dosegli osnovne namene, postavljene na začetku.

Pri ugotavljanju primernosti termične dezinfekcije kot metode za sekundarno dezinfekcijo pitne vode v objektu za zdravstveno dejavnost, smo ugotovili, da je termična dezinfekcija za tovrstne objekte lahko primerna metoda. To smo dokazali na primeru Klinike Golnik za zadnjih osem let. Vendar sama termična dezinfekcija ne zadostuje za zagotavljanje varnosti. Veliko časa in napora je vzelo raziskovanje poteka in delovanja obstoječega internega vodovodnega sistema.

Naredili smo primerjavo med klasično metodo pregrevanja in izpiranja ter modificirano metodo za samodejno termično dezinfekcijo. Ugotovili smo, da je klasična metoda časovno, energetsko in materialno potratna, delovno intenzivna in zato draga. Prednost te metode je, da za izvedbo ne potrebujemo dodatne opreme. V primerjavi s klasično metodo je investicija v opremo za modificirano metodo za samodejno termično dezinfekcijo visoka. Vendar ta sistem poleg samodejne dezinfekcije tudi zmanjša energetske izgube pri normalni uporabi. Žal nam ni uspelo pridobiti podatkov iz primerov vgradnje takega sistema v objekt, v katerem se izvaja zdravstvena dejavnost. Sicer pa težko potegnemo vzporednico med dvema različnima objektoma, saj so pogoji za delovanje tega sistema v vsakem objektu specifični in jih ni mogoče splošno opisati. V prihodnje bi bilo zanimivo narediti pilotski primer bolnišnice, ki bi dejansko vgradila tak sistem in nato spremljati rezultate in ugotavljati zanesljivost delovanja.

Zanimivo bi bilo tudi natančneje raziskati vpliv vgradnje sistema za samodejno dezinfekcijo na energetsko bilanco v sistemu in iz tega izračunati povratno dobo investicije.

Na koncu naloge smo opisali tudi priporočila, ki se lahko uporabijo kot smernice za vzpostavitev sistema za zatiranje legionele v objektu, kjer se izvaja zdravstvena dejavnost. Smernice smo sestavili empirično glede na potrebe iskanja podatkov za sestavo diplomske naloge. Smernice so lahko oporne točke inženirjem, ki se ukvarjajo z zagotavljanjem pitne vode v tovrstnih objektih.

Pomembno se je zavedati, da vodovodni sistem za toplo vodo ni edini mogoči vir legionele v objektih za izvajanje zdravstvene dejavnosti. V teh objektih je mogoča tudi okužba prek mrzle vode, pri uporabi ogrevanih masažnih bazenov, prek prezračevalnih in vlažilnih sistemov, zaradi nepremišljene postavitve hladilnih stolpov v bližini teh objektov, v

zobozdravstvu (vrtalni stroji, voda za izplakovanje, ki tvori fin aerosol) in respiratorni terapiji (oprema za izvajanje respiratorne terapije).

Voda je osnovna dobrina, ki jo potrebuje vsako živo bitje. Prav zato je bistvena naloga zdravstvene hidrotehnike, da zagotavlja čisto vodo v zadostnih količinah vsem porabnikom. Ker se lahko z vodo prenašajo tudi bolezni, je, predvsem v zdravstvenih ustanovah, zagotavljanje zdrave pitne vode posebej pomembno. Pri odločanju za vzpostavitev sistema za zatiranje legionele je treba dobro poznati zasnovo vodooskrbnega sistema, način njegovega delovanja, zahteve po kakovosti vode ter ekonomske zmožnosti investitorja in upravljavca sistema.

VIRI

American Society of Heating, Refrigerating and Air – Conditioning Engineers, Inc. 2000.
ASHRE guideline 12 – 2000, ASHRAE Standard. Atlanta, ASHRAE Inc.: 15 str

Caleffi Hidrotermika 1a. 2011. Elektronski mešalni ventil s termično dezinfekcijo –
tehnična navodila.

http://www.caleffi.si/caleffi/sl_SI/Site/Products/Product_guides/index.sdo (Pridobljeno
05. 12. 2012.)

Caleffi Hidrotermika 1b. 2012. Elektronski mešalni ventil s termično dezinfekcijo -
navodila za montažo in zagon.

http://www.caleffi.si/caleffi/sl_SI/Site/Products/Product_guides/index.sdo (Pridobljeno
05. 12. 2012.)

