

Opstilling af forsøgsprotokol til vurdering af mikrobiel vækst i forbindelse med VA-godkendelse af større vandbehandlingsanlæg

Birgit Dalsgaard

Eurofins Danmark A/S

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling.

Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter.

Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Indhold

INDHOLD	3
FORORD	5
SAMMENFATNING OG KONKLUSIONER	7
SUMMARY AND CONCLUSIONS	9
1 BAGGRUND	11
1.1 LABORATORIER	11
1.2 VANDBEHANDLINGSANLÆG	11
1.3 ANLÆG OMFATTET AF FORSØGSPROTOKOLLEN	11
1.4 KOLDTVANDSPROTOKOL OG VARMTVANDSPROTOKOL	11
1.5 ANLÆGGENES EVENTUELLE REDUKTION AF MIKROORGANISMER	12
1.6 ACCEPTGRÆNSER	12
1.6.1 <i>Udenlandske acceptgrænser</i>	12
1.6.2 <i>Danske acceptgrænser</i>	13
1.7 ÆNDRINGER OG MODIFIKATIONER	14
1.8 EKSISTERENDE DOKUMENTATION	14
2 INTRODUKTION TIL PROTOKOL	15
3 TEST BETINGELSER	16
3.1 VANDTEMPERATUR	16
3.1.1 <i>Koldt vand</i>	16
3.1.2 <i>Varmt vand</i>	16
3.2 RUM TEMPERATUR	16
3.3 VANDTRYK	16
3.4 VANDMÆNGDE	16
3.5 VANDKVALITET I TESTINSTALLATIONEN	16
4 INSTALLATION	17
4.1 TESTOPSTILLINGEN	17
4.2 INDLEDENDE MEKANISK TEST	17
5 PRAKTISK UDFØRELSE	18
5.1 FORSØGSPERIODE	18
5.2 GENNEMSKYLNING	19
5.3 PODNING	19
5.4 PRØVETAGNING	19
5.5 ANALYSER	20
5.6 LOGBOG	20
6 TESTVAND	21
6.1 FREMSTILLING AF TESTVAND TIL KOLDTVANDSANLÆG	21
6.2 FREMSTILLING AF TESTVAND TIL VARMTVANDSANLÆG	21

7	PODNING AF ANLÆG	23
8	PRØVETAGNING	24
8.1	PRØVETAGNING PÅ DAGEN FOR PODNING	24
8.2	PRØVETAGNING UNDER FORLØBET	25
9	ANALYSER	26
9.1	TESTVAND	26
9.2	KOLDTVANDSPRØVER	26
9.3	VARMTVANDSPRØVER	26
10	ACCEPTKRITERIER	27
10.1	FLORAVURDERING	28
11	AFRAPPORTERING	29
11.1	KVALITETSSIKRING	29
11.2	VURDERING	29
12	PRAKTISK AFPRØVNING AF PROTOKOL	30
12.1	UDVÆLGELSE AF ANLÆG	30
12.2	INSTALLATION	30
12.3	LOGBØGER	30
12.4	AFPRØVNING AF PODEPROCEDURE	30
12.5	AFPRØVNING AF ANLÆG	31
12.5.1	<i>Resultater fra koldtvandsanlæg</i>	31
12.5.2	<i>Resultater fra varmtvandsanlæg</i>	32
13	DISKUSSION	33
14	LITTERATURLISTE	35

Forord

Som en del af det samlede testprogram (1) forud for en VA-godkendelse af vandbehandlingsanlæg til montering i private husinstallationer er der i denne rapport specificeret en protokol til den mikrobiologiske afprøvning af disse anlæg.

Forarbejdet til denne protokol er udført i projektet ”Opstilling af forsøgsprotokol til vurdering af mikrobiel vækst i forbindelse med VA-godkendelse af vandbehandlingsanlæg”. Projektet er udført af Eurofins Danmark A/S for Miljøstyrelsen.

Projektarbejdet har omfattet opstilling af testprotokol, afprøvning af protokol på udvalgte anlæg, en afrapportering af afprøvningens resultater samt en anbefaling til hvordan en endelig protokol kan se ud. Der er i projektet udarbejdet en protokol for anlæg beregnet til installation på en koldtvandsforsyning samt en protokol til brug for anlæg der skal installeres på en varmtvandsforsyning.

Rapporten er opbygget således, at de første kapitler indeholder forsøgsprotokollen, som den fremadrettet foreslås opbygget, mens der i afsnit 12 findes en gennemgang af den praktiske afprøvning, der er udført i forsøget samt en opsamling af de erfaringer, der er høstet under det praktiske arbejde.

Til afprøvningen har Eurofins Danmark fra Miljøstyrelsen modtaget forslag til mulige anlægsleverandører, der repræsenterer de teknologier der for tiden ønskes introduceret på markedet. Der er inden for projektet afprøvet tre anlæg beregnet til installation på koldtvandsforsyningen og ét anlæg beregnet til installation på varmtvandsinstallationen.

Vi vil hermed sige tak til de leverandører, der velvilligt har stillet deres anlæg til rådighed for afprøvningen.

Sammenfatning og konklusioner

Denne rapport indeholder en detaljeret protokol for mikrobiologisk afprøvning af vandbehandlingsanlæg, der ønskes VA-godkendt til markedsintroduktion på det danske marked til brug i private boliger.

Formålet med en mikrobiologisk afprøvning er at tilvejebringe dokumentation for, at et vandbehandlingsanlæg ved tilsigtet brug ikke kan forårsage mikrobiel vækst i anlægget og dermed påvirke den mikrobiologiske kvalitet af det behandlede vand.

Der er opstillet en protokol for anlæg, der ønskes opsat i koldtvandsinstallationer til fjernelse af uønskede stoffer og/eller smag og lugt samt en protokol, til brug for anlæg, der ønskes introduceret i varmtvandsinstallationer til fjernelse af Legionella. Protokollen for koldtvandsanlæg skal endvidere benyttes for drikkevandskølere.

Som udgangspunkt skal ovenstående anlæg gennemgå en 6 ugers mikrobiologisk afprøvning, som omfatter podning med en opkoncentreret blanding af de bakterier, der findes i ledningsvandet i testinstallationen, og løbende prøvetagning samt for varmtvandsanlægs vedkommende ligeledes en podning med Legionella bakterier. I hele testperioden simuleres normalt forbrug på anlæggene omfattende flere daglige aftapninger på hverdage samt henstand over en kortere periode i weekenderne.

Protokollen er afprøvet i praksis på 3 koldtvandsanlæg samt 1 varmtvandsanlæg og har vist, at protokollen, inden for de teknologier der i dag anvendes til vandbehandling, er tilstrækkelig fleksibel og samtidig tilstrækkelig robust til formålet. Protokollen er samtidig opstillet med det sigte, at den skal kunne implementeres på et akkrediteret mikrobiologisk laboratorium.

