

Små vandvolumener er ikke en sikker vej for anvendelse af lavere temperaturer!

Resultater fra svensk forskningsprojekt

Charlotta Löfström

Temadag Legionella og brugsvand Teknologisk Institut 12/10 2021



RI.
SE

RESEARCH INSTITUTES OF SWEDEN

Hela Sveriges forsknings- och innovationspartner

Fakta om RISE-koncernen

- Finns över hela Sverige – och lite till.
- 2 800 medarbetare, varav 30 % disputerade forskare.
- Omsatte 3 miljarder SEK 2018.
- Driver över 100 test- och demonstrationsmiljöer, öppna för företag och lärosäten

Med vår kompetensbredd och unika expertis skapar vi nytta för många

Bioekonomi	Brand & risk	Cement & betong	Certifiering	Cirkulär ekonomi
Design	Elektronik	Energi & bränslen	Förpackning	Glas
Hälsa, vård & omsorg	ICT och Telecom	Jordbruk & livsmedel	Kemi, material & ytor	Life Science
Maritim	Maskinteknik	Mekanik	Metrologi & mätteknik	Papper och massa
Processutveckling	Samhällsbyggnad	Säkerhet	Transport	Trä
Vatten	Produktion	Korrosion	Arbetsmiljö	Kompositier
Tillverkningsprocesser	Metaller	Additiv tillverkning	Gjutning	Textil

Intro till projektet

- Säkert och energieffektivt tappvarmvatten - kontroll av Legionella i biofilm genom innovativ implementering av begränsade vattenvolymer
- Projektid: 2016-2020
- Huvudfinansiär:
Forskningsrådet Formas



Legionella, biofilm och temperatur



Legionella pneumophila



Sprids genom aerosoler som andas in



Drabbar främst individer med försvagat immunförsvar



Finns ofta i vattensystem som s.k. biofilm



Ett antal åtgärder används idag för att förhindra Legionella, men de är ofta ineffektiva eller skadar installationerna



Temperaturens påverkan på legionella:
<20 °C vilande
20-45 °C tillväxt
>45 °C avdödning, snabbare vid högre temp

Projekt mål

- Validera om begränsning av volym i varmvattensystem är en robust lösning för att förhindra etablering av legionella även vid temperaturer under 50 °C
 - Laboratorietester av tillväxt och minskning av biofilm med legionella
 - Utveckling och analyser av hur principen kan implementeras i verkligheten med hänsyn till flera aspekter



Deltagare

- RISE projektledare
 - Samverkan mellan mikrobiologi och energiteknik
- Lunds universitet
- 19 deltagare är med som medfinansiärer (in kind); fastighetsägare, teknikleverantörer, energibolag, konsulter
- Dialog också med Boverket och Folkhälsomyndigheten



Deltagare:

Alfa Laval AB
Bostads AB Mimer
Danfoss AB
Danmarks Tekniske Universitet
Elgocell AB
Fueltech AB
FVU AB
Göteborg Energi AB
HSB Riksförbund
Installatörsföretagen
Kyl & Värmepumpföretagen
Mälarenergi AB
Nibe Energy Systems
SABO Sveriges Allmännyttiga Bostadsföretag
SECON Svensk Energi Consult AB
Soletaer AB
Energiföretagen Sverige
Säker Vatten AB
WeCanTech AB

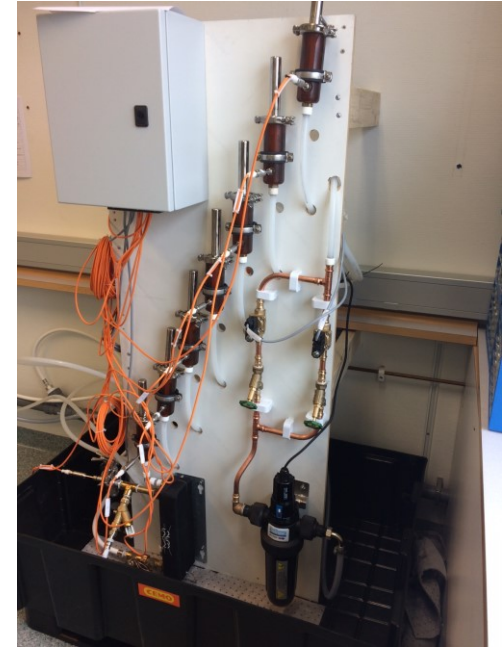
Bakgrund

Hur??