Caleffi Hidrotermika 1c. 2012. Legioflow grupa za distribucijo sanitarne vode – letak.

http://www.caleffi.si/caleffi/sl_SI/Site/Products/Product_guides/index.sdo (Pridobljeno
05. 12. 2012.)

Chen et al. 2005. Abbreviated duration of superheat and – flush and disinfection of taps
for Legionella disinfection: Lessons learned from failure, AJIC 33, 10: 606-610.

Danfoss 1a. 2013. Cenik ogrevalne tehnike 2013.

[http://ogrevanje.danfoss.com/xxNewsx/fc466f7d-9682-489d-beab-
cf569c878cd0_CNP1.html](http://ogrevanje.danfoss.com/xxNewsx/fc466f7d-9682-489d-beab-cf569c878cd0_CNP1.html) (Pridobljeno 20. 05. 2013.)

Danfoss 1b. 2012. Disinfection Process Control & Temperature Registration Type: CCR 2
Control - Tehnični list VD.57.U4.02. Danfoss. str: 12.

Danfoss 1c. 2010. Modularni termostatski obtočni ventil MTCV- Tehnični list
VD.57.Y6.36. Danfoss. str: 12.

Delovna skupina pri MZ. 2009. Strokovne podlage in smernice za obvladovanje in
preprečevanje okužb, ki so povezane z zdravstvom oziroma zdravstveno oskrbo.

[http://www.mz.gov.si/si/delovna_podrocja/zdravstveno_varstvo/razvoj_sistema_zdravstve
nega_varstva/nacionalna_komisija_za_obvladovanje_bolnisnicnih_okuzb/strokovnjaki/](http://www.mz.gov.si/si/delovna_podrocja/zdravstveno_varstvo/razvoj_sistema_zdravstve_nega_varstva/nacionalna_komisija_za_obvladovanje_bolnisnicnih_okuzb/strokovnjaki/)
(Pridobljeno 15. 08. 2011.)

DH / FP & O/ Gateway Review Estates & Facilities. 2009. Independent Review of evidence regarding selection of techniques for the suppression of Legionella in water supplies of hospitals and other healthcare premises – Suppression of Legionella in hospital watersupplies. <http://www.beama.org.uk> (Pridobljeno 17. 05. 2013.)

Drev, D. et. al. 2010. Dezinfekcija in odstranjevanje biofilma v notranjih inštalacijah za hladno in ogreto vodo v objektih s povečanim tveganjem za nastanek okužb z legionelo. http://www.sdzv-drustvo.si/si/vodni_dnevi/2010/referati/06-Darko-Drev.pdf (Pridobljeno 20. 10. 2011.)

Ensvet energetska svetovanje Nova Gorica. 2013. Primerjava cen energentov 2013. http://www2.arnes.si/~mlicen3/html/cene_energentov.html (Pridobljeno 15. 05. 2013.)

Groothuis, D.G., Veenendaal, H.R. in Dijkstra, H.L., 1985. Influence of temperature on the number of Legionella phenumophila in hot water system, *Jurnal of Applied bacteriology*. 59: 529 – 536.

Hojs, A., Petrovič, A., Furlan, N. Preprečevanje legioneloz v javnih objektih. www.mz.gov.si/fileadmin/mz.../LEGIONELE_IVZ_dolga.doc (Pridobljeno 10.08.2011.)

Hrubá, L. 2009. The colonization of hot water system by legionella. *Ann Agric Environ Med*. 16: 115–119.

iObčina - spletni geografski informacijski sistem – GIS. 2013. <http://gis.iobcina.si/gisapp/Default.aspx?a=Kranj> (Pridobljeno 10. 05. 2013)

IZS. 2012. Merila za vrednotenje inženirskih storitev - Preglednica izkustveno določenih vrednosti storitev za načrtovanje strojnih inštalacij in naprav. <http://www.izs.si/dobra-praksa/merila-za-vrednotenje-inzenirskih-storitev/> (Pridobljeno 15. 05. 2013.)

Jedrzejewski, M. 1a. 2006. MTCV_english_2006_full.ppt. Danfoss. Osebna komunikacija (03. 10. 2007.)