Som acceptkriterier er lagt, at der ved introduktion af et vandbehandlingsanlæg kan accepteres, at det aerobe kimtal er lettere forøget, dog maksimalt 5 gange højere i det behandlede drikkevand eller varme brugsvand. Disse kriterier ligger på linie med kriterier fastlagt af internationale institutioner, herunder NSF og DWI.

Endvidere kræves, at der ikke sker en selektering af mikroorganismer i de pågældende anlæg under tilsigtet brug. Derfor er der opstillet krav om, at kimtallet ved 37 grader ikke stiger gradvist og systematisk i de 6 uger, samt at der ikke er tegn på udvikling af en bakterienkultur i anlægget i koldtvandsanlæg.

For varmtvandsanlæg skal der kunne påvises en reduktion af de Legionella bakterier, som anlægget podes med.

Summary and conclusions

This report includes a detailed protocol on the microbiological testing of water treatment units for which VA godkendelse¹ is required prior to introduction to the Danish market of private housing.

The objective of a microbiological test is to document that when used for its purpose, a water treatment unit does not cause microbial growth in the unit and thereby affect the microbiological quality of the treated water.

A protocol is designed for cold water units for removal of undesirable matter and/or taste and smell and a protocol is designed for hot water units for removal of *Legionella*. The protocol for cold water units must furthermore be used for drinking water coolers.

As a starting point the above units will be tested microbiologically for 6 weeks, including inoculation of a cultivated mixture of the bacteria present in the tap water of the installation tested, and regular sampling. The test of the hot water units will furthermore include inoculation with *Legionella* bacteria. During the entire test period normal consumption will be simulated at the unit including tapping several times a day on working days, and the plants being left idle for short periods of time during weekends.

The protocol, which has been tested in practice on 3 separate cold water units and 1 hot water unit, has shown that with the technologies used for water treatment today it is sufficiently flexible and at the same time robust enough for the purpose. The protocol has also been designed for implementation on an accredited microbiological laboratory.

As an acceptance criterion slightly increased numbers of aerobic count are acceptable at the introduction of a water treatment unit, however, max. 5 times higher in the treated drinking water or domestic hot water. This criterion is in line with criteria laid down by international institutions, including NSF and DWI. As another criterion no selection of microorganisms should occur in the units in question when they are used for their purpose. It is therefore a requirement that the CFU at 37 degrees centigrade does not gradually or systematically increase for the 6 weeks of testing, and that there are no signs of any development of a bacterial culture in the cold water units.

In hot water units a reduction of the *Legionella* bacteria inoculated must be detected.

¹ VA godkendelse = approval of Water and Sewage system by Danish authorities.

1 Baggrund

Denne rapport danner grundlag for en præcisering af en forsøgsprotokol, der skal anvendes ved vurdering af den indflydelse, som et vandbehandlingsanlæg kan have på den mikrobiologiske kvalitet af drikkevandet eller det varme brugsvand i husinstallationer. Protokollen er en del af det samlede testprogram til VA-godkendelse af vandbehandlingsanlæg til brug i husinstallationer, hvor 1. udgave fremgår af Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 6, 2004 (1).

Formålet er at opstille og afprøve en forsøgsprotokol, der kan benyttes til alle vandbehandlingsanlæg eller udstyr, der ønskes introduceret på det danske marked til brug i private boliger. Protokollen skal tilvejebringe den dokumentation, der er nødvendig for en vurdering af et vandbehandlingsanlægs indvirkning på den mikrobiologiske kvalitet af det behandlede vand.

1.1 Laboratorier

Det praktiske forsøgsarbejde i forbindelse med en mikrobiologisk prøvning af et vandbehandlingsanlæg skal udføres af et uvildigt laboratorium, der råder over det nødvendige udstyr og personale, som er akkrediteret til prøvetagning og udførelse af de mikrobiologiske miljøanalyser.

1.2 Vandbehandlingsanlæg

Ved vandbehandlingsanlæg forstås, anlæg der er beregnet til behandling af drikkevand med henblik på fjernelse af uønskede stoffer og/eller smags- og lugtgener i vandet.

Omfattet er endvidere drikkevandskølere og behandlingsanlæg til fjernelse af *Legionella* i varmt brugsvand (1).

1.3 Anlæg omfattet af forsøgsprotokollen

Protokollen skal omfatte alle typer anlæg til husinstallationer, uanset om anlægget er beregnet til behandlingen af vand ved indgang til ejendommen (centralt system), eller om anlægget er beregnet til behandling af vand umiddelbart før aftapning. Udstyr og anlæg til vandbehandling af aftappet vand er ikke omfattet af reglerne for VA-godkendelse.

1.4 Koldtvandsprotokol og varmtvandsprotokol

Da der er stor forskel på den acceptable mikrobiologiske kvalitet af koldt drikkevand og varmt brugsvand i husinstallationerne, er protokollen opdelt i en del, der beskriver forsøgsbetingelserne for anlæg beregnet til koldtvandsinstallationer, og en del, der beskriver forsøgsbetingelserne for et varmtvandsanlæg.

Såfremt et udstyr er beregnet til brug i begge installationer, skal begge protokoller gennemføres forud for godkendelsen.

I varmtvandsprotokollen vil der ud over de generelle mikrobiologiske analyser også blive podet med/analyseret for *Legionella*.

1.5 Anlæggenes eventuelle reduktion af mikroorganismer

Den opstillede protokol er ikke udarbejdet med henblik på at dokumentere en eventuel reduktion af mikroorganismer ved brug af det pågældende vandbehandlingsanlæg. Protokollen er udelukkende beregnet på at belyse, om et anlæg kan have en negativ effekt i form af mikrobiel vækst og dermed påvirker det behandlede drikkevands mikrobiologiske kvalitet. Resultaterne tilvejebragt i henhold til denne protokol skal udelukkende benyttes til VA-godkendelsen forud for en introduktion af det pågældende anlæg på det danske marked. Protokollen kan beskrives som en bakteriostatisk test.

Det vil ikke være muligt at benytte de resultater, der opnås ifølge den opstillede protokol, til anprisning af et anlægs eventuelle reduktion af mikroorganismer i markedsføringsøjemed.

Der eksisterer udenlandske protokoller, som tester et systems reducerende effekt på mikroorganismer (performance test) for eksempel NSF/DWI (3, 4, 5). Disse protokoller evaluerer for eksempel UV anlæg samt anlæg, der bygger på princippet om omvendt osmose. Lignende protokoller er ikke udarbejdet af danske myndigheder.

1.6 Acceptgrænser

Som udgangspunkt er det målsætningen, at et anlæg ikke kan godkendes, såfremt det kan påvises, at der sker vækst af mikroorganismer i anlægget ved normalt brug. Det vil sige, at protokollen skal afsløre, såfremt der i anlægget på nogen måde er forhold, som kan understøtte vækst af mikroorganismer.

For varmtvandsanlæg kræves det endvidere, at der ikke kan ske vækst af *Legionella* i systemet, og at anlæggene har den forventede effekt med henblik på reduktion af indholdet af *Legionella* i det behandlede vand.