- Små varmvattensystem – begränsad volym
 - Ingen lagring av varmvatten
 - Ingen cirkulation av varmvatten
 - Direktberedning på lägenhetsnivå eller motsvarande
 - Vattnet värms upp när kranen öppnas
 - Därefter svalnar vattnet i ledningarna
- Hypotes: Robust system som inte är beroende av hög temperatur → Möjlighet sänka temperaturen.
- Dessutom, om legionella ändå uppstår är det lättare att spåra orsaken i ett begränsat system

Laboratorietester i bioreaktor och pilotskala

- Bioreaktor:
 - Test för att förstå hur Legionella överlever i en biofilm i ett vattensystem
 - Olika material, temperaturer...
 - Hjälper för att designa pilotskaleförsöken
- Pilotskala:
 - Bygga upp varmvattensystem som efterliknar ett verkligt system på laboratoriet



Fördelar/nackdelar med försöksupplägg

Bioreaktor

+

- Mikrobiologisk data vid fasta temperaturer
- Ger grundläggande input för modellering
- God reproducerbarhet

-

- Svårt testa snabba dynamiska temperaturförlopp
- Svårt att variera flöden in/ut i systemet

Pilotskala

+

- Möjligt att testa snabba dynamiska temperaturförlopp
- Liknar mer verkligt system (t.ex. flöde avsvainning och tid)

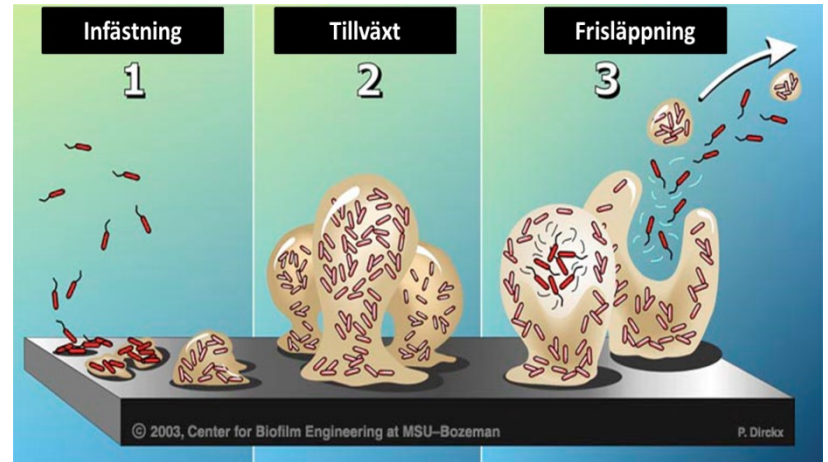
-

- Begränsning i antal provuttag
- Liten möjlighet till uppodling

Biofilm

Andra egenskaper än frilevande bakterier

- Ökad resistens mot rengöring- och desinfektionsmedel
- Ökad värmetålighet
- Ökad antibiotikaresistens



Vilka faktorer påverkar bildningen av biofilm?

- Ytmaterial → hydrofob/hydrofil
- Ytstruktur → skrovlig/slät
- Flödeshastighet
 - högt flöde → seg och kompakt biofilm
 - lågt flöde → slemmig biofilm
- Näringstillgång
- Vattentillgång
- Tid mellan rengöringstillfällen
- pH i omgivningen
- Omgivande temperatur
- Bakteriart(er)

Försök bioreaktor

Uppodling av typbiofilm utan Legionella i bioreaktor

Legionella tillsätts

Mätning Legionella och övrig biofilm över tid med mikrobiologisk analys.

