

BIDRAR LOKALA AVFUKTARE TILL EN KONTROLLERAD MILJÖ FÖR STERILT MATERIAL?

DO LOCAL DEHUMIDIFIERS CONTRIBUTE TO A CONTROLLED ENVIRONMENT FOR STERILE MATERIAL?

Examensarbete inom huvudområdet
Folkhälsovetenskap
Avancerad nivå
15 Högskolepoäng
Hösttermin 2020

Författare: Susan Johansson

SAMMANFATTNING

Titel:	Bidrar lokala avfuktare till en kontrollerad miljö för sterilt material?
Författare:	Johansson, Susan
Avdelning/Institution:	Avdelningen för folkhälsovetenskap, institutionen för hälsovetenskaper, Högskolan i Skövde
Program/kurs:	Folkhälsovetenskap: Smittskydd och vårdhygien - magisterprogram, Examensarbete inom folkhälsovetenskap: Smittskydd och vårdhygien A1E, 15 hp
Handledare:	Tognon, Gianluca
Extern handledare:	Kötz, Arne
Examinator:	Souminen, Sakari
Sidor:	22
Nyckelord:	Luftfuktighet Sterila förråd Mikrobiologisk kontamination Mikrobiologisk tillväxt Patientsäkerhet

Sammanfattning

Introduktion

Hög luftfuktighet har i flera år orsakat problem i sterilförråd på svenska sjukhus. Sterila förpackningar ska enligt standard förvaras i en temperatur på 22 ± 3 °C och i en luftfuktighet på 30-70 %. För att relativt enkelt och kostnadseffektivt få bukt med fuktighetsproblemet installeras avfuktare. Inga studier finns på hur avfuktare fungerar i sterila miljöer. Elimineras risken för fuktiga emballage utan tillväxt av mikroorganismer i förråd med sterilt material.

Syfte

Syftet med studien är att undersöka om den lokala avfuktaren Dantherm kan bidra till en kontrollerad miljö genom att antal bakteriebärande partiklar, dvs. colony forming units (cfu) i protesförråd och sterilförråd håller sig inom godkända nivåer relaterat till

rekommendationerna i den tekniska standarden SIS TR 57:2020, dvs. 100 cfu/m³ när avfuktaren är installerad och aktiverad.

Metod

Studien är en kvantitativ pilotstudie.

Aktiv och passiv luftprovtagning utfördes i två förråd med två olika sorters Dantherm avfuktare samt i två andra förråd, dvs. ett förråd med avfuktare av märket Wood's och ett förråd helt utan avfuktning.

Åtta mättillfällen gjordes per förråd mellan slutet av juni till mitten av oktober år 2020.

Resultat

Resultatet visar att de allra flesta värdena låg inom referensvärden enligt standard.

Slutsats

Dantherm avfuktaren verkar bidra till en kontrollerad miljö i förråd med sterilt material. De gånger avfuktaren var aktiv kontaminerade den inte miljön med mikroorganismer. Således kommer den att installeras i fler förråd med sterilt material på Hallands sjukhus och utvärderas kontinuerligt nästkommande år.

ABSTRACT

Title: Do local dehumidifiers contribute to a controlled environment for sterile material?

Author: Johansson, Susan

Dept./School: Department of Public Health, School of Health Sciences, University of Skövde

Course: Master Degree Project in Public Health Science: Infection Prevention and Control A1E, 15 ECTS

Supervisor: Tognon, Gianluca

External supervisor: Kötz, Arne

Examiner: Suominen, Sakari

Pages: 22

Keywords: Humidity
Sterile storage
Microbiological contamination
Microbiological growth
Patient safety

Abstract

Introduction

High humidity has been a problem for a long time in sterile storage rooms in Swedish hospitals. According to standards temperature in sterile storage rooms should be within $22\pm 3^{\circ}\text{C}$ and the relative humidity 30-70 %. In order to achieve these conditions in a relatively easy and cost effective way, local dehumidifiers have been installed. No previous studies on eliminating the risk of moist packaging without microbial growth in sterile storage rooms have been carried out.

Aim

The aim of the study is to evaluate whether the dehumidifier Dantherm could contribute to a controlled environment by keeping colony forming units (cfu) in the storage rooms called protesförråd (prostheses storage room) and sterilförråd (sterile storage room) within recommendations according to the standard technical report SIS TR 57:2020 written by

Swedish institute of standards, i.e. 100 cfu/m³ when the dehumidifiers are installed and running.

Method

This study is a quantitative pilot study.

Active and passive air sampling were made in two sterile storage rooms with two different kinds of Dantherm dehumidifiers. Two other sterile storage rooms were sampled of which one had a Wood's dehumidifier installed and the other one lacked totally a dehumidifier.

Eight measurements per storage room were made from the end of June to mid-October in the year 2020.

Results

The results show that almost all rates were within recommended limits.

Conclusion

The Dantherm dehumidifier seems to contribute to a controlled environment in sterile storage rooms as it did not introduce additional microbiological contamination. Consequently, it will be installed in several more sterile storage rooms at Halland's hospitals and will be continuously evaluated next year.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

INTRODUKTION	1
Folkhälsovetenskaplig relevans	3
SYFTE	4
METOD	5
Passiv luftprovtagning	5
Aktiv luftprovtagning	5
Val av agarplattor	6
Luftavfuktare Dantherm i protes- och sterilförråd	6
Kärlförråd	7
Apparatförråd	8
Datainsamling	9
Analysmetod	11
RESULTAT	13
Protesförråd (Dantherm avfuktare, lilla modellen)	13
<i>Avfuktarens aktivitet i protesförrådet</i>	13
Sterilförråd (Dantherm, stora modellen)	15
<i>Avfuktarens aktivitet i sterilförrådet</i>	15
Kärlförråd (Wood's avfuktare).....	17
<i>Avfuktarens aktivitet i kärlförrådet</i>	17
Apparatförråd (ingen avfuktare).....	18
DISKUSSION	19
Resultatdiskussion	19
Metoddiskussion	20
Studiebegränsningar	22
Slutsats	22
REFERENSER	23
BILAGOR	26
Bilaga 1	26
Bilaga 2	27

INTRODUKTION

Hög luftfuktighet, främst sommartid, har länge varit ett problem på operationsenheter runtom i Sverige. Operationer har fått skjutas upp eller ställas in vilket kan innebära en stor risk för patienter som är i behov av operationer. Sterilt gods har även fått kasseras eller steriliseras om för att det inte längre bedöms som sterilt när fukt trängt in i emballagen. Det är mycket kostsamt och tidskrävande men nödvändigt för att kunna säkerställa att renhetsgraden steril behålls. Renhetsgraden steril innebär att det maximalt får finnas en levande mikroorganism på en miljon instrument. Steril renhetsgrad är kriteriet för att få penetrera hud och/eller slemhinna. Sterilt material ska behållas sterilt fram till användning på patient (Vårdhandboken, 2019a) vilket innebär att emballagen ska vara torra och hela (Vårdhandboken, 2019b).

Problemen som hög luftfuktighet kan generera i en operationsmiljö med hög luftfuktighet över tid är att sterilt material riskerar att kontamineras genom mikrobiell tillväxt (Svensk förening för vårdhygien [SFVH], 2016). Den kan således sedan föras med in på operationssalen och kontaminera sterilt fält och utgöra en risk för patienten. Vård ska ske med god hygienisk standard vilket exempelvis innebär att säkerställa att utrustning och lokaler inte utgör risk för patienten (SFS 2017:30). Genom att säkerställa ett adekvat klimat i sterilförråd på operationsenheter bidrar vi således till en ökad patientsäkerhet genom att minska risken för vårdskada (SFS 2010:659) som t.ex. postoperativa sårinfektioner. Postoperativa sårinfektioner är en av de vanligaste vårdrelaterade infektionerna (VRI) i Sverige (Socialstyrelsen, 2006; Vårdhandboken, 2018) och orsakar totalt ca 20 % av dem (Hedin, 2020). Postoperativa infektioner vållar ett stort lidande för patienten, ger förlängda vårdtider och en betydande ekonomisk påverkan både för individ och samhälle (Folkhälsomyndigheten, 2020). Det är något som vård och omsorg måste aktivt motarbeta.

Sommaren 2014 var en problematisk sommar för många operationsenheter vilket relaterade till den höga luftfuktigheten. Efter den beslutades att Svensk Förening för Vårdhygien (SFVH) skulle skriva rekommendationer på hur sterilt material påverkas av hög luftfuktighet och hur t.ex. operationsenheter ska agera i dessa situationer. I dokumentet *Hög luftfuktighet – påverkan på sterilt gods och förslag till åtgärder* (SFVH, 2016) står att sterilt material ska förvaras i en luftfuktighet som ligger mellan 30-70 %. Överstiger fuktigheten 70 % ökar risken för mikrobiell tillväxt och att sterilt gods förstörs genom att det blir fuktigt och den sterila barriären bryts. Känsligast är det för material som är paketerat i packpapper. Packpapperets funktion är att släppa in ånga under steriliseringsmetoden ångautoklavering. Ångautoklavering är en mycket vanlig metod för att sterilisera flergångsinstrument på operationsenheter och utförs på de flesta steriltekniska enheter i Sverige. Steriliseringsprocessens syfte vid ångautoklavering är att vattenånga ska tränga in genom packpapperet. Godset genomgår en avancerad process som innefattar tryck, värme och mättad ånga som lämnar ett torrt och sterilt paket i slutet av processen. Är emballaget inte torrt eller helt, klassas det inte som sterilt (Vårdhandboken, 2019b). På grund av sin förmåga att släppa igenom ånga är emballaget även vid förvaringen fortsatt känsligt mot fukt. Förråd där sterilt material förvaras ska enligt standard SIS-TR 57:2020 ha en kontrollerad miljö

vilket innebär att förråden skall hålla en temperatur på 22 ± 3 grader och en relativ fuktighet (RF %) mellan 30-70 % (om inte tillverkaren råder till något annat) samt att de bakteriebärande partiklarna, colony forming units (cfu) inte överstiger 100 cfu/m^3 .

