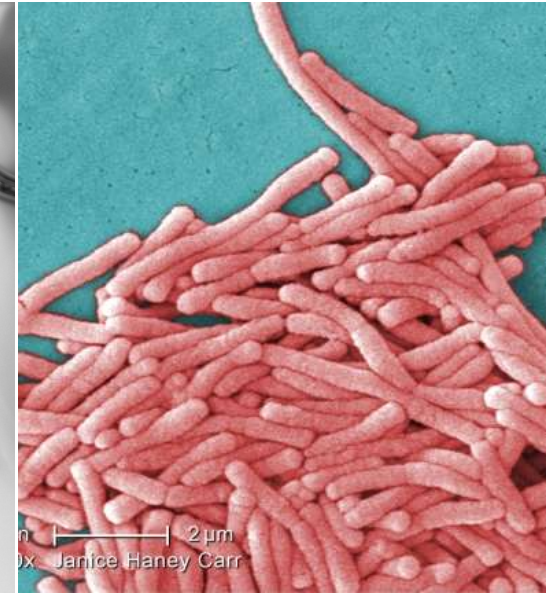


Kontrol af legionella i svensk varmt brugsvand gennem brug af begrænsede vandmængder

Charlotta Löfström
Temadag Legionella 24/9 2018

Research Institutes of Sweden
Biovetenskap och material



Fakta om RISE-koncernen

- RISE Research Institutes of Sweden
- Finns över hela Sverige – och lite till.
- 2 300 medarbetare, varav 30 % disputerade forskare.
- Omsatte 2017 cirka 2,7 miljarder SEK.
- En stor del av kunderna är små- och medelstora företag som står för ca 30 procent av omsättningen.
- Driver ett 100-tal test- och demonstrationsmiljöer, öppna för företag och lärosäten (Ägare och partner i 60 % av Sveriges samlade test- och demonstrationsmiljöer).



RISE Jordbruk och livsmedel



Produktdesign och perception



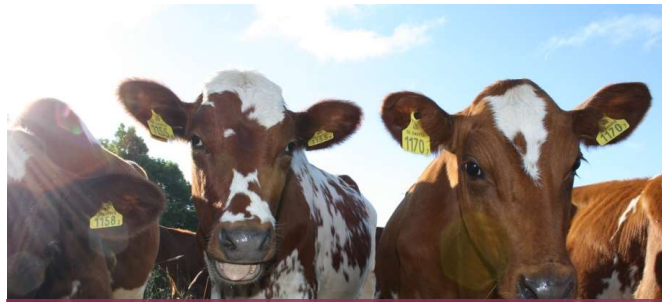
Process- och miljöteknik



Mikrobiologi och hygien



Miljö och hållbara livsmedelskedjor



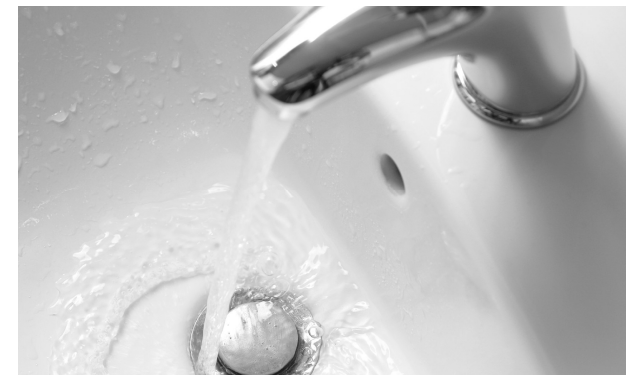
Jordbruk och trädgård



Affärs- och företagsutveckling

Intro till projektet

- Säkert och energieffektivt tappvarmvatten - kontroll av Legionella i biofilm genom innovativ implementering av begränsade vattenvolymer
- Projektid: 2016-2018
- Huvudfinansiär: Forskningsrådet Formas