Mäter genom att svabba kupongytorna i bioreaktorn



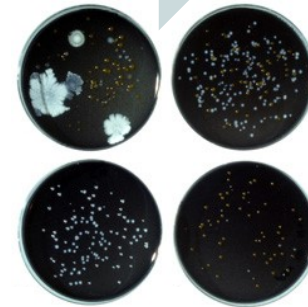
Typbiofilm

Aeromonas hydrophila

Escherichia coli

Empedobacter brevis

Pseudomonas aeruginosa



Odling
qPCR

Försök i bioreaktor med uppbyggd biofilm

- Temperaturer:
 - 50°C
 - 45°C
 - Rumstemperatur (21°C)
- Ytmaterial:
 - Koppar
 - PEX
 - Rostfritt stål

Ger oss viktig information om det finns skillnader i hur snabbt Legionella minskar i en definierad biofilm vid kontinuerligt vattenflöde

Uppbyggnad av naturlig biofilm på rena ytor

- PEX-ytor
- Rumstemperatur 20 ± 2 grader.
- Lågt flöde och omrörningshastighet
- Total avstängning under weekend

- Bestämning av totalantal (kimal) bakterier i biofilmen och i inkommande vatten



Resultat bioreaktor

Försök med uppbyggd biofilm

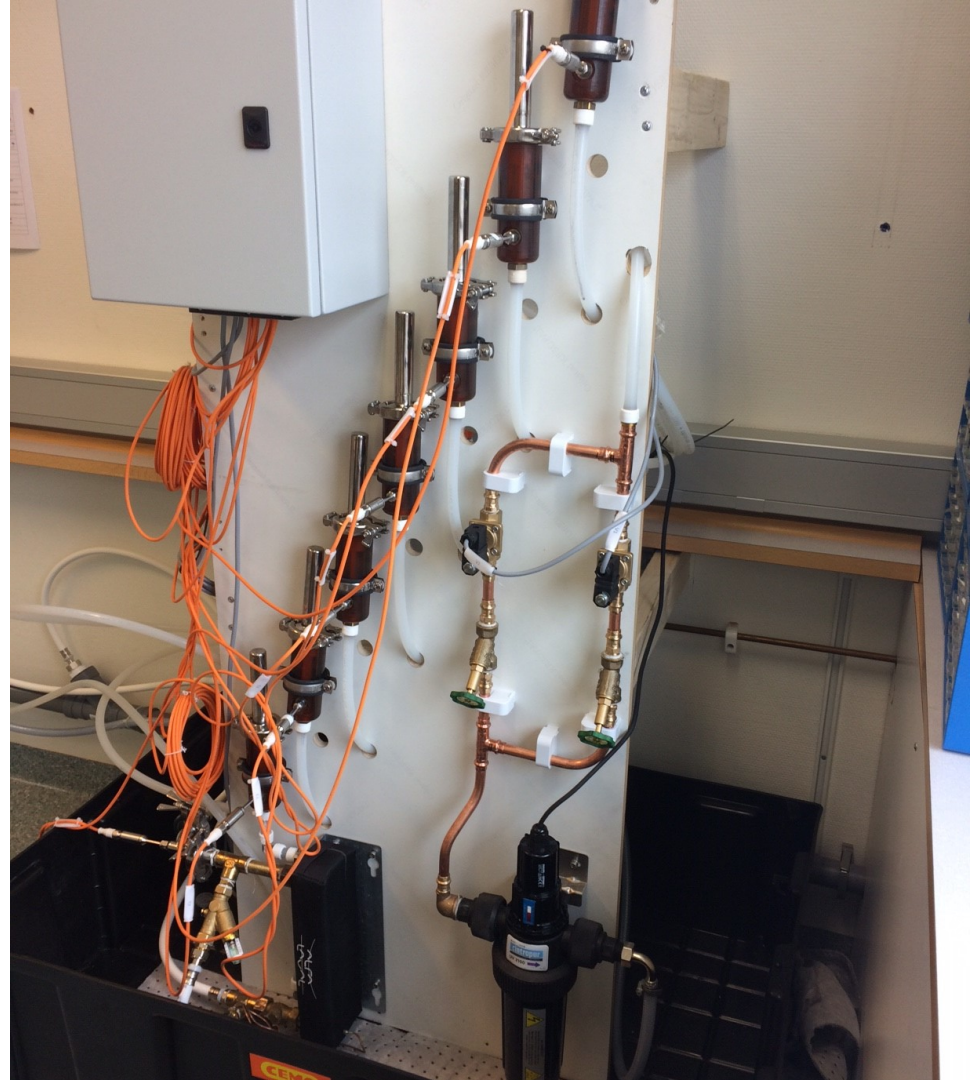
- Temperatur
 - Legionella (och även andra bakterier i biofilmen) dör snabbare vid 50°C jämfört med 45°C
- Ytmaterial
 - Kopparytor varierande resultat (behöver konditioneras)
 - Biofilm dör långsammare på PEX än på stål (små skillnader mellan material)