I Region Halland signalerade verksamhetschefer och avdelningschefer på operationsavdelningarna på Hallands sjukhus Halmstad och Hallands sjukhus Varberg om en ohållbar situation relaterad till hög luftfuktighet den varma sommaren 2018. Till exempel hittades sterilpackat gods i sterilförråd som var vått och fick steriliseras om och operationer fick skjutas upp eller flytta till en annan sal med lägre luftfuktighet. I september samma år bildades en projektgrupp vars syfte var att se över sjukhusens lokaler och specificera vilka åtgärder som krävs i vilka lokaler och vad som är möjligt att utföra för att få bukt med den höga luftfuktigheten. I projektgruppen ingick projektledare, fastighetsansvariga, medicin tekniska utvecklare, hygiensjuksköterskor, hygienläkare samt representanter från verksamheten när det behövtes fanns. Efter 18 månaders förarbete står det klart att utrymmen där fukt känsligt material förvaras ska förses med hygrometer. Hygrometer mäter den relativa fuktigheten i procent (RF %). RF innebär den mängd fukt som luften kan innehålla utan att omvandlas till kondens (SIS-TR 57:2020). Hygrometern som installeras är av sorten Elvaco CMa10w (Elvaco, 2017) och är kopplad direkt till Teknisk Service i Region Halland. Teknisk Service har i sin tur skrivit en rutin för hur de ska agera om de får ett larm om hög RF. Det finns även en rutin skriven till enheterna inom Region Halland som det åligger dem att följa. Detta för att få en heltäckande larmkedja då problemen upptäcks och kan därmed åtgärdas i tid. Den här kedjeåtgärden rekommenderas även av Chalmers tekniska högskola i deras evidensbaserade konceptprogram om operation (2020).



Bild 1 Hygrometer Elvaco CMa10w som installerats i operationssalar och i utvalda sterilförråd på Hallands sjukhus

Projektgruppen kom fram till att de allra flesta operationssalar kommer att kunna avfuktas centralt, dvs. att ingående luft avfuktas. Detta kan förverkligas eftersom operationssalarna har en fristående ventilation samt via att en lokal avfuktare inte rekommenderas i operationssalar vilket igen relaterar till dess påverkan på operationsventilationen (SFVH, 2016). I sterilförråd är dock inte en central avfuktning möjlig då en dylik lösning blir oproportionerligt stor och kostsam vilket föranleder en lokal lösning för de berörda utrymmena. Det som projektet beslutade är att sätta upp lokala luftavfuktare (Dantherm) på väggen i de sterilförråd som behöver avfuktas. Avfuktaren synkas till hygrometern (Elvaco) som satts upp i samma rum så avfuktaren kommer automatiskt att starta och stanna vid behov. Kondensvattnet leds från avfuktaren direkt till ett avlopp, så inget uppsamlingskärl

behöver tömmas. Inluften går genom ett grovmaskigt filter. Produktbeskrivningen preciserar inte om filtertypen har någon särskild ISO klassificering (Dantherm, u.å.).

Det finns ett flertal studier som visar att tillväxten av mögel och bakterier är låg i miljöer där värden på temperatur hålls mellan 18-25 °C och RF hålls inom 30-75 % (Samimi & Ross, 2010; Mounghong et.al., 2014; Quartim de Moraes Bruna et.al., 2012; Standard et.al., 1973). Det vill säga att en dylik kontrollerad miljö för sterilt gods leder till en ökad patientsäkerhet eftersom sterilt material behåller sin sterila renhetsgrad fram till användning (SIS TR 57:2020).

Kunskapen om den mikrobiella kontaminationsrisken när luftavfuktande apparater är i drift är låg. Att de avfuktar luften kan vi ta för givet, men vi vet inte i vilken utsträckning de kan kontaminera luften i rummet. Således är frågor som behöver besvaras om vatten forslas bort adekvat så att inget kvarstående vatten ligger kvar i apparaten som kan bilda biofilm och således generera bakterie- och/eller mögeltillväxt. Vad händer när avfuktaren varit avstängd ett tag för att sedan starta automatiskt? Avfuktarna har hög luftgenomströmning. Kan den föranleda mikroorganismers virvlande runt i den sterila miljön? För att ta reda på detta behöver mikrobiologiska analyser utföras. Förhoppningen är att studiens metod kan replikeras på fler operationsenheter i Sverige för att de också ska kunna säkerställa en tillfredställande och kontrollerad miljö i steriltförråd året om och ur det hänseendet främja patientsäkerheten.

Folkhälsovetenskaplig relevans

Enligt hälso- och sjukvårdslagen (SFS 2017:30) skall den svenska vården bedrivas på ett säkert sätt samt med god hygienisk standard. Medicintekniska produkter skall bibehålla sin renhetsgrad fram till användning på patient (Vårdhandboken, 2019). Sterila material har gedigna krav att uppfylla enligt Läkemedelsverkets föreskrifter om medicintekniska produkter (LVFS 2003:11) samt hur de ska fraktas och förvaras (SIS-TR 57:2020). Genom att säkerställa hela kedjan från det att instrument steriliseras, antingen på en sterilteknisk enhet eller levereras fabrikssteriliserat, hur de fraktas till operationsenheterna samt behåller sin renhetsgrad fram till användandet på patienten har vi kommit långt gällande patientsäkerheten. En god patientsäkerhet på våra sjukhus bidrar till en förbättring av folkhälsan. Genom korrekt förrådsmiljö för sterilt gods ges chansen att minska postoperativa infektioner, personligt lidande, ekonomiskt bortfall för enskild individ, vårdtider, antibiotikaanvändning samt en minskad belastning och kostnad för sjukvården.

Det är många delar som ger en integrerad helhet, ingen del är mindre viktig än den andra. Den här studien är endast en liten del i den stora helheten, men ger i slutändan en mer hållbar vård. En kontrollerad miljö gällande hög luftfuktighet, temperatur och cfu för sterilt material leder till att vi inte behöver kassera material eller diska och sterilisera om instrument utav ovisshet om det kan klassas som sterilt eller inte när luftfuktigheten är hög. På så vis bidrar vi till flera av de globala målen utformade av Förenade Nationen (FN) (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>). Ett av dem är mål 3, *god hälsa och välmående*. Det innebär att länder skall stärka förmågan att kunna

reducera risker och åtgärda dem på ett adekvat sätt. Även mål 12, *ansvarsfull konsumtion och produktion* samt mål 13, *klimatåtgärder* innefattas i den här studien. Genom att kontrollera miljön i förråd minskas svinnet genom att gods och material inte behöver kasseras eller diskas och steriliseras om. Det här bidrar till en ansvarsfull konsumtion och minskar belastningen på klimatet då produkter kan användas på planerat sätt och inte behöver kasseras på grund av ovisshet.

SYFTE

Syftet med studien är att undersöka om den lokala avfuktaren Dantherm kan bidra till en kontrollerad miljö genom att eliminera risken för fuktiga emballage och tillväxt av mikroorganismer i förråd med sterilt material.

Följaktligen om cfu värdena i protesförråd och steriltförråd håller sig inom godkända rekommenderade nivåer i SIS TR 57:2020, dvs. 100 cfu/m³ när avfuktaren är installerad och aktiverad.

METOD

För att undersöka att miljön i steriltorråden håller godkänd mikrobiell nivå utfördes både aktiv och passiv luftprovtagning (SIS TS 39:2015) var fjortonde dag från försommar till tidig höst för att få en helhet under månaderna som vi har störst problem med hög luftfuktighet. Tidsspannet var fjortonde dag valdes för att resursmässigt kunna utföra provtagningarna samt att tidigare klinisk erfarenhet påvisat att det normalt sett inte är stora variationer i mätvärdena även vid något längre tidsintervall. Provtagningarnas praktiska utförande kommer göras i enlighet med rekommendationerna i standarden SIS TS 39:2015, bilaga A samt i samråd med mikrobiolog och hygienläkare.

Studien är en pilotstudie utförd med kvantitativ metod.

Passiv luftprovtagning

Vid passiv provtagning sätts nedfallsplattor ut vilket tillåter eventuella bakteriebärande partiklar i rummet att sedimentera ner på agarplattorna under en i förväg bestämd tid. Rekommendationerna i den tekniska standarden (SIS TS 39:2015) är 1 timme \pm 5 min. Efter att förprover utförts beslutar vi att nedfallsplattorna ska stå 24 timmar i respektive steriltorråd. Detta för att agarplattorna klarade av att stå 24 timmar, dvs. att de inte torkade ut samt för att bakterietillväxten blev för liten då de stod kortare tid.

I den tekniska standarden SIS TS 39:2015 står att nedfallsplattorna skall vara 14 cm i \emptyset . Då det mikrobiologiska laboratoriet på Hallands sjukhus Halmstad inte normalt tillhandahåller dessa kom vi överens om att lägga ut två stycken blodagarplattor á 9 cm i \emptyset istället.