1.6.1 Udenlandske acceptgrænser

I protokollerne udarbejdet af NSF/DWI for aktivt kulfiltre (3), keramiske filtre og patronfiltre (5) samt omvendt osmose enheder (4) specificerer de opstillede kriterier for mikrobiel vækst potentiale (bakteriostatisk effekt), at det er acceptabelt, såfremt det aerobe kimtal (TVC 22 °C) efter vandbehandlingen ikke overstiger 5 gange det aerobe kimtal i det indkommende vand. I vand fra henstandsprøver (stagnation) kan det accepteres, at kimtallet er op til 10 gange så højt som niveauet i det indkomne vand. Et tillægskriterium er, at der ikke sker en øgning i antallet af *Pseudomonas aeruginosa*. I disse protokoller arbejdes der også med en evaluering af systemerne ved podning med testvand.

1.6.2 Danske acceptgrænser

Der er i denne protokol lagt op til, at acceptgrænserne ligger op ad de grænser, der accepteres internationalt, bl.a. som nævnt ovenfor at en øgning i kimtal efter vandbehandling med op til 5 gange kan accepteres. Som yderligere kriterier er medtaget, at der ikke må ske en systematisk forskydning mod et højere 37 °C kimtal hen mod slutningen af testperioden, og at den mikrobiologiske flora vurderet ud fra karakterisering af den dominerende flora ikke viser skift mod en renkultur i det behandlede vand. Floraen i det behandlede vand skal stadig efter de 6 ugers testperiode bestå af en blandingsflora, der i sammensætning ligner den flora, der er i det indkomne vand. Dette kriterium undersøges ved at bedømme den mikrobiologiske flora af ledningsvandet før vandbehandling samt efter vandbehandling i den sidste uge af afprøvningens løbetid.

Forskydning af balancen mellem bakterier i det behandlede vand i forhold til bakterier i det indkomne ledningsvand er en vigtig parameter til vurdering af den sundhedsmæssige sikkerhed af det enkelte vandbehandlingsudstyr. En forskydning i forholdet mellem 22 °C kimtal og 37 °C kimtal kan betyde en øget risiko for patogene bakterier. Det vurderes, at den normale mikrobiologiske flora i vand målt ved 22 °C ikke udgør en sundhedsmæssig risiko (2), men at der i 37 °C kimtallet er flere potentielle patogene bakterier.

For varmtvandsanlæg kan samme argumentation for kimtalsgrænserne anvendes. Her kan der også argumenteres for, at det er acceptabelt, såfremt der arbejdes med et kriterium, der ligger 5 gange højere end kimtallet i ledningsvandet på tappestedet, og et tilsvarende krav med hensyn til forskydning i den mikrobielle flora vil også være værdifuldt. Som et tillægskriterium skal det fastlægges, at det pågældende vandbehandlingsanlæg kan reducere antallet af *Legionella* i det vand, der ledes gennem anlægget. Som minimum skal der ske en reduktion på 99 %, svarende til, at der ud fra det pågældende podeniveau ikke påvises *Legionella* i det behandlede vand.

1.6.2.1 Acceptgrænser og kriterier for koldtvandsanlæg

- Aerobt kimtal 22 °C samt 37 °C kimtal (ifølge DS/EN ISO 6222) målt i vand udtaget umiddelbart efter vandbehandlingsanlægget skal være mindre end 5 gange indholdet i vandet fra ledningsnettet målt ved tilgangen til vandbehandlingsanlægget. En værdi på 10 gange indholdet i tilgangsvandet umiddelbart efter podning vil dog kunne accepteres.
- Kimtal bestemt ved 37 °C må ikke stige systematisk og gradvist hen over forsøgsperioden.
- Der må ikke ske en selektering af kimtallet ved 22 °C og ved 37 °C hen mod en renkultur ved testperiodens afslutning. Dette krav vurderes ud fra en florakarakterisering og, om nødvendigt, identifikation af den dominerende flora i uge 6 af såvel det vand, der ledes ind i anlægget, som af det behandlede vand.

1.6.2.2 Acceptgrænser og kriterier for varmtvandsanlæg

- Aerobt kimtal 44 °C samt 55 °C kimtal (DS 2402) målt i vand udtaget umiddelbart efter vandbehandlingsanlægget skal være mindre end 5

gange indholdet i vandet fra ledningsnettet målt ved tilgangen til vandbehandlingsanlægget. En værdi, der er 10 gange så højt som indholdet i tilgangsvandet umiddelbart efter podning vil dog kunne accepteres.

- Legionella må ikke kunne påvises i det behandlede vand, hvilket svarer til en reduktion af Legionella på minimum 99 %.

1.7 Ændringer og modifikationer

Såfremt der sker ændringer i anlægget eller modifikationer i den oprindeligt specificerede anvendelse, skal anlægget gennemgå en ny afprøvning i henhold til protokollen.

1.8 Eksisterende dokumentation

Tidligere udførte mikrobiologiske afprøvninger (danske eller udenlandske) kan, såfremt leverandøren ønsker det, medsendes med henblik på en evaluering, om disse afprøvninger kan erstatte eller supplere den mikrobiologiske protokol, der er specificeret i denne rapport.

2 Introduktion til protokol

Producenten/importøren skal tilvejebringe en fuldstændig beskrivelse af det anlæg, der ønskes afprøvet. Heraf skal fremgå en kortfattet beskrivelse af princip for vandbehandling, specifikationer for anlægget, installations-, service- og brugermanualer samt øvrig relevant information, der skal sikre, at testinstallationen og afprøvningen kan udføres i overensstemmelse med anlæggets forventede brug.

Specielt til brug for podedproceduren er det vigtigt, at det tydeligt fremgår, hvor stor en bedvolumen anlægget har.

Alle komponenter der måtte indgå i en installation, for eksempel forfiltre, UV lamper eller buffertanke, skal indgå i det samlede anlæg for afprøvningen. Det er ikke tilstrækkeligt, at et anlægs enkeltkomponenter er VA-godkendt hver for sig. Det er påkrævet, at anlægget testes som en samlet enhed. Såfremt producenten tilbyder specielle installationspakker for korrekt montering, skal disse indgå i afprøvningen. Der kan endvidere være tale om specielle slanger og/eller fittings, der letter monteringen, men ikke er en forudsætning for korrekt montering. Disse skal da også indgå i den samlede afprøvning.

Producenten eller importøren kan opstille krav til installationen, men i så fald skal det sikres, at disse komponenter også vil være en del af den samlede specifikation for anlægget i de fremtidige husinstallationer. Såfremt der indgår specielle krav til materialevalg, tilslutningsdimensioner etc., skal disse tilvejebringes af producenten/importøren.

Såfremt intet andet er specificeret, vil der i testinstallationen gøres brug af komponenter, der er normale for en lignende installation, og som i øvrige er VA-godkendte.

3 Test betingelser

Følgende testbetingelser skal være til stede under hele testperioden:

3.1 Vandtemperatur

3.1.1 Koldt vand

Temperaturen i testinstallationen skal ligge mellem 5 °C og 20 °C og uden nogen form for temperaturjustering. Det vil sige, at anlægget skal monteres på koldtvandsforsyningen.