Deltagare

- RISE leder projektet och genomför de största delarna
 - Samverkan mellan mikrobiologi och energiteknik
- Lunds universitet (Janusz Wollerstrand)
- 19 deltagare är med som medfinansiärer (in kind); fastighetsägare, teknikleverantörer, energibolag, konsulter
- Dialog också med Boverket och Folkhälsomyndigheten

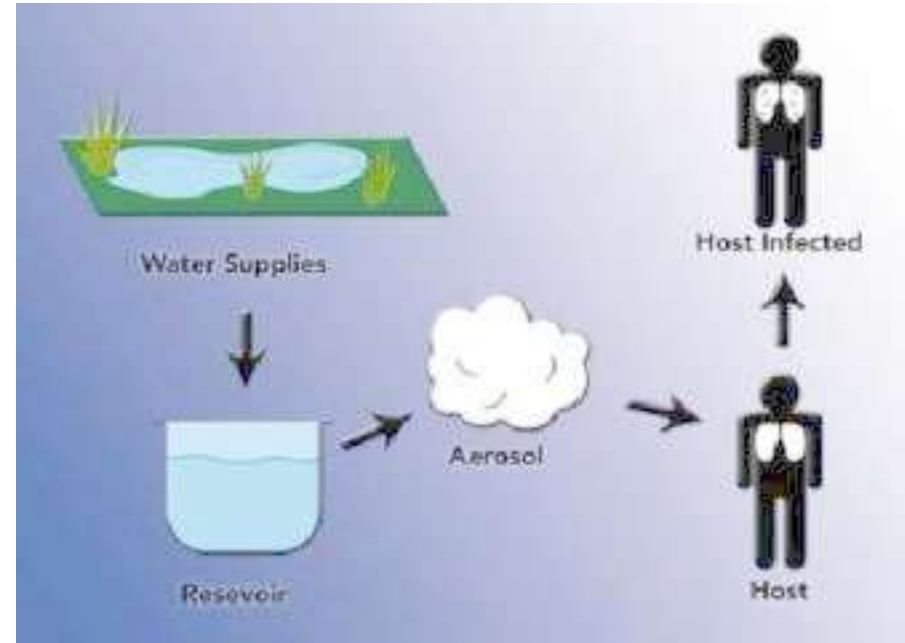


Deltagare:

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

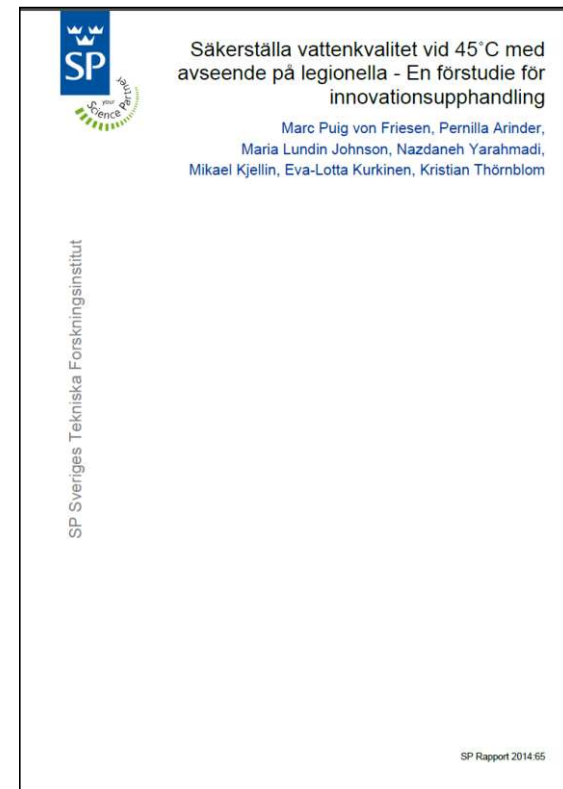
Legionella

- *Legionella pneumophila*
- 100-150 fall/år i Sverige (motsvarar ca 10% av faktiska antalet)
- 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