Aktiv luftprovtagning

Vid aktiv provtagning används en portabel apparat som heter MAS-100, Microbial Air Sampler. MAS-100 suger in 1 m³ luft på 10 minuter genom ett perforerat lock. Luften pressas ner på en agarplatta som sedan analyseras på ett mikrobiologiskt laboratorium och antalet bakteriebärande enheter (colony forming units, cfu) räknas per kubikmeter, dvs. cfu/m³ (SIS TS 39:2015).



Bild 2 MAS-100



Bild 3 Perforerat lock till MAS-100

Val av agarplattor

Petriskålar med blodagar valdes i studien för att de mikroorganismer vi förväntar oss finna i miljön på en operationsavdelning, det vill säga miljöbakterier och hudflora, tillväxer väl på blodagar. Även bakterien *Pseudomonas species* och mögelsvampen *Aspergillus* som vi misstänker skulle kunna växa i en luftavfuktare växer på blodagar.

När formuleringen *luftprovtagningarna/provtagningarna* hädanefter används innefattar det både aktiv och passiv luftprovtagning om inget annat skrivs i texten.

Luftavfuktare Dantherm i protes- och sterilförråd

Avfuktaren som projektet beslutat vara den bäst lämpade är av märket Dantherm och kommer installeras i *protesförrådet* på operation i Halmstad samt i *sterilförrådet* på operation i Varberg. De kommer dock skilja sig i storlek då sterilförrådet i Varberg är större än protesförrådet i Halmstad, så det krävs högre kapacitet av avfuktaren där.



Bild 4 Avfuktare i protesförråd i Halmstad Dantherm CDF 10



Bild 5 Avfuktare i sterilförråd i Varberg Dantherm CDF 40

MODELL	CDF 10	CDF 40
Luftflöde (m ³ /t)	220	400
Avfuktningskapacitet vid 20°C/60% RH (l/24 t)	4,3	16,3

Produktblad Dantherm

Ljudnivå (dB(A))	40	40
Driftsområde (% RH)	40-100	40-100
Driftsområde (°C)	3-30	3-32
Höjd (mm)	600*	770
Bredd (mm)	535	1010
Djup (mm)	240	328
Vikt (kg)	28*	56,5

* Utan vattenbehållare

Dantherm kommer vara kopplad till hygrometern Elvaco CMa10w som är installerad på väggen. Hygrometern är kopplad till Teknisk Service som kan övervaka att avfuktaren går igång på i förväg inställd RF % i rummet. Teknisk Service får även ett larm om luftfuktigheten går upp och om inte avfuktaren startar som den är inställd att göra. Avfuktaren är kopplad till avlopp så den tömmer kondensvattnet automatiskt.

Ingen särskild rengöring av Dantherm avfuktarna har utförts under datainsamlingens gång. Rengöring utförs när den stängs av för säsongen i oktober. Avfuktarna tas då ner från väggen och bärs till ett utrymme som inte riskerar att bli kontaminerat när avfuktarna öppnas. Innan rengöring kommer även mikrobiologiska tester utföras inuti avfuktarna för att se om de är kontaminerade med mikroorganismer.

Kärlförråd

För att kunna jämföra resultatet och undersöka om det blivit bättre miljö i det observerade protesförrådet under sommaren utförs parallella undersökningar samtidigt i ett annat förråd med sterilt material på samma operationsenhet i Halmstad vilket är *kärlförrådet*. Kärlförrådet är av samma storlek som protesförrådet och används lika frekvent, dvs. att antalet dörröppningar till kärlförrådet är i det närmaste lika per dag. Även kärlförrådet kommer att bli försedd med en luftavfuktare men av en annan sort (Wood's DS 36 PRO). Den varianten står på golvet och har en vattenbehållare som töms manuellt av personalen på operationsenheten. Avfuktaren är heller inte kopplad till hygrometern Elvaco CMa10w som är installerad i rummet utan är manuellt inställd på när den ska gå igång. Dock är den inte inställd på en särskild RF % eftersom den inställningen saknas vilket gör Wood's avfuktaren svårinställd. Beslutet att avfukta förråden på operation har tagits av operationsenheten och gjorts de senaste åren eftersom problematiken med hög luftfuktighet varit mycket stor. Förrådet har avfuktats utan att den mikrobiella nivån i luften har kontrollerats. Ur ett patientsäkerhetsperspektiv har verksamheten valt att avfukta förrådet för att kunna säkerställa att emballagen inte blivit fuktiga och därmed riskerat att kontamineras.

[Produktblad Wood's](#)

Specifikation - DS36 PRO

Max. arbetsområde	190 m ²
Rek. arbetsområde	10-95 m ²
Luftgenomströmning Steg 1	197 m ³ /h
Luftgenomströmning Steg 2	336 m ³ /h
Avfuktning vid 20°C & 70% RF	13,2 liter
Avfuktning vid 35°C & 80% RF	20,8 liter
Effekt vid 20°C & 70% RF	290 W
Effekt vid 35°C & 80% RF	510 W
Arbetsintervall temperatur	+5 till +35°C
Tankvolym	10,4 liter
Fläktsteg	2
Mått LxBxH	406x343x527 mm
Vikt	26 kg
Ljudnivå	ca 38-58 dB
Kylmedia, freonfritt	R134A (260 g)
Skyddsklass	IP21 (X1)
Strekkod	650737448295

Wood's uppsamlingskäril för kondensvatten töms flera gånger varje dag av personalen på operation. Uppsamlingskärilet städas enligt rutin en gång i veckan med rengöringsmedel och vatten samt ytdesinfektion för att förhindra beläggning av biofilm vilket fungerar som en skyddsbarriär för bakterier (Socialstyrelsen, 2006).

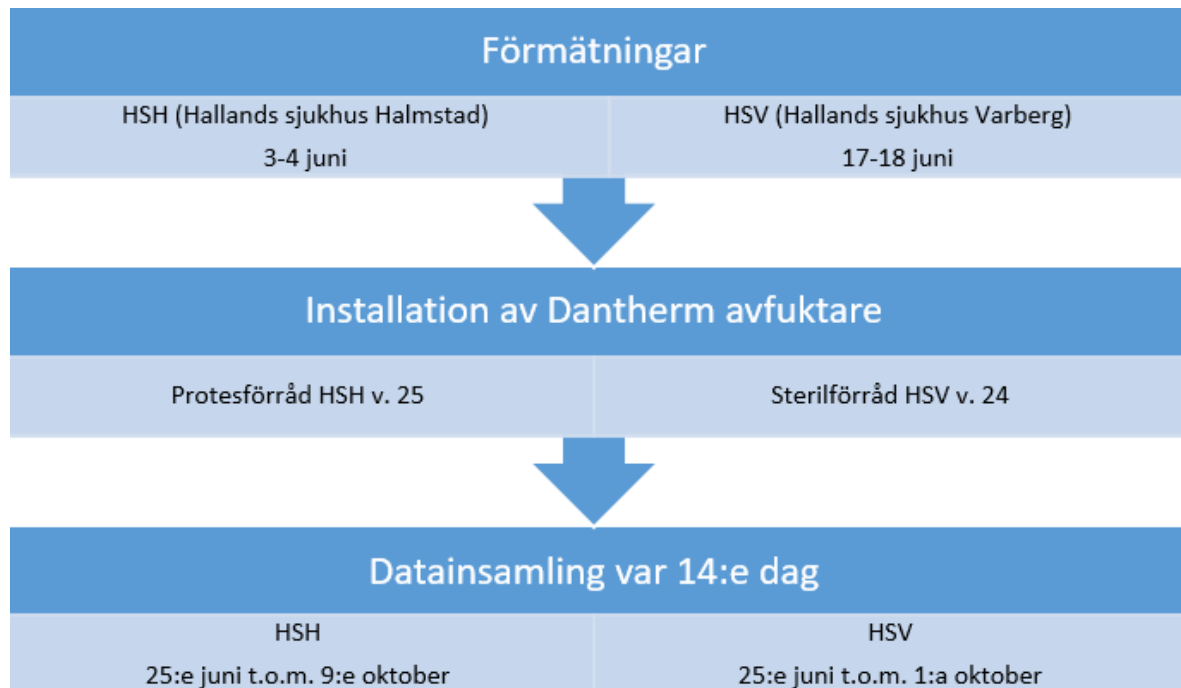
Apparatförråd

För att ytterligare undersöka om t.ex. bakterietillväxten i luften ökar med stigande luftfuktighet provtogs ett förråd med osterilt material vilket kallas *apparatförrådet*. I det här förrådet sker ingen avfuktning. Det här utfördes endast för att se hur luftkvaliteten påverkas i rum utan avfuktningssåtgärd. Hygrometern som används i det här rummet är av en annan sort, testo 175H1. Den är manuell och portabel och rapporterar ingen data direkt till Teknisk Service eftersom det inte finns några luftfuktighetskänsliga emballage i detta förråd.

Åtta aktiva och passiva luftprovtagningar per förråd utfördes sommaren 2020.

Inga andra förråd mäts på operation i Varberg då vi anser att det i detta skede är tillräckligt att mäta i fler förråd på operation i Halmstad.

Datainsamling



För att få ett utgångsvärde provtogs protes-, steril- och kärlförråd före installation av luftavfuktarna. Även apparatförrådet provtogs vid samma tidpunkt även om det inte installeras en luftavfuktare där.

Protes-, steril-, kärll- och apparatförråd provtogs fortlöpande var fjortonde dag hela sommaren från slutet av juni till början av oktober för att se förändringen över tid samt i årstiden då problemen med luftfuktighet är som störst. Nedan följer en detaljerad beskrivning av hur datainsamlingen gick till. Samma metod utfördes i alla fyra förråden.