Försök med naturligt uppbyggd biofilm

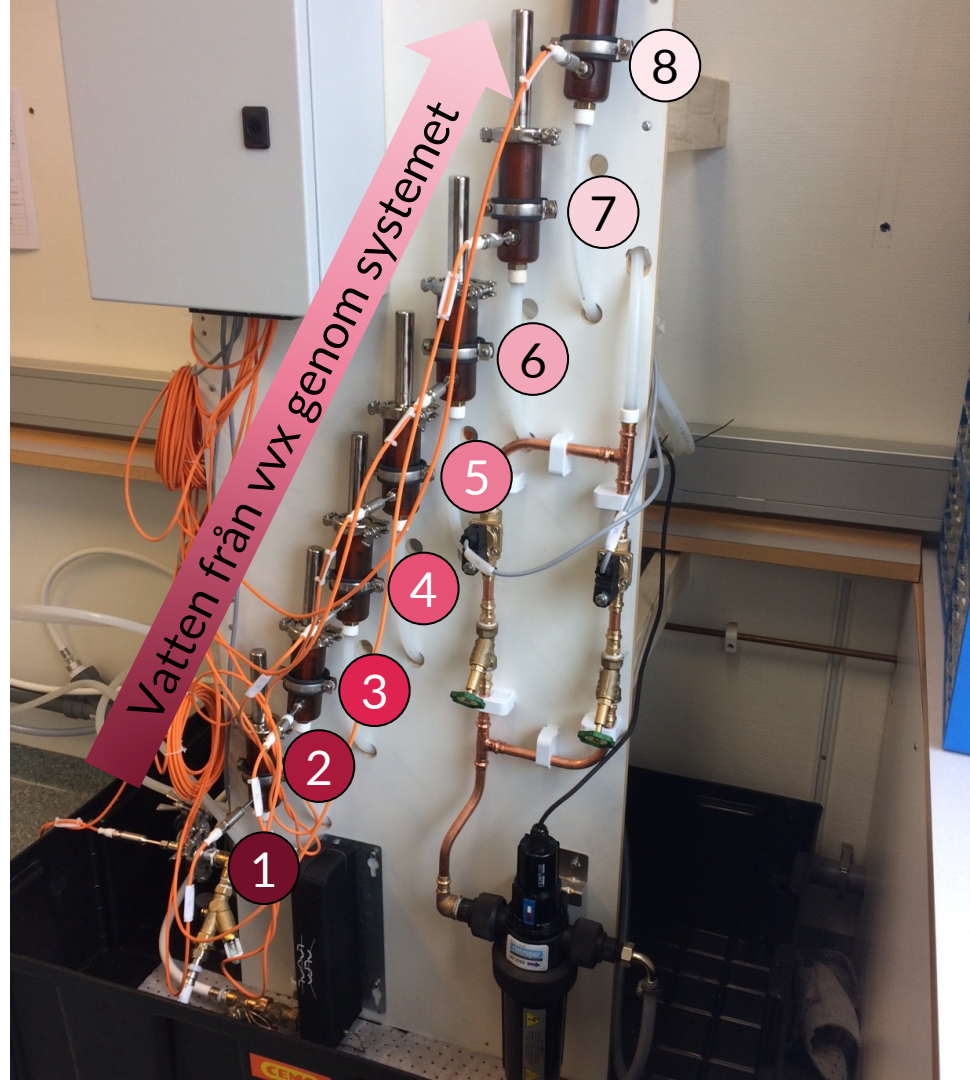
- En biofilm på ca 4 log cfu/provyta byggs upp på en vecka i bioreaktorn från kranvatten