Bakgrund – tidigare RISE-projekt

- Säkerställa vattenkvalitet vid 45 °C med avseende på legionella - En förstudie för innovationsupphandling
 - Finansierat av Energimyndigheten
- 3 lösningar föreslogs:
 - Desinfektion för att avdöda eller minska Legionella
 - Antibakteriella rörytor
 - Design av tappvarmvattensystemet för att minska tillväxt och överlevnad av Legionella
 - T.ex. minskad vattenvolym och momentan upphettning av vattnet vid användning



Fördelar av lägre temperatur för energisystemet

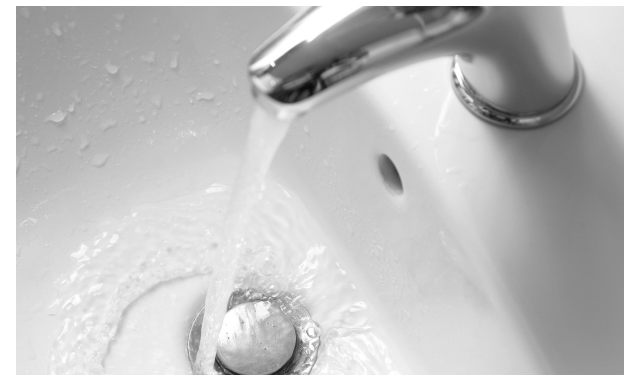
- I ny bebyggelse är det varmvatten som ställer de högre kraven på temperatur jämfört med rumsuppvärmning.
- Värmepump: Högre verkningsgrad $\sim +30\%$
- Solvärme: Högre verkningsgrad $\sim +10\%$
- Fjärrvärme: Möjlighet använda fler spillvärmekällor, högre verkningsgrad i flera typer av produktionsanläggningar, mindre värmeförluster



Bakgrund

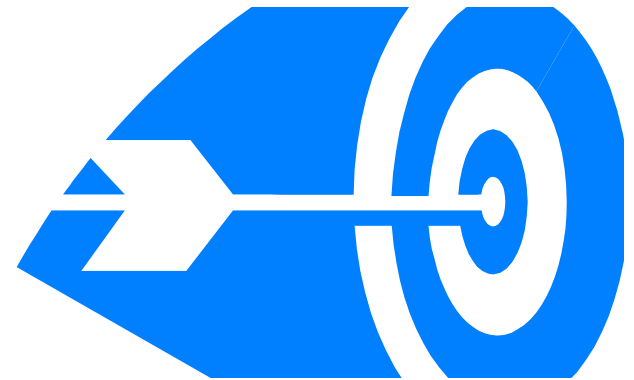
Hur??