Dag 1

Blodagarplattor hämtas på det mikrobiologiska laboratoriet. Väl på operationsenheten hämtas assistentbord vilka är höj- och sänkbara. Bordet spritas av med ytdesinfektion. Assistentbordet höjs till 120 cm enligt rekommendationen i SIS TS 39:2015, bilaga A. Två stycken blodagarplattor märks med etiketter i botten samt på remiss. Blodagarplattorna placeras ut på bordet. Locket lyfts av agarplattorna. Locken placeras i en ren plastpåse som förvaras på assistentbordet under tiden den passiva luftprovtagningen pågår.

På remissen för passiv provtagning dokumenteras:

- Datum
- Tid
- Relativ fuktighet i procent (RF %)
- Temperatur
- Om avfuktaren vid utplaceringen var aktivt igång eller inte (gäller ej apparatförrådet som inte har någon avfuktare installerad)

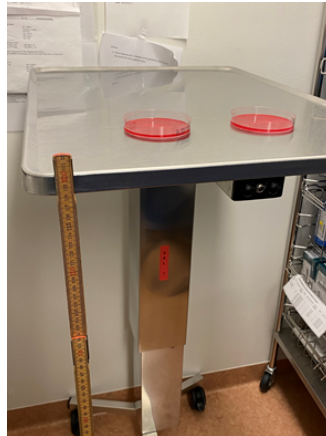


Bild 6 Dag 1 Halmstad passiv luftprovtagning



Bild 7 Dag 1 Varberg passiv luftprovtagning

Dag 2

Agarplattor för den aktiva luftprovtagningen hämtades på det mikrobiologiska laboratoriet. Väl på operationsenheten lades locken på blodagarplattorna från den passiva luftprovtagningen som stått 24 timmar. Dessa tejpades runt kanten för att förhindra ytterligare uttorkning under inkubationen på det mikrobiologiska laboratoriet.

På remissen för passiv luftprovtagning dokumenteras:

- Tid
- RF %
- Temperatur
- Om avfuktaren vid upphämtningen var aktivt igång eller inte (gäller ej apparatförrådet som inte har någon avfuktare installerad)

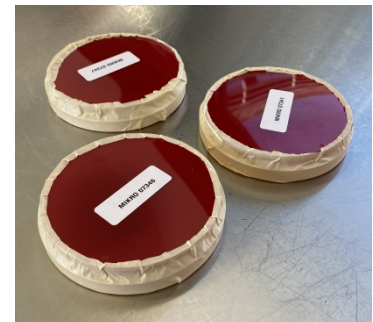


Bild 8 Blodagar med tejpad kant



Bild 9 och bild 10: Dag 2 i Halmstad, aktiv luftprovtagning

Aktiv luftprovtagning utförs på assistentbordet på samma höjd 120 cm.

På remissen för aktiv luftprovtagning dokumenterades:

- Tid
- RF %
- Temperatur
- Om avfuktaren var aktivt igång eller inte (gäller ej apparatförrådet som inte har någon avfuktare installerad)

På remisserna dokumenterades även om något under mätningen skiljer sig från det normala. Exempel kan vara att det under mättillfället är ovanligt hög aktivitet i förrådet, att personal rör sig in och ut eller att en dörr stod öppen vid ankomst.

Placeringen av assistentborden i de olika förråden skiljer sig åt. Det är på grund av att sedvanlig verksamhet bedrivs under mätinsamlingen. Assistentborden har således ställts så att verksamheten störs så lite som möjligt av mätningarna.

Analysmetod

På det mikrobiologiska laboratoriet på Hallands sjukhus Halmstad inkuberades agarplattorna från de aktiva luftprovtagningarna aerobt i 36 grader Celsius i ett dygn, sedan två dygn i rumstemperatur. Agarplattorna från de passiva luftprovtagningarna inkuberades aerobt i 36 grader Celsius i två dygn, sedan två dygn i rumstemperatur innan de analyserades. Detta i enlighet med de lokala rutinerna på mikrobiologiska laboratoriet på Hallands sjukhus Halmstad.

Analysen gjordes genom att antal colony forming units (cfu) räknas per platta. Antalet kolonier på platta ett och två från den passiva luftprovtagningen adderas samman. En grov skattning av bakterieart och/eller mögel görs i de fall det är sorter som normalt finns i omgivningen. Skulle det antas vara växt av *Pseudomonas*, *Enterobacteriace* eller *Aspergillus* artspecificeras kolonierna genom Maldi-TOF.

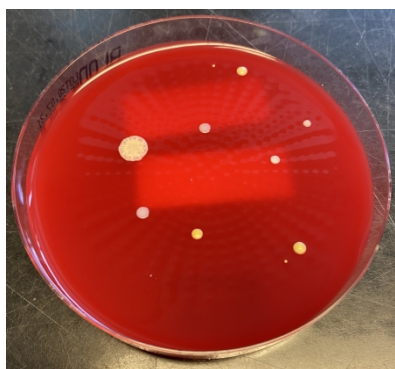


Bild 11 Agarplatta klar för analys

Vid 36 grader Celsius växer humanpatogener och hudflora bra medan miljöbakterier och mögelsvampar kan växa bättre i rumstemperatur. I rumstemperatur avstannar dock tillväxten av humanpatogener och hudflora och låter eventuella miljöbakterier och mögelsvampar att tillväxa istället. Det är förklaringen till att blodagarplattorna står både i 36 grader Celsius och i rumstemperatur.

Analyssvaren skickas ut till Vårdhygien Halland. Alla agarplattorna fotograferades när de var klara.

Analysen innefattade kontroll av RF % och temperatur vilket övervakats av två olika sorters hygrometrar. Protes- steril- och kärllförråden har en hygrometer av märket Elvaco CMA10w som är centralt kopplad till Teknisk Service. Apparatförrådet har en hygrometer av märket testo 175H1, vilken är en manuell hygrometer som inte är centralt kopplad.

Cfu värden i protes- steril- kärl och apparatförråd utfördes med aktiv och passiv luftprovtagning för att undersöka om de håller sig inom godkända nivåer relaterat till SIS TR 57:2020.

För att kunna analysera den insamlade datan stratifierade vi analysen, en för aktiv provtagning och en för passiv provtagning. De tabellerades i fyra olika tabeller, en tabell för vardera förråd, se tabell 2, 4, 6 och 7 nedan. Resultatet i tabellerna analyserades deskriptivt (Matthews & Matthews, 2016; Pallant, 2016).

Teknisk Service tillhandahåller grafer från hygrometrarna som är installerade i sterilförråd, protesförråd och kärllförråd. Graferna visar när avfuktarna varit aktiva.

Analysen utfördes med SPSS statistikprogram.

Etiska överväganden

Installationer av avfuktare utfördes på sommaren på berörda operationsenheter oberoende av studien. Installationerna har utförts utan att veta om de kontaminerar den sterila miljön. Den här studien undersöker effekten av avfuktarna och dess påverkan på miljön.

För optimal patientsäkerhet kunde känsligt material i protes- och sterilförrådet flyttas till Steriltekniska enheten som redan är luftavfuktad om det visade sig att Dantherm avfuktaren kontaminerar luften i protes- och/eller sterilförrådet för att säkerställa materialets sterilitet.

Enheterna informerades i förväg om att studien genomfördes. I övrigt var det ingen som kunde påverkas direkt negativt av mätningarna. Personalen kunde arbeta sedvanligt. Assistentborden var placerade på sådant vis att de skulle vara så lite i vägen för personalen som möjligt.

Inga personer blev direkt påverkade av studien. Inga känsliga uppgifter eller persondata har hanterats.

RESULTAT

Resultatet utgår från referensvärdena i Tabell 2 i den tekniska standarden SIS TR 57:2020. I den står att godkända värden är:

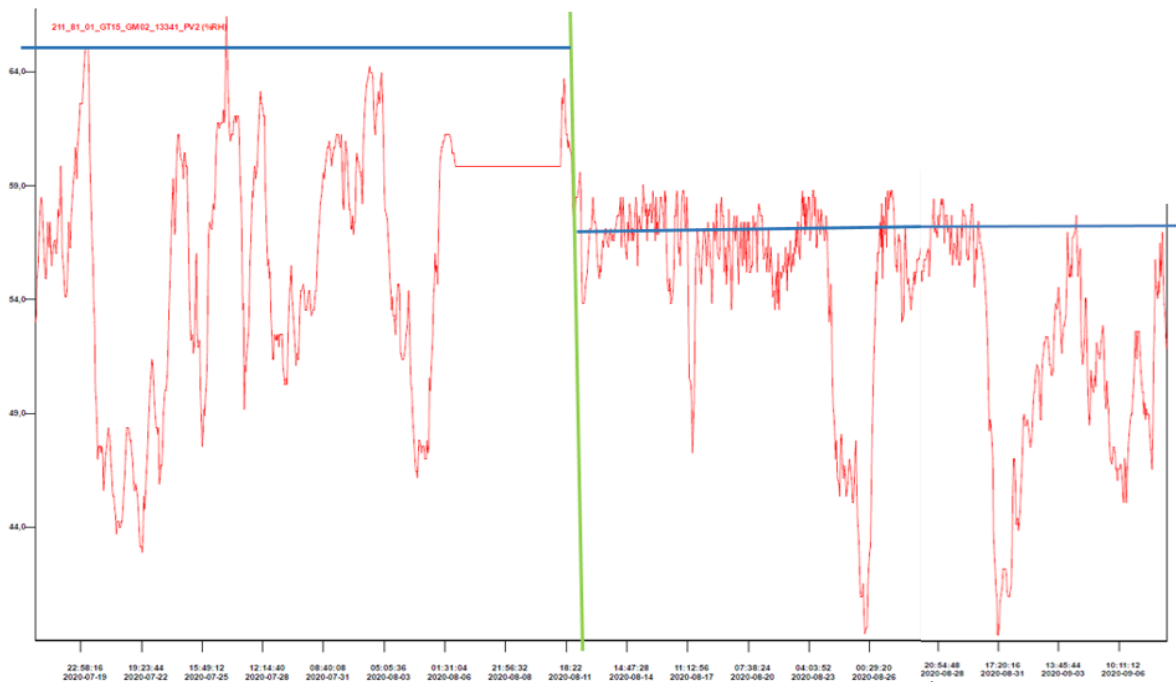
- RF % mellan 30-70 %
- Temperatur enligt tillverkarens anvisningar eller 22 ± 3 °C
- För den mikrobiologiska renheten i luften är det rekommenderade maxvärdet 100 cfu/m³

Teknisk Service har dokumenterade loggar över avfuktarnas aktivitet vilka redovisas nedan under respektive sterilförråd i Figur 1-3.