Labbtester i pilotskala

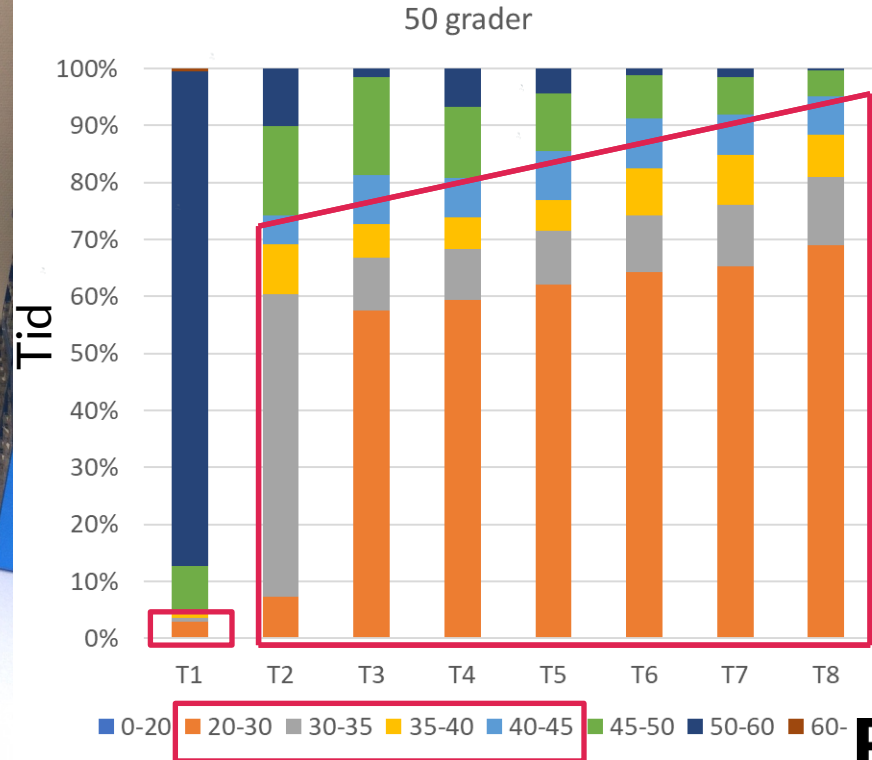
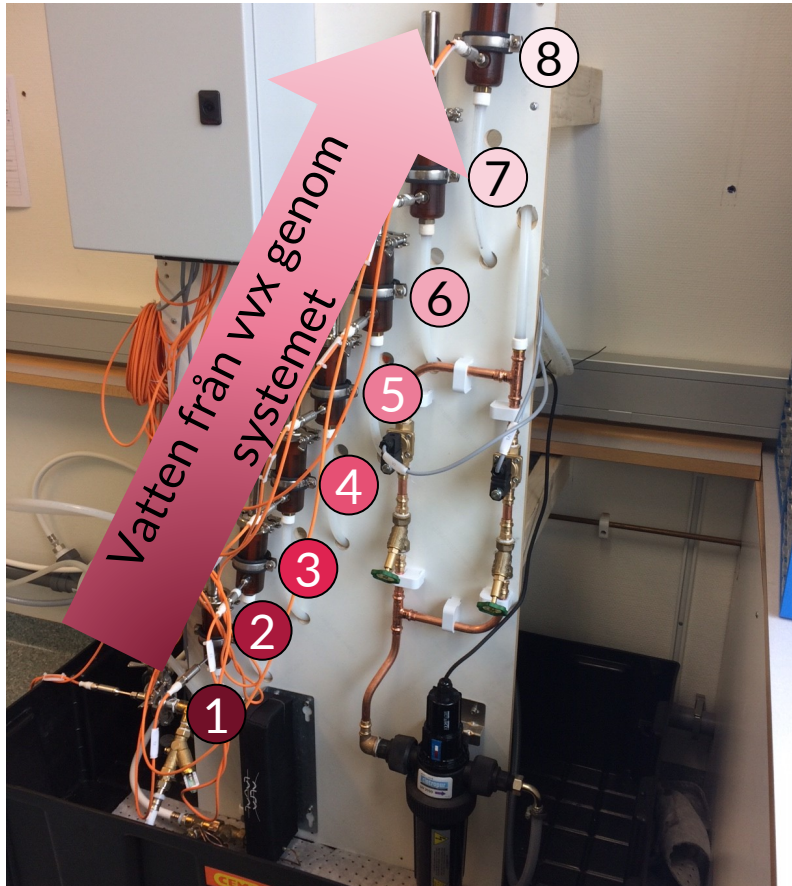
- Bygga upp varmvattensystem som efterliknar ett verkligt system i labb
- Uppvärmning – rör – tappställe
- Oisolerade PEX-rör
- Sju mätpunkter där biofilmsprover kan tas ut
- Två typer av tester:
 - Uppbyggnad av biofilm med legionella innan test
 - "Naturlig" uppbyggnad av biofilm
- Test med tappcykel, varierad temperatur
- Jämför 50°C och 45°C (vid tappstället)