3.1.2 Varmt vand

Temperaturen i testinstallationen skal ved tappestedet være mellem 50 °C og 60 °C.

3.2 Rum temperatur

Det skal sikres, at temperaturen i rummet, hvor anlægget skal installeres, ligger i intervallet 15 °C til 25 °C. Det skal ligeledes sikres, at anlægget ikke står i direkte sollys.

3.3 Vandtryk

Anlægget skal være tilsluttet en hane med almindeligt vandtryk (mere end 3,5 bar).

3.4 Vandmængde

Det skal sikres, at anlægget fungerer ved den gennemstrømningshastighed, der er specificeret af leverandøren. Der kan dog accepteres udsving på +/- 10 % af den specificerede gennemstrømningshastighed.

3.5 Vandkvalitet i testinstallationen

Der må ikke benyttes kloreret ledningsvand.

Ledningsvandet i testinstallationen skal opfylde de generelle krav til vandkvaliteten ifølge Bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg, nr. 871 af 21/09/2001.

4 Installation

Anlægget installeres i henhold til producentens/importørens anvisninger. Det anbefales, at producenten/importøren enten forestår installationen eller som minimum inspicerer installationen forud for afprøvningen.

Anlægget installeres i en testopstilling tilsluttet det almindelige ledningsnet på laboratoriet/teststedet.

Teststedet behøver ikke at være fysisk tilknyttet laboratoriet, når blot prøveudtagning, gennemskylninger og analyser kan udføres som foreskrevet i protokollen og overvåges af den ansvarlige fra laboratoriet. Alle prøvetagninger og analyser skal udføres af et akkrediteret laboratorium.

4.1 Testopstillingen

Testopstillingen består af:

Tappedet (koldt eller varmt vand) – kontraventil – lynkobling – forbindelsesrør (eventuel med prøvetagningshane til udtagning af vandprøverne før anlægget) – kobling – ballofix hane - vandbehandlingsanlæg – ballofixhane eller aftapningshane monteret på anlægget.

Det er vigtigt, at alle materialer og fittings, der benyttes til testopstillingen, er VA-godkendt til drikkevand.

Kontraventilen, der installeres på tappedet, skal sikre ledningsvandsinstallationen mod kontaminering bagud fra testopstillingen.

Til podning benyttes endvidere en bøjelig gennemsigtig slange af ca. 2 meters længde, der tåler kogning i minimum 15 minutter.

4.2 Indledende mekanisk test

Anlægget opstilles til brug ved normalt vandforbrug, og forud for den mikrobiologiske afprøvning testes, om anlægget fungerer og virker efter producentens anvisninger. Indledningsvis testes anlæggets funktion over 2 på hinanden følgende dage ved at tappe i 2 minutter i hver time i løbet af en arbejdsdag. I alt skal der tappes i minimum 6 x 2 minutter pr. dag i de 2 dage.

Såfremt udstyret er installeret med anordninger til tilbageskyl af filtermasser etc., skal det sikres, at disse fungerer optimalt og i henhold til importørens/producentens anvisninger.

5 Praktisk udførelse

Til vurdering af mikrobiel vækst i vandbehandlingsanlæg er det nødvendigt at afprøve anlæggene over en vis periode, da eventuelle problemer med vækst i anlægget kun gradvist opbygges og kun gradvist kan påvises ved de mikrobiologiske målinger i det aftappede vand.

Endvidere er det nødvendigt at udfordre systemerne ved at pøse med testvand med en forhøjet mikrobiologisk belastning, da koncentrationerne af mikroorganismer i dansk ledningsvand er meget lavt, hvorfor problemer med vækst i anlægget kun kan påvises efter meget lang tids brug. Dette vil give en uhensigtsmæssig lang forsøgsperiode, såfremt der arbejdes med ledningsvand med en normal mikrobiologisk belastning.

5.1 Forsøgsperiode

Forsøgsperioden er sat til 6 uger, med 2 podninger til udfordring af systemet. Første podning foretages umiddelbart efter den indledende mekaniske test af anlægget, mens anden podning foretages efter 14 dages test.

Tabel 1: Skema over forsøgsperioden

	Mekanisk test (Kap. 4.2)	Podning (Kap. 7)	Gennemskylning (Kap. 5.2)	Prøvetagning (Kap. 5.4 og kap. 8)
Uge 0	Udføres før opstart		2 dage à 6 gange 2 minutter	
Uge 1		Udføres mandag i uge 1	Efter podning henstår udstyret med testvandet i 4 timer før gennemskylning. Derefter udtages prøver til analyse. Udstyret gennemskylles yderligere én gang denne dag. De efterfølgende 4 hverdage gennemskylles 6 gange 2 minutter, til simulering af dagligt forbrug. Udstyret gennemskylles ikke i weekenden (= weekendhenstand)	Efter podning og 4 timers henstand udtages prøver til mikrobiologisk analyse Øvrige 4 hverdage udtages mikrobiologiske prøver efter 1. gennemskylning. I alt 5 prøver i uge 1.
Uge 2			Alle hverdage gennemskylles 6 gange 2 minutter. Udstyret gennemskylles ikke i weekenden (= weekendhenstand).	Prøvetagning mandag og torsdag efter 1. gennemskylning I alt 2 prøver i uge 2

Uge 3		Udføres mandag i uge 3	Efter podning henstår udstyret med testvandet i 4 timer før gennemskylning. Derefter udtages prøve til analyse. Udstyret gennemskylles yderligere én gang denne dag. De efterfølgende 4 hverdage gennemskylles 6 gange 2 minutter, til simulering af dagligt forbrug. Udstyret gennemskylles ikke i weekenden (= weekendhenstand)	Efter podning og 4 timers henstand udtages prøver til mikrobiologisk analyse Derudover udtages om torsdagen mikrobiologiske prøver efter 1. gennemskylning. I alt to prøver i uge 3
Uge 4, 5 og 6			Alle hverdage gennemskylles 6 gange 2 minutter. Udstyret gennemskylles ikke i weekenden (= weekendhenstand) 5	Prøvetagning mandag og torsdag, efter 1. gennemskylning I alt to prøver i uge 4, 5 og 6

5.2 Gennemskylning

I forsøgsperioden skal der ske gennemskylning af udstyret til simulering af et normalt forbrug på et tappested. Dagligt på hverdage, gennemskylles 6 gange à 2 minutter med ca. 1 times mellemrum, så det praktisk kan udføres i løbet af en arbejdsdag. I weekenderne gennemskylles ikke, da dette simulerer længere tids henstand/stilstand.

Gennemskylning sker ved fuld åbning af hanen i 2 minutter. Såfremt der er tale om udstyr med reservoir/buffertank, aftappes der tilsvarende 2 minutter ved fuld åbning af hanen.

Forud for alle prøvetagninger foretages ligeledes en 2 minutters gennemskylning af udstyret.

I weekender henstår anlægget uden gennemskylning og forbrug til simulering af længere tids henstand. Dette defineres som weekendhenstand.