Protesförråd (Dantherm avfuktare, lilla modellen)

Avfuktarens aktivitet i protesförrådet

Dantherm avfuktaren var initialt inställd på att starta vid 65 % RF, vilket illustreras av den blå linjen uppe till vänster i Figur 1. I början av augusti uppdagades att materialet som förvarades i protesförrådet inte tål RF över 60 % enligt tillverkarens rekommendationer. Det ledde till att Teknisk Service justerade inställningarna så att Dantherm avfuktaren startar vid 57 % RF. Då Elvacos luftfuktighetssensor har en felmarginal på ± 2 % RF (Elvaco, 2017) är det inom marginalen till materialets övre gräns på 60 %. Det illustreras av den blå linjen till höger i Figur 1. Den gröna markeringen i Figur 1 visar när inställningen justerades från 65 % till 57 % vilket var den 13:e augusti 2020 (personlig kommunikation, 27 november 2020).



Figur 1 Dantherm avfuktarens aktivitet i protesförrådet från 200717–200909

Relaterat till kommunikationsmiss saknas grafer under de tre första veckorna som Dantherm var installerad. Från mitten av juli till justeringen den 13:e augusti var avfuktaren aktiv två kortare stunder. Efter justeringen på RF nivån från 65 % till 57 % var avfuktaren mycket mer aktiv, främst under tidsperioden 13:e augusti till 31:a augusti. Efter det var avfuktaren aktiv en gång i början av september. Relaterat till en omstart i programvaran på Teknisk Service har loggar och mätpunkter från 9:e september till mätningarna avslutades den 9:e oktober raderats och inga grafer finns att tillgå under tidsperioden. Relaterat till samma omstart av programvaran går det heller inte att få ut mätpunkter bakom graferna under tiden Dantherm avfuktaren var som mest aktivt under perioden 13-30 augusti (personlig kommunikation, 27 november 2020).

Resultatet kommer följaktligen vara baserat på de två mätningarna gjorda under tiden som avfuktaren var som mest aktiv.

Tabell 1 cfu värden när Dantherm var mest aktiv

Protesförråd	
Aktiv luftprovtagning	
Datum	Antal cfu
2020-08-13	11
2020-08-28	11

De aktiva luftprovtagningarna utförda när avfuktaren var som mest aktiv visar värden som är väl under gränsen på 100 cfu/m³, se Tabell 1.

Det sammanlagda resultatet i protesförrådet visar att värdena genomgående har legat inom godkända nivåer på RF % samt temperatur.

Gällande cfu har värdena mestadels varit väl under 100 cfu/m³ förutom en gång då värdet var 151 cfu/m³. Sett till medelvärde och median har värdena hållit sig inom rekommenderade nivåer. Se Tabell 2.

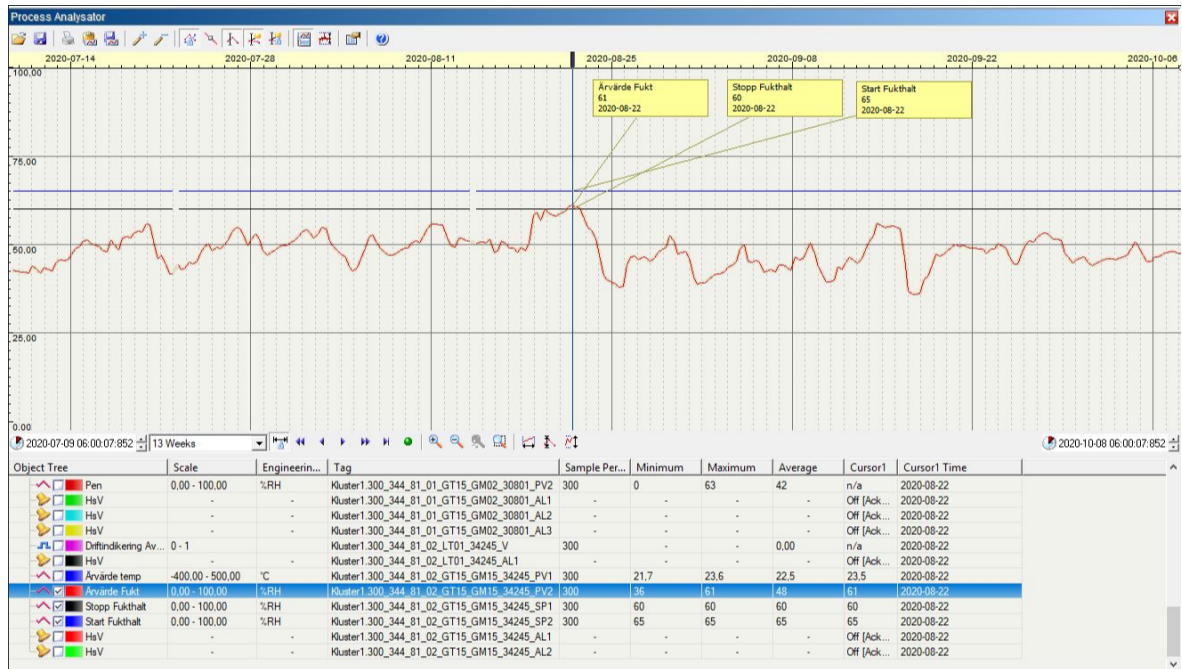
Tabell 2 Sammanställning av den insamlade datan i protesförråd

	Protesförråd Operation Hallands sjukhus Halmstad									
	Passiv luftprovtagning					Aktiv luftprovtagning				
	Medelvärde	Median	Minimum	Maximum	S.D.	Medelvärde	Median	Minimum	Maximum	S.D.
RF % före	54.5	54.0	42.0	62.0	6.5	.	.	.	.	.
RF % efter	50.5	53.0	41.0	59.0	6.9	50.6	53.0	41.0	59.0	6.8
Temp före	20.8	20.6	20.2	21.6	.6	.	.	.	.	.
Temp efter	20.9	21.0	20.2	21.7	.5	20.9	20.9	20.2	21.7	.5
Totalt antal cfu	5.9	4.0	2.0	15.0	4.4	29.6	11.0	3.0	151.0	49.6

Sterilförråd (Dantherm, stora modellen)

Avfuktarens aktivitet i sterilförrådet

I sterilförrådet i Varberg har Dantherm avfuktaren till synes inte behövt vara aktiv. RF har hållit sig inom referensvärdet 30-70 %. I sterilförrådet var avfuktaren inställd på att aktiveras vid 65 % RF vilket ses på den blå linjen i Figur 2.



Figur 2 Luftavfuktarens aktivitet i sterilförrådet från 200709-201008

Det tog tid för mätningarna i sterilförrådet att börja registreras. Detta relaterat till tekniska svårigheter vid installation. Därav påbörjades inte mätningarna hos Teknisk Service förrän den 9:e juli.

Tabell 3 Sterilförrådets cfu värden under samma tid som Dantherm var som mest aktiv i protesförrådet

Sterilförråd	
Aktiv luftprovtagning	
Datum	Antal cfu
2020-08-06	48
2020-08-20	59

Jämförs sterilförrådets cfu under samma tid som Dantherm avfuktaren var som mest aktiv i protesförrådet ses väsentligt högre värden, om än väl under gränsen på 100 cfu/m³. I sterilförrådet var avfuktaren inte aktiv under samma tid. Se Tabell 3.

Sterilförrådet i Varberg har hållit sig inom referensvärdena gällande RF % och temperatur. Vid ett tillfälle uppmättes ett förhöjt cfu värde. Sett till medelvärde och median har cfu legat inom referensvärde, se Tabell 4.