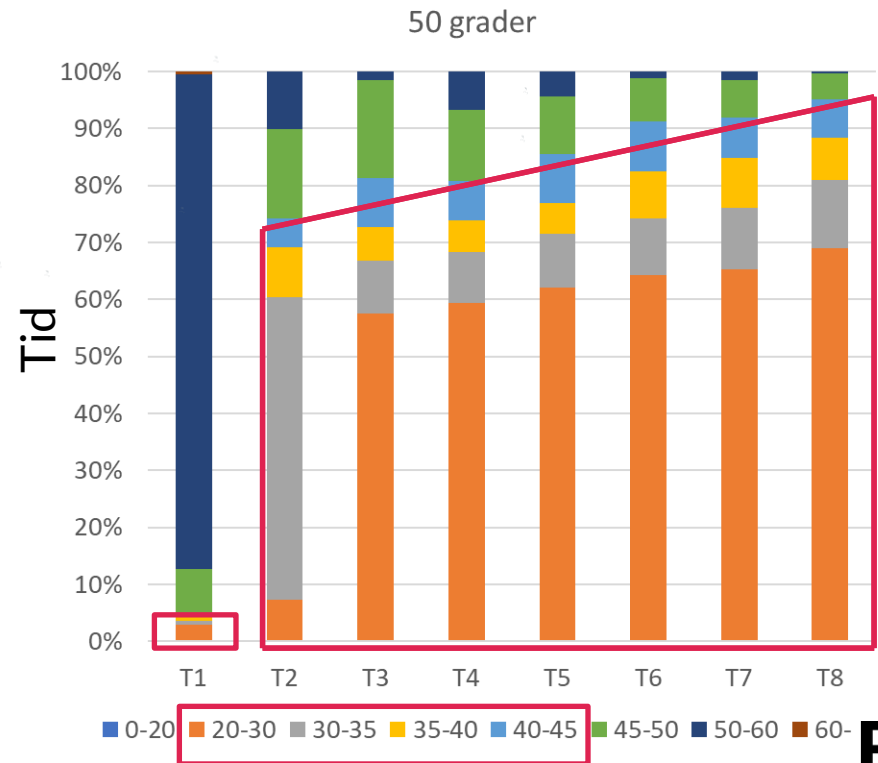
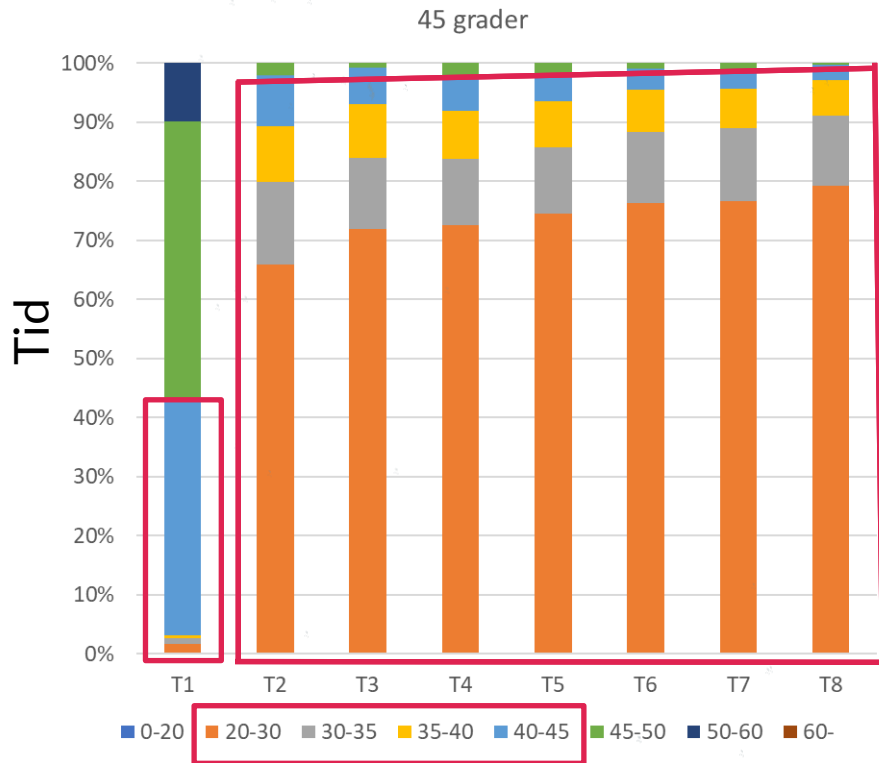
Labbtester i pilotskala