5.3 Podning

De to podninger udføres på mandage i uge 1 og 3.

Efter podningen henstår udstyret med testvandet i 4 timer uden forbrug og gennemskylning.

5.4 Prøvetagning

Der udtages ved alle prøvetagninger 2 prøver (en A og en B prøve) af såvel ledningsvandet ind i systemet (tilgang) som af vandet efter vandbehandlingsanlægget (afgang). Prøverne fra tilgang skal udtages så tæt på udstyret som muligt, mens afgangsprøverne skal udtages direkte fra udstyret, såfremt det er muligt. Såfremt der ikke er indbygget en aftapningshane i udstyret, skal der etableres en aftapningshane i testopstillingen. (se under testopstilling afsnit 4.1).

Under prøvetagningen af tilgangsprøverne skal systemet afkobles kortvarigt, jf. kap. 8. for yderligere beskrivelse af prøvetagningen.

I protokollen er beskrevet, at der i uge 1 udtages prøver dagligt, mens der i de følgende uger udtages mandage og torsdage. For at gøre prøvetagningsplanen mere fleksibel, så laboratoriets rutiner og eventuelle helligdage kan tilgodeses, kan det tillades at ændre de aktuelle prøvetagningsdage til andre ugedage i ugerne 2, 3, 4, 5 og 6. Dog skal antallet af prøvetagninger pr. uge opretholdes.

5.5 Analyser

Vandprøverne analyseres, som følger:

Koldtvandsanlæg: 22° C og 37° C aerobt kimtal (DS/EN ISO 6222).

Varmtvandsanlæg: 44° C og 55° C aerobt kimtal (DS 2402) samt Legionella bakterier (DS/EN 3029).

5.6 Logbog

Der føres logbog over såvel indkøringen som, podningerne og gennemskylningerne.

6 Testvand

De benyttes testvand, som afspejler den mikrobiologiske flora i ledningsvand. Testvandet fremstilles ved opkoncentrering af de mikroorganismer, der findes naturligt i ledningsvandet i testinstallationen. Endvidere podes anlægget umiddelbart efter opkoncentrering af bakterierne, så bakterierne antages at være i samme fysiologiske tilstand, som de forekommer naturligt i ledningsvand. Derved sikres, at bakterierne har samme væksthastighed, som de har naturligt i ledningsvandet.

6.1 Fremstilling af testvand til koldtvandsanlæg

Testvandet fremstilles ved at membranfiltrere en mængde ledningsvand fra en koldtvandshane svarende til 10 gange bedvolumen i anlægget (dog minimum 5 liter). Der benyttes et normalt membranfiltreringsaggregat eller et anlæg udviklet i forbindelse med prøvetagning af store vandmængder til bestemmelse af Legionella i drikkevand (11). Der benyttes membranfiltre med en porestørrelse på 0,45 µm.

Efter membranfiltrering opslæmmes mikroorganismene i 200 ml ledningsvand. Herved er der sket en opkoncentrering, så der i de 200 ml er opslæmmet det antal mikroorganismer, som i alt var til stede i den filtrerede volumen (10 x bedvolumen). Denne opslæmning kaldes nu testvandet.

Med denne teknik vil indholdet af mikroorganismer, som introduceres i anlæggets samlede system, være ca. 10 gange det niveau, der er i ledningsvandet.

Opslæmningen sker ved at overføre filtret til en stomacherpose med 200 ml koldt ledningsvand. Dernæst stomaches posen med indhold i 1 minut, hvorefter suspensionen overføres til en steril flaske. Testvandet er nu klar til podning af anlægget og kan maksimalt opbevares i 2 timer på køl forud for podning. Testvand skal endvidere opbevares mørkt, såfremt suspensionen ikke skal benyttes straks.

Umiddelbart før podning udtages 1 ml af testvandet til kimtalsbestemmelse ved 22 °C og 37 °C, jf. kap. 9.

6.2 Fremstilling af testvand til varmtvandsanlæg

Testvand til brug i varmtvandsanlæg fremstilles efter det samme princip som for det kolde vand. Dog skal testvandet til varmtvandsanlæg indeholde Legionella bakterier. Såfremt der er kendskab til et tappested, hvor Legionella er påvist, kan ovenstående procedure med fremstilling af testvand til koldtvandsanlæg benyttes.

Såfremt der ikke er et egnet tappested med Legionella, skal en testorganisme til podning af testvandet fremskaffes. En mulig løsning er at benytte en standardiseret frysetørret testkultur (mikrobiologisk referencemateriale), som

forhandles via Health Protection Agency, Colindale, UK (6). Produktet forhandles under navnet LENTICULE Discs, hvis nuværende specifikation for Legionella er en stamme af *Legionella pneumophilla* NCTC 12 821 med et indhold på 3×10^3 CFU/disc.

Denne disc tilsættes testvandet med membranfilteret i stomacherposen efter stomachering. LENTICULE discen opløses automatisk efter ca. 10 minutters henstand. Koncentrationen af Legionella bliver derved ca. 15 pr. ml i testvandet.

Der skal tilstræbes et niveau for Legionella på 100 pr ml i testvandet, hvilket skal tilpasses ud fra det kvantitative niveau i de frysetørrede kulturer.

7 Podning af anlæg

Podningen foregår ved at indsætte det bøjelige, gennemsigtige slangestykke mellem tappestedet og anlægget. Slangen tilsluttes ledningsnettet ved hjælp af lynkoblingen og fyldes ca. halvt med ledningsvand. Herefter hældes testvandet i slangen fra den ende, hvor tilslutningen til anlægget sidder. Når hele mængden af testvand er i slangen, fyldes den resterende slangevolumen op med ledningsvand ved at åbne forsigtigt for hanen, indtil slangen netop er fuld. Der lukkes igen for vandhanen. Kontraventilen monteret på tilslutningshanen sikrer, at testvandet ikke kan løbe ind i ledningsnettet på testlaboratoriet.

Det er vigtigt, at ovenstående arbejde udføres med stor forsigtighed og ro, da der ellers kan ske opblanding af testvand med ledningsvand, og derved øges den volumen, som skal ind i anlægget til podning. Dette er specielt kritisk for anlæg med en meget lille bedvolumen. Det er også vigtigt, at der ikke er luftlommer i slangen, da det kan have betydning for såvel funktionen af vandbehandlingsanlægget samt den vandmængde, der er i systemet efter podningen.

Herefter kobles slangen til vandbehandlingsanlægget, og der sættes langsomt tryk på systemet. Fra anlæggets tappeside tappes nu en vandmængde svarende til bedvolumen i systemet, dog minimum 200 ml svarende til mængden af testvand. Herved føres testvandet ind i anlægget, hvor det nu skal henstå i 4 timer.