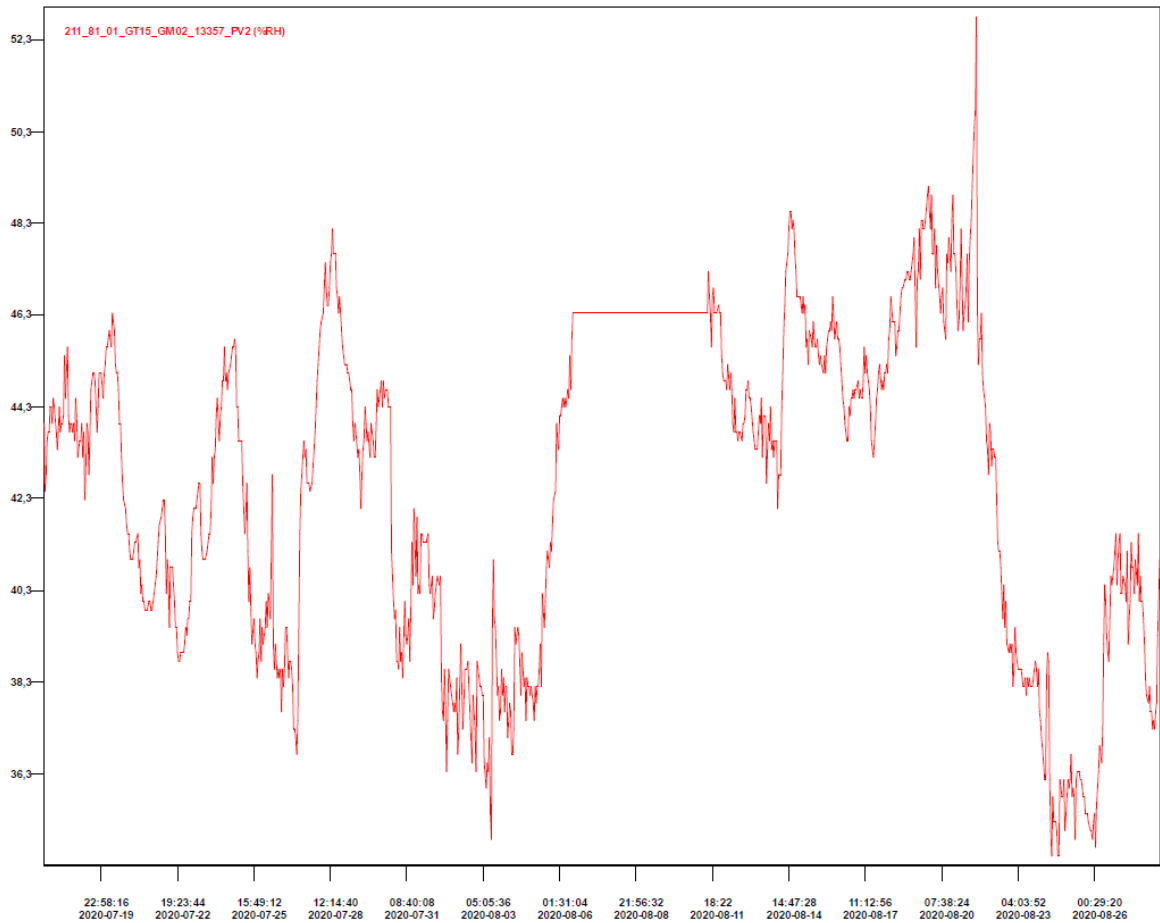
Tabell 4 Sammanställning av den insamlade datan i sterilförråd

	Sterilförråd Operation Hallands sjukhus Varberg									
	Passiv luftprovtagning					Aktiv luftprovtagning				
	Medelvärde	Median	Minimum	Maximum	S.D.	Medelvärde	Median	Minimum	Maximum	S.D.
RF % före	47.8	46.0	43.0	58.0	5.5	.	.	.	.	.
RF % efter	48.9	47.0	42.0	59.0	6.4	48.9	47.0	42.0	59.0	6.4
Temp före	22.6	22.5	22.1	23.4	.5	.	.	.	.	.
Temp efter	22.6	22.5	22.1	23.5	.5	22.6	22.5	22.1	23.5	.5
Totalt antal cfu	19.1	16.5	9.0	35.0	10.2	48.1	53.0	8.0	115.0	35.0

Kärlförråd (Wood's avfuktare)

Avfuktarens aktivitet i kärlförrådet

Avfuktaren i kärlförrådet har varit mycket aktiv under perioden, vilket har observerats genom att den varit aktiv under majoriteten av mättillfällena. Den har varit igång så pass att det till och med varit nära lägsta värdet sett till RF %, där lägsta värdet som uppmättes var 33 %. Se Figur 3.



Figur 3 Wood's avfuktarens aktivitet i kärlförråd 200717–200909

Tabell 5 Kärlförrådets cfu värden under samma tid som Dantherm var som mest aktiv i protesförrådet

Kärlförråd	
Aktiv luftprovtagning	
<i>Datum</i>	<i>Antal cfu</i>
2020-08-13	45
2020-08-28	40

Jämförs sterilförrådets cfu under samma tid som Dantherm avfuktaren var som mest aktiv i protesförrådet ses väsentligt högre värden, om än väl under gränsen på 100 cfu/m³. I kärlförrådet var avfuktaren mycket aktiv under samma tid. Se Tabell 5.

I kärlförrådet har värdena legat inom rekommenderade gränser när det gäller RF % och cfu. Gällande temperatur har den överstigit maxvärde vid några tillfällen, men håller sig inom gränsvärdet sett till medelvärde och median. Se Tabell 6.

Tabell 6 Sammanställning av den insamlade datan i kärlförråd

	Kärlförråd Operation Hallands sjukhus Halmstad									
	Passiv luftprovtagning					Aktiv luftprovtagning				
	Medelvärde	Median	Minimum	Maximum	S.D.	Medelvärde	Median	Minimum	Maximum	S.D.
RF % före	40.9	41.5	33.0	46.0	4.5	.	.	.	.	.
RF % efter	40.6	40.5	37.0	44.0	3.4	40.8	41.0	37.0	44.0	3.5
Temp före	24.4	24.6	22.2	26.0	1.3	.	.	.	.	.
Temp efter	23.7	23.5	22.3	25.5	1.1	23.7	23.5	22.3	25.5	1.1
Totalt antal cfu	8.8	7.5	4.0	15.0	4.4	28.5	27.0	12.0	45.0	12.2

Apparatförråd (ingen avfuktare)

Resultatet i apparatförrådet visar att värdena legat inom referensvärdena för temperatur och cfu. Den relativa fuktigheten har däremot varit över referensvärde vid ett mättillfälle. Sett till medelvärde och median har de legat inom referensvärde. Se Tabell 7.

Tabell 7 Sammanställning av den sammanlagda datan i apparatförråd

	Apparatförråd Operation Hallands sjukhus Halmstad									
	Passiv luftprovtagning					Aktiv luftprovtagning				
	Medelvärde	Median	Minimum	Maximum	S.D.	Medelvärde	Median	Minimum	Maximum	S.D.
RF % före	60.4	61.7	49.3	70.2	7.2	.	.	.	.	.
RF % efter	56.1	59.0	45.1	63.6	6.7	56.2	59.0	45.1	63.6	6.6
Temp före	20.4	20.2	19.9	22.2	.8	.	.	.	.	.
Temp efter	20.2	20.1	19.7	20.7	.4	20.2	20.1	19.7	20.7	.4
Totalt antal cfu	7.1	6.0	.0	14.0	4.2	8.9	5.5	3.0	31.0	9.2

Eftersom ingen hygrometer varit installerad i apparatförrådet av sorten som är kopplad till Teknisk service finns heller inga grafer över den relativa fuktigheten över tid som det finns för de andra förråden.

DISKUSSION

Resultatdiskussion

I de allra flesta fall höll sig RF %, temperatur och cfu inom rekommenderade referensvärden (SIS TR 57:2020) i alla studerade förråd. Det finns dock tre undantag. Vid ett mättillfälle i protesförrådet uppmättes 151 cfu (Tabell 2). Den är att betrakta som en outlier, dvs. ett avvikande värde. Det avviker så kraftigt som 3 standardavvikelser (SD). Vid den luftprovtagningen var tekniken till den automatiska dörröppnaren sönder och dörren fick således öppnas och stängas manuellt. Så vid tidpunkten inför den aktiva mätningen stod dörren öppen ca 20 cm. Det är dock oklart hur länge dörren stått öppen. Det kan vara en förklaring till det höga cfu värdet i protesförrådet, dvs. att orenheter helt enkelt kommit in från korridoren. Även den passiva luftprovtagningen uppmätte det vid det här mättillfället det högsta cfu värdet uppmätt i protesförrådet vilket var 15 cfu på 24 timmar. Det höga resultatet kan tolkas som att det är av högsta vikt att dörrar till steriltförråd hålls stängda för att behålla den rekommenderade renhetsgraden i rummet (SIS TR 57:2020).

I steriltförrådet uppmättes även där ett högt cfu värde vid ett tillfälle, 115 cfu. Även den är att betrakta som en outlier eftersom den också avviker 3 SD relaterat till de andra värdena. Vid det aktiva luftprovtagningstillfället var det mycket aktivitet i förrådet och många personer inne i förrådet samtidigt. Enligt Socialstyrelsen (2006) faller enorma mängder partiklar från en människas hud varje timme och av dem kan många vara bakteriebärande. Det kan vara anledningen till att cfu värdet var högt just vid det tillfället.

I kärlförrådet låg RF % och cfu värden inom rekommenderade gränser medan temperatur var avvikande hög vid några mättillfällen. Problemet med avfuktaren som var installerad i kärlförrådet var att den inte kunde ställas in på självvalda värden gällande RF %. Så den stod igång så pass mycket att det nästintill blev för torrt i förrådet, dvs. under 30 % (SIS TR 57:2020; SFBVH, 2016). En avfuktare som ofta är aktivt genererar mycket värme. Det ledde också till att det blev för varmt i kärlförrådet sett till rekommendationerna (SIS TR 57:2020).

Som det nämndes i introduktionen fanns det flera studier som visade att i RF % och temperaturkontrollerade miljöer är tillväxten av mögel och bakterier generellt låg (Moungthong et.al., 2014; Quartim de Moraes Bruna et.al., 2012; Samimi & Ross, 2010; Standard et.al., 1973). Det är också det som eftersträvas i de sterila förråden på Hallands sjukhus operationsenheter, dvs. en kontrollerad miljö för sterilt gods som leder till en ökad patientsäkerhet (SIS TR 57:2020).