Temperaturer i riggen under tappcykel

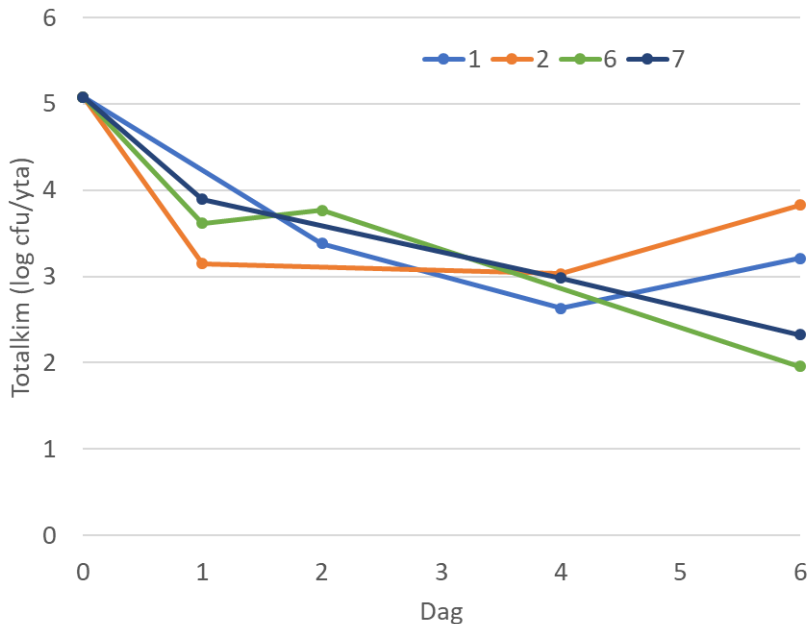


Temperaturer i riggen under tappcykel



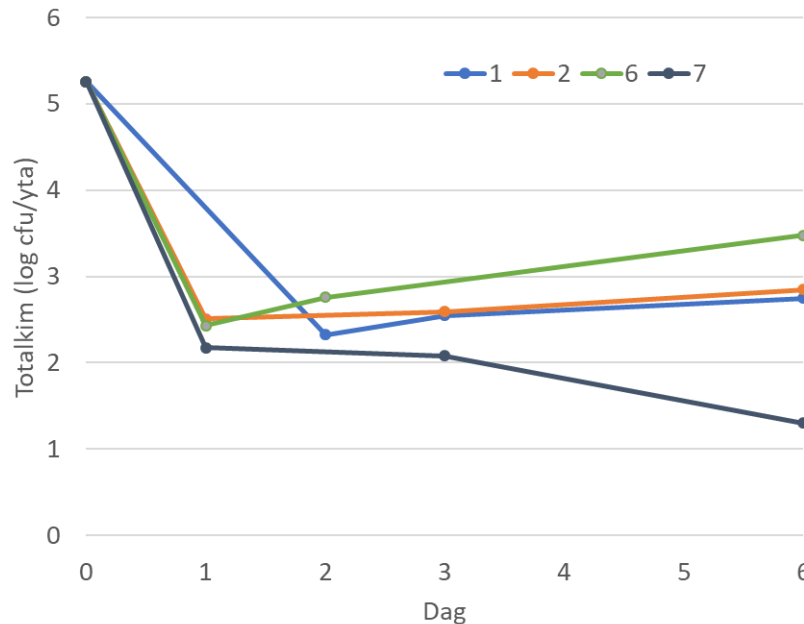
Effekt på biofilmen under tappcykel med biofilm inkl. Legionella vid start