8 Prøvetagning

Prøvetagning skal som udgangspunkt følge DS 2250 med følgende præciseringer:

- Til koldtvandsanalyserne udtages en prøvemængde på ca. 200 ml pr prøve, mens der til varmtvandsanalyserne udtages prøvemængder på minimum 1 liter pr prøve.
- Der udtages dobbeltprøver (en A prøve og en B prøve) ved alle prøvetagninger og alle prøvetagningssteder.
- Haner, slangestudser mv. aftørres med 70 % ethanol forud for prøvetagning.
- Prøverne skal analyseres inden for 4 timer efter prøvetagning og skal indtil da opbevares mørkt og på køl (maksimalt 5 °C).

Prøvetagningsplanen for forsøgsperioden ses i tabel 2.

Tabel 2: Prøvetagningsplan for udtagning af vandprøver før vandbehandlingsanlægget (Tilgang) samt efter vandbehandlingsanlægget (Afgang) i forsøgsperioden

Udtagningstidspunkt		Testvand	Prøve Tilgang	Prøve Afgang
uge1	Podedag, mandag	Testvand efter podning	Efter 4 timers henstand og gennemskylning	Efter 4 timers henstand og gennemskylning
	Tirsdag, onsdag, torsdag og fredag		Efter 1 gennemskylning	Efter 1 gennemskylning
uge 2	Mandag og torsdag		Efter 1 gennemskylning	Efter 1 gennemskylning
uge 3	Podedag, mandag	Testvand efter podning	Efter 4 timers henstand og gennemskylning	Efter 4 timers henstand og gennemskylning
	Torsdag		Efter 1 gennemskylning	Efter 1 gennemskylning
uge 4	Mandag og torsdag		Efter 1 gennemskylning	Efter 1 gennemskylning
uge 5	Mandag og torsdag		Efter 1 gennemskylning	Efter 1 gennemskylning
uge 6	Mandag og torsdag		Efter 1 gennemskylning	Efter 1 gennemskylning

8.1 Prøvetagning på dagen for podning

Efter fremstilling af testvand udtages en prøve til bestemmelse af udgangskimtallet i podesuspensionen. Prøven analyseres som beskrevet under analyser, jf. kap. 9.

Efter podning af anlægget og efter de 4 timers henstand udtages to prøver (tilgang A og tilgang B) fra tilgangen til anlægget. Disse prøve udtages umiddelbart før anlægget ved at frakoble ved lynkoblingen før anlægget. Anlægget tilkobles igen, og dernæst udtages to prøver (Afgang A og Afgang

B) ved hanen efter anlægget. Alle prøver udtages efter en gennemskylning (gennemskylning i 2 minutter).

8.2 Prøvetagning under forløbet

Prøverne, udtaget på dage, hvor der ikke podes i anlægget, udtages efter 1. gennemskylning om morgenen. Her udtages også dobbeltprøver (prøve A og prøve B) fra såvel tilgang som afgang ved hver prøvetagning.

9 Analyser

9.1 Testvand

Testvandet analyseres umiddelbart før podning af anlægget. Til analyse af koldt testvand anvendes DS/EN ISO 6222:2000 (tillæg 1:2002).

For testvand til varmtvandsanlæg skal kimtallet i testvandet bestemmes ifølge DS 2402 samt analyse for Legionella ifølge DS 3029.

9.2 Koldtvandsprøver

Vandprøver udtaget i forbindelse med afprøvning af anlæg til koldt vand skal analyseres for aerobt kimtal i gærestraktagar, ved dybdeudsæd og inkubation ved 22 °C i 3 døgn og ved 37 °C i 2 døgn i henhold til DS/EN ISO 6222:2000 (tillæg 1: 2002).

9.3 Varmtvandsprøver

Vandprøver udtaget i forbindelse med afprøvning af anlæg til varmt vand skal analyseres for Legionella i henhold til DS 3029 samt aerobt kimtal på R2A-agar ifølge DS 2402, dog benyttes kun inkubation ved 44 °C og 55 °C.

10 Acceptkriterier

Tabel 3. Krav, acceptkriterier og beregningsmetoder for mikrobiologisk afprøvning af vandbehandlingsanlæg

	Krav	Beregningsmetode	Acceptkriterier
Koldtandanlæg	Aerobt kimtal i det behandlede vand er mindre end 5 gange indholdet i tilgangsvandet. Der vil kunne accepteres en værdi i det behandlede vand på 10 gange indholdet i tilgangsvandet umiddelbart efter begge podninger.	Ratio: afgang/tilgang = Gennemsnit af (A tilgang + B tilgang) Divideret med Gennemsnit af (A afgang + B afgang) Beregnes for såvel det aerobe kimtal ved 22 grader som for det aerobe kimtal ved 37 grader.	Uge 1: Efter podning, dag 1: Ratio: afgang/tilgang < 10, Øvrige dage: Ratio :afgang/tilgang< 5 Uge 2: Ratio: afgang/tilgang < 5 Uge 3 Efter podning, dag 1, Ratio: afgang/tilgang < 10 Torsdag Ratio: afgang/tilgang< 5 Uge 4, 5 og 6: Ratio: afgang/tilgang <5
	Kimtal bestemt ved 37 °C må ikke stige systematisk og gradvist hen over forsøgsperioden	: 37/22 = Gennemsnit af (A afgang 37 + B afgang 37) Divideret med Gennemsnit af (A afgang 22 + B afgang 22)	Hele perioden: Ratio: 37/22< 1,5
Varmtvandanlæg	Aerobt kimtal i det behandlede vand er mindre end 5 gange indholdet i tilgangsvandet. Der vil kunne accepteres en værdi i det behandlede vand på 10 gange indholdet i tilgangsvandet umiddelbart efter begge podninger.	Ratio: afgang/tilgang = Gennemsnit af (A tilgang + B tilgang) divideret med Gennemsnit af (A afgang + B afgang) -Beregnes for såvel det aerobe kimtal ved 44 grader som for det aerobe kimtal ved 55 grader.	Uge 1: Efter podning, dag 1: : afgang/tilgang < 10, Øvrige dage : afgang/tilgang< 5 Uge 2: :afgang/tilgang < 5 Uge 3 Efter podning, dag 1, : afgang/tilgang < 10 Torsdag : afgang/tilgang< 5 Uge 4, 5 og 6: : afgang/tilgang <5
	Legionella Minimum 99 % reduktion af Legionella	Legionella: Ikke påvist i prøver fra det behandlede vand	Hele perioden: Legionella ikke påvist (< 10 Legionella pr ml)

10.1 Floravurdering

Endvidere skal der foretages en vurdering af den mikrobiologiske flora i prøverne udtaget i uge 6. Der skal foretages en makroskopisk og en mikroskopisk undersøgelse af den fremvoksede bakterieflora i såvel vandprøver fra tilgangen som i vandprøverne efter vandbehandlingsanlægget (afgang).

Florasammensætningen skal beskrives ved som minimum at udtage 5 typiske kolonier fra såvel vandprøver fra tilgangen som vandprøver fra afgang i uge 6.

Denne floravurdering skal ledsages af en konklusion, hvortil kravet er, at der ikke må påvises tendens til forskydning i den mikrobiologiske flora før og efter vandbehandling, herunder at der ikke er tegn på, at den flora, der vokser frem fra prøverne efter vandbehandling, er en renkultur.