- 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



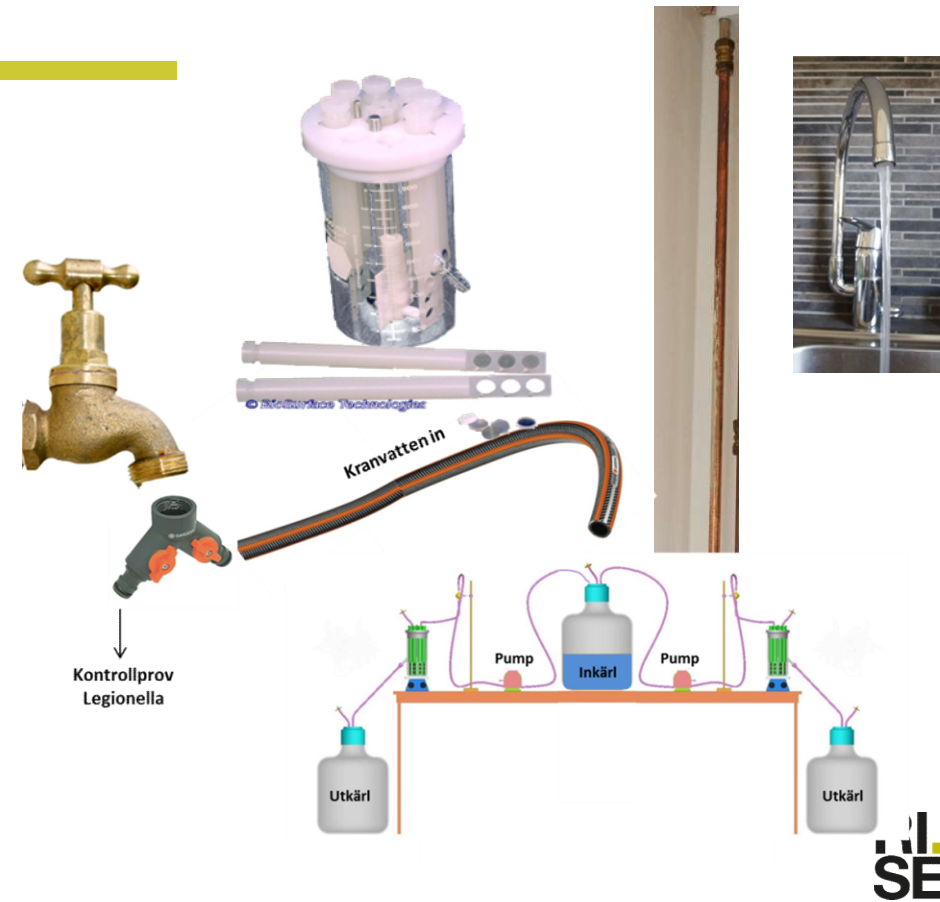
Projekt mål

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



Labbtester 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 i labb



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 avsvälvning och tid)

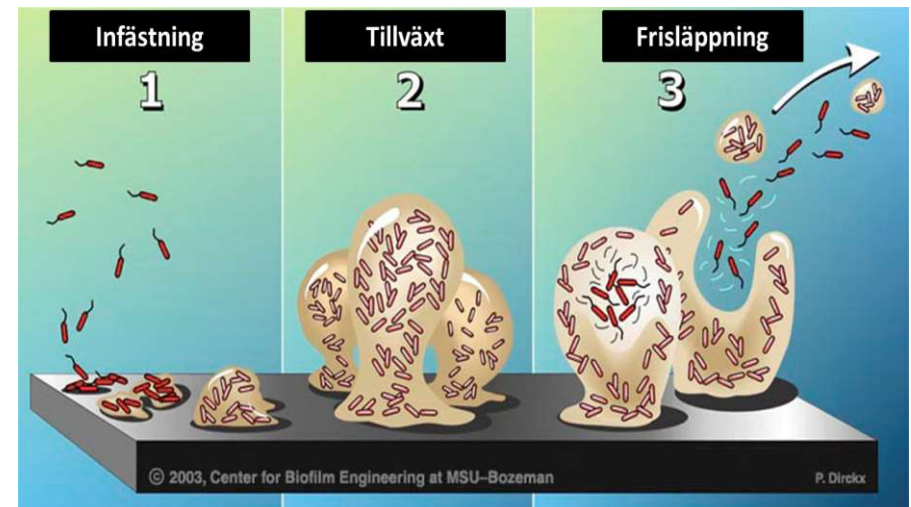
-

- Begränsning i antal provuttag
- Ingen 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)

Vilka faktorer påverkar avdödning/överlevnad?

- 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

Monitorering av Legionella och övriga biofilmskomponenter över tid genom mikrobiologisk analys



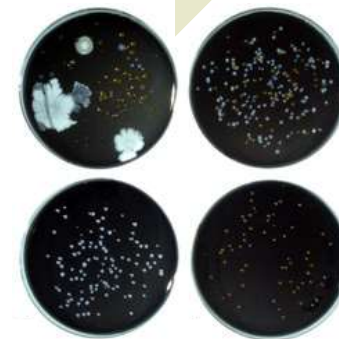
Typbiofilm

Aeromonas hydrophila

Escherichia coli

Empedobacter brevis

Pseudomonas aeruginosa



Odling
qPCR

Försök i bioreaktor

- Temperaturer:

- 50°C
- 45°C
- Rumstemperatur (21°C)