Ett förråd som blir för varmt och för torrt relaterat till att den installerade avfuktaren inte kan ställas in på önskade värden kan inte klassas som en kontrollerad miljö. Det är inte heller adekvat med uppsamlingskärl för kondensvatten där risken för biofilm och eventuell bakteriell tillväxt finns (SFBVH, 2016). Relaterat till de argumenten kommer Wood's avfuktaren inte rekommenderas för avfuktning av sterila miljöer i den här studien, även om resultatet visar att antal cfu var inom accepterade värden.

Sett till funktionen av de två olika avfuktarna så höll sig Dantherm bättre inom referensvärdena än Wood's. Det som även talar till Dantherms fördel är att den kommunicerar med Elvaco hygrometern på väggen som är kopplad till Teknisk Service. Det innebär att den startar automatiskt på en förinställd RF % samt stannar när RF % är nere på en förinställd önskad nivå. Dantherm är även kopplad direkt till avlopp vilket innebär att personalen på enheten inte behöver tömma behållare fulla med kondensvatten och ha rutiner på att rengöra dem. Dropptråget i Dantherm kvarhåller till synes inget vatten så risken för biofilm och därmed tillväxt av mikroorganismer minimeras då det rinner rakt ut i avloppet.

Det som däremot talar till Dantherms nackdel är att det är något problematiskt att ta ner dem från väggen vid rengöring. Särskilt den stora varianten är mycket tung. Det är av vikt att försöka undvika att öppna avfuktarna inne i förråden för att inte släppa ut eventuella orenheter som finns inne i avfuktaren ut i miljön. Vid de tillfällena som Dantherm rengjordes har de för ögat sett rena ut. Miljöprovtagningar i avfuktaren utfördes innan rengöring. I avfuktaren i protesförrådet hittades endast 1 koloni *Bacillus sp.* och 1 koloni mögelsvamp på 7 st. odlingspinnar. Det analysresultatet anses av Mikrobiologen i Halmstad vara mycket väl godkänt. I steriltförrådet växte en koloni av mögelsvampen *Aspergillus* på 6 st. odlingspinnar. Det är en mycket liten mängd vilket tolkas som att det inte finns tillväxt av mikroorganismer i avfuktaren. Rengöringsproceduren kommer att diskuteras och ses över till uppföljningsmätningarna nästa år.

Kapaciteten på luftgenomströmningen skiljer sig mellan de olika avfuktarna. Protesförrådets mindre variant Dantherm CDF 10 har ett luftflöde på 220 m³/h medan den stora Dantherm CDF 40 i steriltförrådet har en kapacitet på 400 m³/h (www.dantherm.com). Avfuktaren Wood's DS36 PRO i kärlförrådet har två olika lägen; läge 1 med 197 m³/h och läge 2 med 336 m³/h (woods.se). De gånger Wood's avfuktaren har observerats har den varit aktiv på läge 2.

Apparatförrådet var utan avfuktare vilket genererade mer varierande RF värden med något enstaka värde som översteg 70 %.

Metoddiskussion

Både aktiv och passiv provtagning gjordes för att se vilken av metoderna som gav flest kolonier på blodagarplattorna. Valet att frångå SIS TS 39:2015 gällande tidsaspekten på den passiva provtagningen var för att de förprover som togs innan datainsamlingen startade inte visade någon växt alls på mättiden 1 tim±5 min som standarden anger. Därav ökades tiden till 24 timmar. Det genererade således att plattorna för passiv provtagning utsattes för drygt 5,5 m³ luft under 24 timmar baserat på uträkningen:

$$\text{Agarplattornas } \varnothing = 9 \text{ cm}$$

$$\text{Agarplattans area beräknas: } (9\text{cm})^2 \times \pi = 64 \text{ cm}^2$$

$$\text{Två 9 cm agarplattor: } 2 \times 64 \text{ cm}^2 = 128 \text{ cm}^2 \approx 130 \text{ cm}^2$$

Sedimentationshastighet på partiklar: 18 m/h (SIS TS 39:2015)

Plattorna tar emot: $0,013 \text{ m}^2 \times 18 \text{ m/h} = 0,23 \text{ m}^3/\text{h}$

På 24 timmar tar plattorna således emot: $0,23 \text{ m}^3/\text{h} \times 24 \text{ h} = 5,52 \text{ m}^3/24 \text{ h}$

Hade cfu värdet i förrådet varit det maximalt tillåtna enligt SIS TS 39:2015, dvs. 100 cfu/m³ hade plattorna haft en växt av totalt 552 cfu på 24 h vilket ger ett medeltal på 23 cfu per timme. Resultatet i den här studien visar att cfu värden ligger långt under det i alla förråd.

I standarden SIS TS 39:2015 rekommenderades plattor till passiv luftprovtagning som var 14 cm Ø. Hade de använts hade de blivit utsatta för 0,2772 m³/h istället för 0,23 m³/h som den här studien hade. Relaterat till vad resultatet visade kan slutsats dras att det inte hade större betydelse då cfu värdet ändå hade varit väl inom gränsvärdet.

Enligt SIS TS 39:2015 skall även partiklarna kunna sedimentera utan avbrott ned på agarplattorna vid passiv provtagning. Eftersom de uppmätta cfu värdena var låga kan en teori till det vara att ventilationen är så pass bra i förråden som studerades att sedimentationen inte skett ostört. En annan förklaring i protes- och kärlförrådet kan vara att avfuktarens utluft stört sedimenteringen. Sterilförrådet kan dock inte riktigt inkluderas i detta resonemang relaterat till att avfuktaren till synes inte varit aktiv under sommaren 2020.

Enligt SIS TS 39:2015 kan både blodagar och TSA användas som substrat till aktiv och passiv luftprovtagning. De omgivningsbakterier, *Pseudomonas sp* och svampar studien intresserade sig för växer bra på båda substraten. Eftersom det inte är någon skillnad mellan dessa gällande de mikroorganismer som eftersöks i studien föll valet i detta fall på blodagar som är mer lättillgänglig på det mikrobiologiska laboratoriet.

Blodagarplattorna som lades ut till den passiva luftprovtagningen i kärlförrådet hade vid flera mätningar avdunstat mer än 50 % relaterat till värmen och det torra klimatet i förrådet. Trots detta växte bakteriekolonier på plattorna vid analys. Vid ett tillfälle lades fyra plattor ut varav 2 stycken förfuktades med 5 ml natriumklorid för att förhindra uttorkning. De förfuktade plattorna hade inte torkat lika mycket men cfu var marginellt mindre på dem.

Sett till resultatet så påvisar den aktiva luftprovtagningen mer växt per mätning än den passiva provtagningen. Särskilt sett till att den aktiva provtagningen endast mäter 1 m³ luft jämfört med den passiva provtagningens 5,5 m³ och ändå får högre antal cfu. Det tolkas som att den aktiva provtagningen bättre påvisar hur cfu värdena är i verkligheten.

Relaterat till resultatet som visas i tabell 2, 4, 6 och 7 samt faktorerna att aktiv luftprovtagning är lättare att genomföra samt bidrar till mindre störning i den dagliga verksamheten på operationsenheten kommer fortsättningsvis endast aktiv luftprovtagning utföras i förråden framöver.

För studiens utformning hade det varit optimalt om kärlförrådet varit utan avfuktare. Då hade jämförelsen mellan protesförråd och kärlförråd varit lättare att genomföra. Det rådande klimatet under sommaren tillät dock inte att kärlförrådet stod utan avfuktning relaterat till det sterila materialet som förvaras där. Kärlförrådet är även det enda förråd på operation i Halmstad som är av liknande storlek som protesförrådet. Således har även Wood's avfuktaren utvärderats i studien.

Studiebegränsningar

Tre studiebegrensningar har uppmärksammats under studiens gång. Den ena är att sommarens klimat år 2020 var ovanligt torrt relaterat till föregående år då problemen med hög luftfuktighet upplevts varit större. Således har Dantherm avfuktarna inte varit aktiva under studiens hela datainsamling vilket ger lite data att dra resultat från. Den andra är kommunikationsmissen och programupprätningen som gjorde att grafer på Dantherm avfuktarens aktivitet i protesförrådet inte finns över hela insamlingsperioden. Den tredje studiebegrensningen var problemen att få igång mätningen från Elvaco hygrometern i steriltförrådet gjorde att tre veckor missades initialt i datainsamlingen.

Slutsats

Studiens slutsats är att Dantherm avfuktaren till synes bidrar till en kontrollerad miljö i förråd med sterilt material. De gånger den varit aktiv har den inte kontaminerat miljön med mikroorganismer. Dantherm avfuktaren kommer att installeras i fler sterila förråd på Hallands sjukhus. Den kommer grundligt att utvärderas under nästkommande år, särskilt vid hög luftfuktighet för att kunna säkerställa att värdena fortsatt håller sig inom rekommenderade nivåer gällande temperatur, RF % och cfu.

Mätningar på de nya Dantherm avfuktarna samt kontrollmätningar på befintliga avfuktare kommer nästa år endast göras med aktiv provtagning eftersom den metoden enligt studien hittar flest cfu och således bedöms visa verkligheten på det mest lämpliga sättet.

Det är även av vikt att enheterna undersöker leverantörernas rekommendationer på hur hög RF % respektive produkt tål så att avfuktaren kan ställas in adekvat så övre gräns inte överskrids.