11 Afrapportering

Til afrapportering benyttes Excel beregnings- og rapportformat i bilagene A og B. Bilag A for koldtvandsanlæg og bilag B for varmtvandsanlæg. Disse rapportformater vil være tilgængelige på Miljøstyrelsens hjemmeside.

11.1 Kvalitetssikring

Når kimal indtastes i disse regneark, vil der automatisk genereres en rapport, der viser, om anlægget overholder acceptkriterierne for godkendelse af vandbehandlingsanlægget, som beskrevet i afsnit 10.

Der skal dog finde en kvalitetssikring af de genererede resultater sted, da det ved download fra Miljøstyrelsens hjemmeside af resultatskemaerne kan ske at datacellerne i regnearket og resultatberegningerne ikke følges. Det kan endvidere være et ønske fra laboratoriets side at benytte andre prøvetagningsdage end dem, der er angivet, hvilket også vil påvirke den automatiske resultatberegning.

11.2 Vurdering

Det kan i visse tilfælde være nødvendigt med en nærmere mikrobiologisk vurdering af, om kravene er opfyldt. Dette gælder, hvis der er tale om, at resultaterne for det pågældende anlæg kun i en enkelt prøvetagning ikke overholder kravet. Der kan være tale om en afvigelse, som ikke kan tilskrives anlægget men med stor sandsynlighed kan tilskrives faktorer som fejl i prøvetagning og/eller laboratorieusikkerheder.

En vurdering kan endvidere afføde, at der pålægges producenten/importøren krav i brugervejledningen.

12 Praktisk afprøvning af protokol

12.1 Udvælgelse af anlæg

De tre anlæg, der blev udvalgt til den praktiske afprøvning, blev valgt ud fra kriteriet om, at de skulle repræsentere forskellige fysiske vandbehandlingsprincipper. Endvidere blev anlæggene udvalgt, så de repræsenterede det spektrum af principper, som i dag udbydes til vandbehandling.

Følgende 3 principper er repræsenteret i afprøvningen:

- Omvendt osmose
- Filtrering
- Elektrolyse

12.2 Installation

I et teknikrum tilknyttet det udførende laboratorium blev der lavet en testopstilling, hvor alle 3 koldtvandsanlæg blev tilkoblet.

Det var i første omgang planen, at de enkelte systemer ikke skulle være permanent opkoblet til ledningssystemet, men udelukkende opkoblet under de mekaniske test, gennemskylninger samt under prøvetagningerne. Det viste sig dog, at to af systemerne skulle være permanent opkoblet, da der med faste intervaller (timerindstillet) skulle ske tilbageskylning af filtre. Dermed blev det besluttet at koble alle tre systemer op under konstant vandhanetryk ved hjælp af den bøjelige gennemsigtige slange indkøbt til podeforsøgene.

Ellers var installationerne som skitseret i kapitel 4.

12.3 Logbøger

De indledende mekaniske test forløb uden problemer, og der blev ført logbog over alle anlæggene individuelt. I logbogen blev registreret alle gennemskylninger, alle prøvetagninger samt øvrige noter og kommentarer undervejs i afprøvningen. Disse logbøger er arkiveret som en del af rådata i forbindelse med projektet.

12.4 Afprøvning af podeprocedure

Der blev fremstillet testvand til de 3 koldtvandsanlæg, hvor der til de 2 anlæg blev membranfilteret 5 liter, mens der til det tredje anlæg skulle membranfiltreres 120 l vand.

Til varmtvandsanlægget blev der membranfilteret 5 liter varmt vand fra et tappested, hvor der var tidligere var påvist Legionella.

Forud for alle podninger blev slangen, der skulle benyttes, kogt på vandbad i 15 minutter og nedkølet til stuetemperatur forud podningen.

Der skulle efter forsøgsprotokollen ske en 2. podning i uge 3. Det viste sig dog hurtigt, at testopstillingen gav problemer med forhøjede kimtal i ledningsvandet ind i anlæggene forårsaget af mikrobiel vækst og biofilmdannelse i slangerne. Dette skyldtes den permanente opkobling, hvilket ikke som oprindelig planlagt gav mulighed for en regelmæssig kogning af slangerne. Det blev derfor besluttet, at 2. podning ikke skulle iværksættes, da kimtallet for det vand, der blev ledt igennem anlæggene under de daglige gennemskylninger, svarede til en kontinuert podning af systemerne og dermed en intensiv udfordring af anlæggenes evne til at modstå mikrobiel vækst.

Det viste sig også yderst vigtigt, at de praktiske procedurer omkring podedproceduren er godt indarbejdet. Det anbefales derfor, at der foretages forforsøg med podedproceduren uden testvand. Gennemarbejdning af procedurerne er vigtige for at undgå luftlommer i slangen samt for korrekt styring af vandtryk, når testvandet skal ledes ind i anlægget, når systemet genopkobles til ledningsnettet.

12.5 Afprøvning af anlæg

Afprøvningsne af de forskellige anlæg har givet et indtryk af den fleksibilitet, der skal ligge i protokollen. Det er en teknisk udfordring at dække hele spektret af udstyr, der enten findes og sælges på markedet, eller som udvikles i fremtiden. Det vurderes, at der altid vil være en vis tilpasning eller nogle forhold, der skal vurderes for de enkelte anlæg. Resultaterne fra afprøvningen skal endvidere tolkes individuelt, da usikkerheden ved prøvetagning og analyser kan bevirke, at resultaterne virker usandsynlige set i relation til det samlede testforløb. For eksempel kan det ske, at der ved en enkelt prøvetagning måles uacceptabelt høje kimtal efter vandbehandlingen. I sådanne tilfælde må det vurderes, om der er tale om en out-lier, som ikke kan tilskrives det pågældende anlæg, men som med stor sandsynlighed kan tilskrives usikkerheden på prøvetagningerne og/eller de mikrobiologiske analyser. For at mindske usikkerheden skal der ifølge protokollen ud fra de erfaringer, der er gjort under afprøvningen, udtages 2 prøver (en A prøve og en B prøve) fra alle prøvetagningssteder og ved alle prøvetagninger

De tre anlæg, som er afprøvet i dette forsøg, har vist, at protokollen, som den er specificeret i afsnit 2 til 11, er tilstrækkelig fleksibel til disse udstyr.

På baggrund af erfaringerne anbefales det dog, at der laves én testopstilling pr udstyr, så der i tilfælde af parallel afprøvning af flere anlæg er en fuldstændig adskillelse mellem anlæggene. Derved er det muligt at frakoble udstyret, uden at dette har indvirkning på andre anlæg. Endvidere skal problemerne med opbygning af biofilm og mikrobiel vækst i testopstillingen elimineres. Dette gøres bedst ved at forlænge ledningsnettet til at omfatte tilslutningen (eksempelvis opbygget i rustfrit stål, hvor der kan forventes den mindst mulige indflydelse på vandkvaliteten af det vand, der føres ind i anlægget) helt hen til udstyret og kun benytte en fleksibel slange til podedproceduren.