45 grader



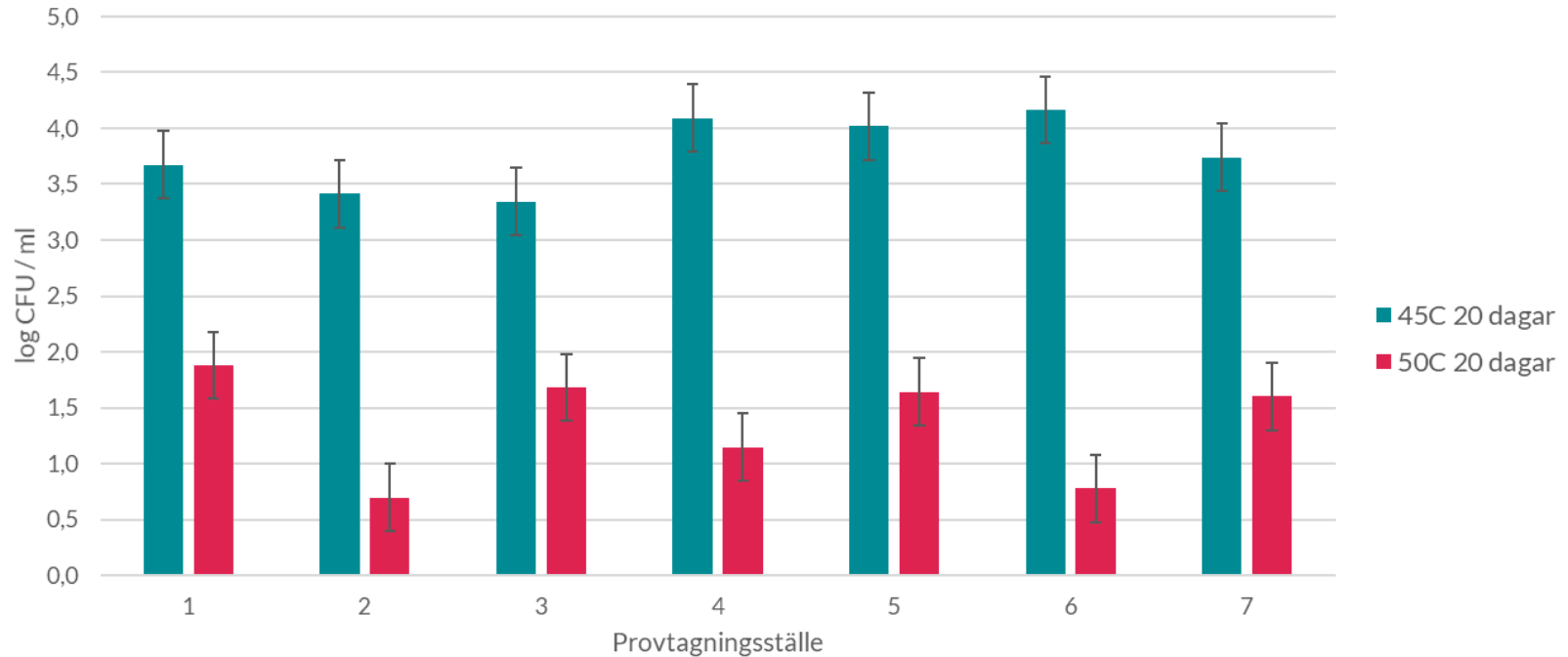
Efter 1 dag kunde
Legionella inte detekteras

50 grader



Efter 1 dag kunde
Legionella inte detekteras

Resultat biofilm på rena ytor i riggen



Slutsatser och fortsättning

- Temperatur
 - Både vid 45 och 50 grader är temperaturen en stor del av tiden i intervallet 20-45 grader, dvs risk för tillväxt av legionella finns
 - Detta gäller för stora delar av riggen
- Vi lyckas inte studera Legionella i den uppbyggda biofilmen, eftersom den försvinner efter 1 dag både vid 45 och 50 grader
- Mer biofilm bildas vid 45 grader jämfört med 50 grader, MEN vi vet inte vilka bakterier som ingår
- Framtida planer att använda andra metoder som DNA-sekvensering för att se vilka bakterier som finns i biofilmen
- Behöver studera biofilmsuppbyggnad, inkl. legionella, under längre perioder (månader/år) i verkliga system/byggnader
- Rekommenderar annan avdödning som komplement, t.ex. UV-behandling vid tappstället

FORMAS

ETT FORSKNINGSRÅD FÖR
HÅLLBAR UTVECKLING
A SWEDISH RESEARCH COUNCIL FOR
SUSTAINABLE DEVELOPMENT



Charlotta Löfström

Charlotta.lofstrom@ri.se

+46 (0)10-516 67 30