Förhoppningen med studien är att fler vårdhygieniska enheter ser studiens metod som ett användbart sätt att utvärdera en lokal avfuktare och kan med hjälp av metoden i den här studien utföra egna studier i sterila förråd på andra sjukhus. Det kan möjligen bidra till fler förråd med kontrollerade miljöer året om vilket säkerställer att den sterila kedjan inte bryts, oavsett årstid. Det leder till en ökad patientsäkerhet och således även till en förbättrad folkhälsa.

REFERENSER

- Chalmers tekniska högskola. (2020). *Operation: Evidensbaserade konceptprogram. Högteknologiska vårdmiljöer för operation med interventions- och hybridsalar*. Program för teknisk standard. Centrum för vårdens arkitektur.
- Dantherm (u.å.). CDF 10-40-50-70 stationära avfuktare – Dantherm. Hämtad 7 december, 2020, från CDF 10-40-50-70 STATIONÄRA AVFUKTARE – Dantherm.
- Elvaco. (2017). Elvaco – Cma10w inomhussensor för temperatur/luftfuktighet, trådlös M-bus. Hämtad 7 december, 2020, från <https://www.elvaco.se/sv/product/sensors2/cma10w-inomhussensor-for-temperaturluftfuktighet-tradlos-m-bus--1050132>
- Folkhälsomyndigheten. (2020). *Patientsäkerhet och vårdrelaterade infektioner*. Hämtad 5 maj, 2020, från <https://www.folkhalsomyndigheten.se/smittydd-beredskap/vardhygien-och-vardrelaterade-infektioner/patientsakerhet-och-vardrelaterade-infektioner/>
- Förenade nationen, FN. (u.å.). *Sustainable development goals*. Hämtad 5 oktober, 2020, från <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>
- Hedin, G. (2020). *Vårdhygien – vårdrelaterade infektioner och antibiotikaresistens*. Liber AB.
- LVFS 2003:11. *Läkemedelsverkets föreskrifter om medicintekniska produkter*. Stockholm: Läkemedelsverket. Hämtad 5 oktober, 2020, från <https://www.lakemedelsverket.se/sv/lagar-och-regler/foreskrifter/2003-11#hmainbody1>
- Matthews, J.R. & Matthews, R.W. (2016). *Successful scientific writing* (4:e uppl.). Cambridge University Press.
- Moungthong, G., Klamkam, P., Mahakit, P., Chalermwatanachai, T., Sudaluck Thunyaharn, S. & Veerapol Monyakul, V. (2014). Efficacy of the Precise Climate Controller on the reduction of indoor microorganisms. *Asia Pacific Allergy* 4, 113-118. <http://dx.doi.org/10.5415/apallergy.2014.4.2.113>
- Pallant, J. (2016). *SPSS Survival manual* (6:e uppl.). Open University Press.
- Quartim de Moraes Bruna, C. & Uchikawa Graziano, K. (2012). Temperature and humidity in the storage area of sterile materials: a literature review. *Rev Esc Enferm USP* 46(5), 1212-7.

- Samimi, B. S. & Ross, K. (2010). Extent of fungal growth on fiberglass duct liners with and without biocides under challenging environmental conditions. *Applied Occupational and Environmental Hygiene*, 18(3), 193-199.
<https://doi.org/10.1080/10473220301357>
- SFS 2010:659. *Patientsäkerhetslag*. Stockholm: Socialdepartementet. Hämtad 5 maj, 2020, från https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/patientsakerhetslag-2010659_sfs-2010-659
- SFS 2017:30. *Hälso- och sjukvårdslag*. Stockholm: Socialdepartementet. Hämtad 5 maj, 2020, från https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/halso--och-sjukvardslag_sfs-2017-30.
- Socialstyrelsen. (2006). *Att förebygga vårdrelaterade infektioner – ett kunskapsunderlag*. Socialstyrelsen.
- Standard, P. G., Mallison, G. F. & Mackel, D. C. (1973). Microbial Penetration Through Three Types of Double Wrappers for Sterile Packs. *Applied Microbiology* 26(1), 59-62.
- Svensk förening för vårdhygien [SFVH]. (2016). *Hög luftfuktighet – påverkan på sterilt gods och förslag till åtgärder*. Hämtad från https://s3-eu-west-1.amazonaws.com/static.wm3.se/sites/16/media/106341_Luftfuktighet_slutversion_160921.pdf?1474478436
- Svenska institutet för standarder. (2015). *Mikrobiologisk renhet i operationsrum – Förebyggande av luftburen smitta – Vägledning och grundläggande krav*. (SIS-TS 39:2015). <https://www.sis.se/api/document/preview/105529/>.
- Svenska institutet för standarder. (2020). *Handbok för grundläggande rekommendationer för lagerhållning, hantering och transport av sterila medicintekniska produkter inom hälso- och sjukvård, tandvård och djursjukvård*. (SIS-TR 57:2020). <https://www.sis.se/produkter/halso-och-sjukvard/sterilisering/allmant/sis-tr-572020/>
- Vårdhandboken. (2018). *Smitta och infektioner*. Hämtad från <https://www.vardhandboken.se/vardhygien-infektioner-och-smittspridning/operationssjukvard/smitta-och-infektioner/>
- Vårdhandboken. (2019a). *Renhetsgrader*. Hämtad från <https://www.vardhandboken.se/vardhygien-infektioner-och-smittspridning/desinfektion-och-sterilisering-av-produkter/medicintekniska-produkter-med-specificerad-mikrobiell-renhet/renhetsgrader/>

Vårdhandboken. (2019b). *Metoder och kontroller. Medicintekniska produkter, sterilisering*. Hämtad från <https://www.vardhandboken.se/vardhygien-infektioner-och-smittspridning/desinfektion-och-sterilisering-av-produkter/medicintekniska-produkter-sterilisering/metoder-och-kontroller/>

Wood's (u.å.). *Wood's DS36 PRO ersatt med SW42FM och SW42FW*. Hämtad 7 december, 2020, från <https://woods.se/Produkter/utgaende/woods-ds36-pro/>

BILAGOR

Bilaga 1

Remiss miljöödling

Klinisk Mikrobiologi och Vårdhygien Halland

Susans studie Halmstad	Aktiv provtagning MAS 10 min, cfu/m ³ 1,2 m över marken Blodagarplatta	
	Provtagningsdatum:	Provtagningsstid:
Rum:	Remiss nr:	Lab nr:
Protesförråd 13341 RF %: Temp: Avfuktare igång? Ja / Nej		
Kärlförråd 13357 RF %: Temp: Avfuktare igång? Ja / Nej		
Apparatförråd 13309 RF %:		

Temp: (Se hygrometer som ligger ovanpå plåtskåpet (sprit-skåp) direkt in till höger i apparatförrådet)		
--	--	--

Bilaga 2

Remiss miljöödling

Klinisk Mikrobiologi och Vårdhygien Halland

Susans studie Halmstad	Passiv provtagning 24 h 1,2 m över marken Blodagarplatta 2 st.							
	Provtagningsdatum:	Provtagningsstid:						
Rum:	Remiss nr:	Lab nr:						
Protesförråd 13341 RF %: <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td style="text-align: center;">Före:</td> <td style="width: 50px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Efter:</td> <td style="width: 50px; height: 20px;"></td> </tr> </table> Temp: <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td style="width: 50px; height: 20px;"></td> <td style="width: 50px; height: 20px;"></td> </tr> </table> Avfuktare igång <i>före</i> ? Ja / Nej Avfuktare igång <i>efter</i> ? Ja / Nej	Före:		Efter:				Blodagar 1	
	Före:							
Efter:								
	Blodagar 2							

<p>Kärlförråd 13357</p> <p>Före: Efter:</p> <p>RF %: <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td style="width: 50px; height: 20px;"></td><td style="width: 50px; height: 20px;"></td></tr></table></p> <p>Temp: <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td style="width: 50px; height: 20px;"></td><td style="width: 50px; height: 20px;"></td></tr></table></p> <p>Avfuktare igång <i>före</i>? Ja / Nej</p> <p>Avfuktare igång <i>efter</i>? Ja / Nej</p>					Blodagar 1	
Blodagar 2						
<p>Apparatförråd 13309</p> <p>Före: Efter:</p> <p>RF %: <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td style="width: 50px; height: 20px;"></td><td style="width: 50px; height: 20px;"></td></tr></table></p> <p>Temp: <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td style="width: 50px; height: 20px;"></td><td style="width: 50px; height: 20px;"></td></tr></table></p> <p>(Se hygrometer som ligger ovanpå plåtskåpet (spritkåp) direkt in till höger i apparatförrådet)</p>					Blodagar 1	
Blodagar 2						

Tack!

Den här studien hade inte varit genomförbar utan mina fantastiska arbetskamrater på Vårdhygien Halland och Mikrobiologen som på olika sätt har bistått mig där jag själv faller till korta.

Tack till mina handledare, Gianluca Tognon och Arne Kötz för er värdefulla input. Till Kristina Carlén och Deborah Gustafsson på Högskolan i Skövde som gjorde min tidiga datainsamling möjlig vilket var en förutsättning för att genomföra den här studien. Till Teknisk Service, och i synnerhet till Fredrik Eriksson som bistått med alla grafer. Till Anders Holmén på FoUU för dina statistiska kunskaper. Till all personal på Sjukhusbiblioteket som idogt letat litteratur och artiklar i fulltext åt mig samt varit extra ögon i referenshanteringen.

Sist men inte minst, ett stort tack till dem som betyder allra mest: Jo'hana.