Jedrzejewski, M. 1b. 2004. Reference_MTCV_disinfection-1.ppt. Danfoss. Osebna komunikacija (05. 06. 2008)

Klinika Golnik – Higienik. 2012. Preprečevanje razmnoževanja legionel v internem vodovodnem omrežju bolnišnice Golnik – KOPA - SOP 508-V-001: 6/02.03.2012. Golnik. Klinika Golnik. str 7.

Klinika Golnik 1a. Bolnišnične okužbe (KOBO). <http://www.klinika-golnik.si/dejavnost-bolnisnice/klinicna-dejavnost/bolnisnicne-okuzbe.php> (Pridobljeno 05. 12. 2012.)

Klinika Golnik 1b. Zgodovina. <http://www.klinika-golnik.si/bolnisnica-golnik/zgodovina.php> (Pridobljeno 05. 12. 2012.)

Kocjančič, S. 2012. Klinika Golnik. Osebni kontakt (05.12.2012)

Komunala Kranj, javno podjetje, d.o.o. 2013. Cenik. http://www.komunala-kranj.si/index.php?option=com_content&task=view&id=235 (Pridobljeno 15. 05. 2013.)

Komunala Kranj, javno podjetje, d.o.o. 2013. Letno poročilo o kakovosti pitne vode za vodovodne sisteme v upravljanju komunale Kranj v letu 2012. <http://www.komunala-kranj.si/images/stories/letnoporocilo2012.pdf> (Pridobljeno 08. 05. 2013.)

Labudović, B., Zaviršek, J. 2003. Osnove tehnike inštalacij vode in plina. Ljubljana, Energetika marketing. str: 187- 189

Lenassi, M., Podboršek, A. 2012. Predstavitev znanih tehničnih možnosti zmanjšanja širjenja legionele v prezračevalno - klimatskih in vodovodnih sistemih. http://www.izs.si/fileadmin/dokumenti/publikacije-IZS/Prirocniki_IZS/Priroc__nik_Legionela_final_web.pdf. IZS. (Pridobljeno 16. 05. 2013.)

Melada, S. 2010. Legionella control in water: new strategies and cutting – edge technologies. http://www.sdzv-drustvo.si/si/vodni_dnevi/2010/referati/01-Stefano-Melada.pdf (Pridobljeno 15. 02. 2011.)

Pogačar, M. 2013. Danfoss d.o.o. Osebna komunikacija. (03. 05. 2013)

Pretnar, G. 2012. ZZV Koper. Osebna komunikacija. (18. 10. 2012)

Recknagel, Hermann, Sprenger, Eberhard, Schramek, Ernst-Rudolf. 2002. Grejanje i klimatizacija: sa pripremom tople vode i rashladnom tehnikom. Vrnjačka Banja: Interklima, str: 1724-1725

Sočan, M. Ukrepi ob pojavu legionarske bolezni v bolnišnicah (sekundarna prevencija). CNB, IVZ, Zavod za zdravstveno varstvo Ljubljana.
http://www.ivz.si/?ni=147&pi=5&_5_Filename=1673.pdf&_5_MediaId=1673&_5_AutoResize=false&pl=147-5.3 (Pridobljeno 10. 08. 2011.)

Tomič, V. 2012. Klinika Golnik. Osebna komunikacija (10. 10. 2012)

Vrhovec, Š. 2012. Analiza metod za preprečevanje okužb z bakterijami iz rodu Legionella v večjih objektih namenjenim zdravstveni dejavnosti. Seminarska naloga. Ljubljana, UL FGG. Samozaložba Vrhovec Š. str: 47

World Health Organization. 2007. Legionella and the prevention of legionellosis. World Health Organization, Geneva. str: 252.

Yu-sen E. Lin et al. 1998. Legionella in water distribution systems, Journal AWWA. 90, 9: 147 – 159

Yu-sen E. Lin et al. 1998. Disinfection of Water Distribution Systems for Legionella, Semin. respir. infect., 13, 2: 147–159

Ultisolar Group. 2010

<http://www.ultisolar.com/catalog.asp?tags=thermostatic%20mixing%20valve> (Pridobljeno 10. 05. 2013.)

PRILOGE

Priloga A.1:

Prikaz poteka obstoječih inštalacij in mest vgradnje MTCV ventilov na intenzivnem oddelku
Klinike Golnik