12.5.1 Resultater fra koldtvandsanlæg

Alle anlæg er podet med testvand med en forhøjet mikrobiologiske belastning. Da det som beskrevet ovenfor viste sig, at den fleksible slange i

testinstallationen bevirkede en kontinuert podning af anlægget, udgik 2. podning. Det gælder for alle de afprøvede anlæg.

Ud fra de målte kimtal kan det konstateres, at der er betydelige svingninger i de målte kimtal fra gang til gang. Dette kan ikke forklares ud fra forskelle i anlæg, men vurderes at være et udtryk for forskelle ved prøvetagning og analyse. Der er ikke påvist systematisk stigning i kimtallene hen over prøvningsperioden. Det er derfor besluttet, at der ifølge protokollen skal udtages dobbeltprøver af såvel tilgangsvandet som afgangsvandet ved alle prøvetagninger, samt at beregningerne skal bygge på et gennemsnit af de to prøver.

12.5.1.1 Vurdering af koldtvandsanlæg

Vurderet på de enkelte anlæg er resultaterne som følger:

Anlæg A opfylder ikke acceptkriterierne i enkelte tilfælde. To gange er acceptkriteriet målt på forholdet mellem 22 °C kimtallet i udgangsvandprøven og 22 °C kimtallet i tilgangsvandprøven ikke opfyldt. Der er dog ikke nogen systematisk stigning hen over prøvningsperioden. Også for 37°C kimtallet foreligger der en måling, hvor anlæg A ikke opfylder acceptkriteriet, men heller ikke her er der nogen systematik. Vurderet ud fra florasammensætningen er der intet, som tyder på, at der i løbet af de 6 uger udvikles en speciel bakteriekultur i anlægget, da sammensætningen i vandprøverne fra tilgangen ligner den i prøverne fra afgang.

For anlæg B, ses meget store forskelle i kimtallene i de tilfælde, hvor acceptkriterierne overskrides. På én prøvetagningsdag (d. 25-11-2004) er indholdet af kim i prøverne fra afgang mere end 20 gange så store som i tilgangsprøverne. Men på den samme dag er der tilsvarende overskridelser på kimtallene for anlæg C. Det understøtter, at der er tale om usikkerhed på prøvetagningen og analyserne. Det kan ikke udelukkes, at der eventuelt har været en procedurefejl i prøvetagningen og eller opmærkningen. Også anlæg A ligger forholdsvis højt i kimtal i afgangsprøven på den pågældende udtagningsdag, dog er værdierne her lige under acceptgrænsen.

12.5.2 Resultater fra varmtvandsanlæg

Varmtvandsanlægget blev ligeledes podet med testvand. Testvandet bestod af de opkoncentrerede varmtvandskim samt Legionella fra et kendt positivt tappested.

Testinstallationen blev etableret ved dette tappested, hvorfor anlægget kontinuert blev podet med Legionella i lavt tal.

12.5.2.1 Vurdering af varmtvandsanlæg

Det pågældende varmtvandsanlæg overholdt acceptkriterierne ved alle prøvetagningerne og altid med en stor margin.

Af resultaterne kunne det endvidere afledes, at dette anlæg ligeledes reducerer den generelle mikrobiologiske belastning af det behandlede vand, hvilket dog ikke var overraskende, da funktionen af anlægget ikke er selektivt for Legionella, men vil virke bredt mod mikroorganismer.

13 Diskussion

Den foreslåede protokol, der er beskrevet i kapitel 2 til kapitel 10, er nu afprøvet og fundet anvendelig på 3 koldtvandsanlæg samt 1 varmtvandsanlæg. Det vurderes ud fra det praktiske arbejde, at protokollen er tilstrækkelig robust og fleksibel til at kunne dække de anlæg og principper, der i den nærmeste fremtid måtte ønskes VA-godkendt.

Den foreliggende protokol er specificeret, så den kan efterleves og udføres af et akkrediteret mikrobiologisk laboratorium.

Acceptkriterier er opstillet for at sikre, at der ikke ved introduktion af vandbehandling af drikkevand og varmt brugsvand vil kunne optræde sundhedsmæssige forringelser, som vil kunne skade forbrugeren. Men acceptkriterierne giver mulighed for, at det vil kunne accepteres, at der sker en påviselig forøgelse af den mikrobiologiske belastning af det behandlede vand, såfremt vandbehandling ønskes indført for at løse et ikke bakterielt problem.

Simulering af tilsigtet brug omfatter op til 6 daglige aftapninger (gennemskylninger) i hverdagene samt henstand hen over weekenderne i hele testperioden. Dette synes tilstrækkeligt til at udfordre systemet, så testen vil afsløre, om der er store problemer ved normalt brug og kortere henstand i en normal husholdning. Dog vil det fra den foreliggende test være svært at forudsige, om der kan opstå problemer, såfremt anlæggene installeres i husholdninger, hvor der kun er lejlighedsvis aftapning som for eksempel i fritidshuse, der kun benyttes en del af året med lange henstandperioder.

14 Litteraturliste

1. Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 6, 2004: VA-godkendelse af vandbehandlingsanlæg til montering i husinstallationer.
2. Heterotrophic Plate Counts and Drinking-water Safety (2003): WHO, J. Bartram, J. Cotruvo, M. Exner, C. Fricker, A. Glasmacher. (ISBN 1 84339 025 6)
3. Protocol for Testing the Performance of Activated Carbon Filter Units for Treatment of Private Water Supplies (DWI 4481/1, 1998): WRc plc, Henley Road, Buckinghamshire SL7 2HD
4. Protocol for Testing the Performance of Reverse Osmosis Units for Treatment of Private Water Supplies (DWI 4483/1, 1998): WRc plc, Henley Road, Buckinghamshire SL7 2HD
5. Protocol for Testing the Performance of Ceramic and Cartridge Filters for Treatment of Private Water Supplies (DWI 4480/1, 1998): WRc plc, Henley Road, Buckinghamshire SL7 2HD
6. LENTICULE DISCS, Microbial Reference Materials, Health Protection Agency:
http://www.hpa.org.uk/srmd/div_cdmssd_nctc/NEW_lenticule.htm
7. DS 2250:1983: Vandundersøgelse. Prøvetagning, transport og opbevaring af prøver til mikrobiologiske undersøgelser.
8. DS/EN ISO 6222/Till.1:2002: Vandundersøgelse – Bestemmelse af antal mikroorganismer i gærekstraktar ved 22 °C og 36 °C – Dybdeudsæd
9. DS 2402: 1999: Vandundersøgelse. Bestemmelse af aerobt kimtal i varmt brugsvand.
10. DS 3029:2001: Miljøundersøgelse – Bestemmelse af legionella – Opkoncentrering og kolonitælling på fast substrat – Overfladeudsæd.
11. Legionella i drikkevand. Miljøprojekt nr. 994, 2005. Dorthe Olsen, Vibeke From Jeppesen, Linda Bagge.