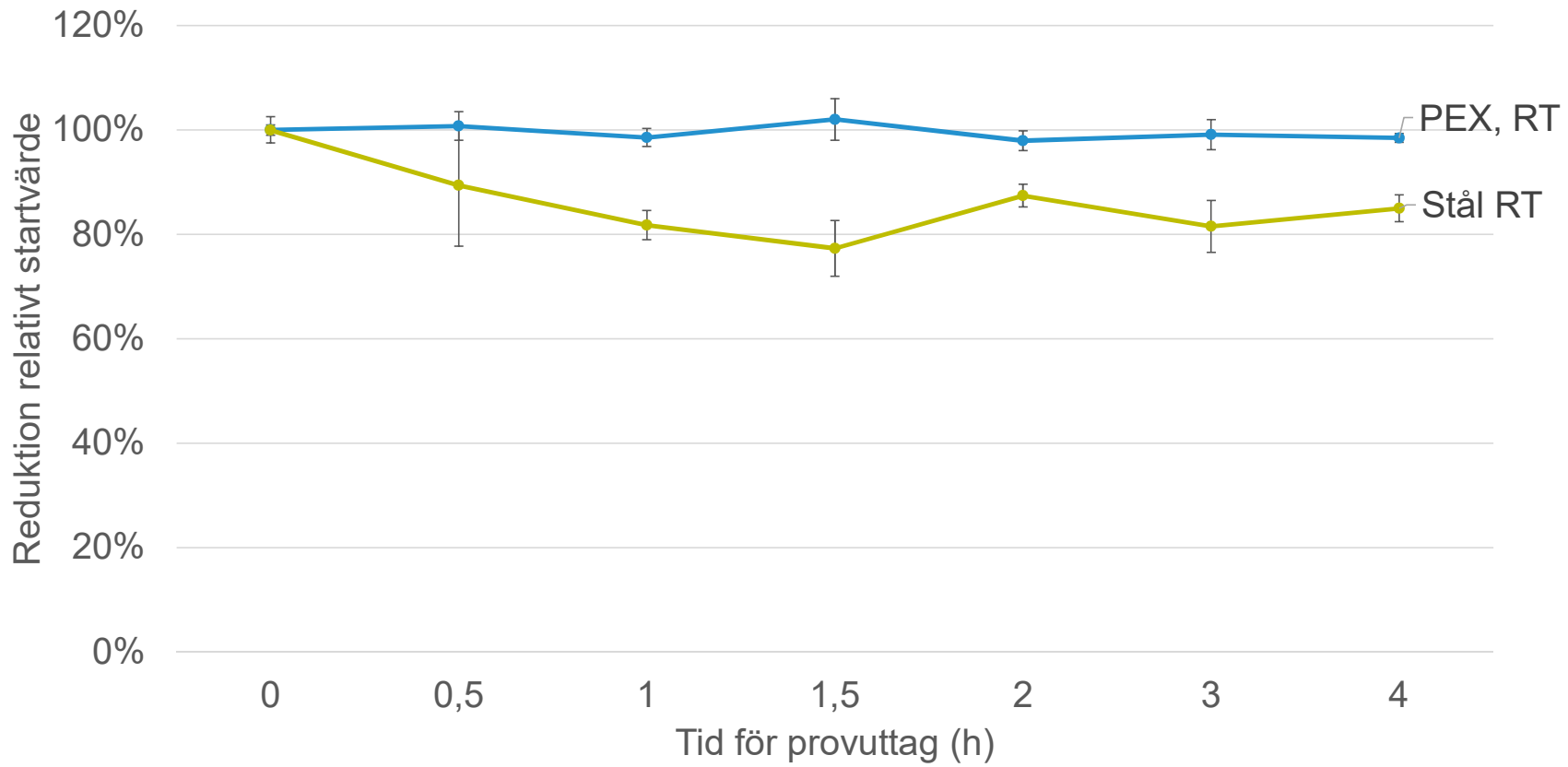
- Ytmaterial:

- Koppar
- PEX
- Rostfritt stål

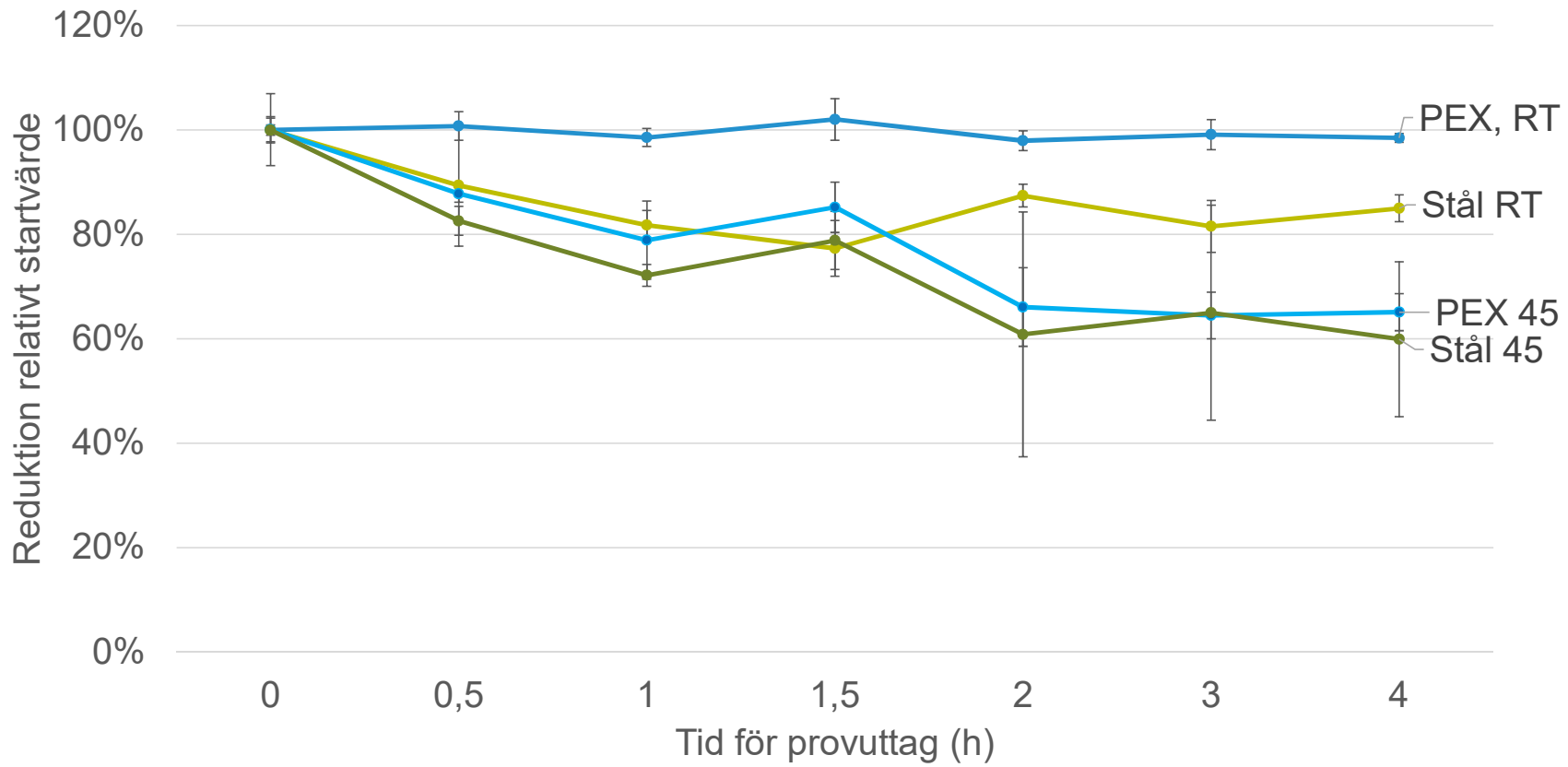


Ger oss viktig information om det finns skillnader i hur snabbt Legionella minskar i en definierad biofilm vid kontinuerligt vattenflöde

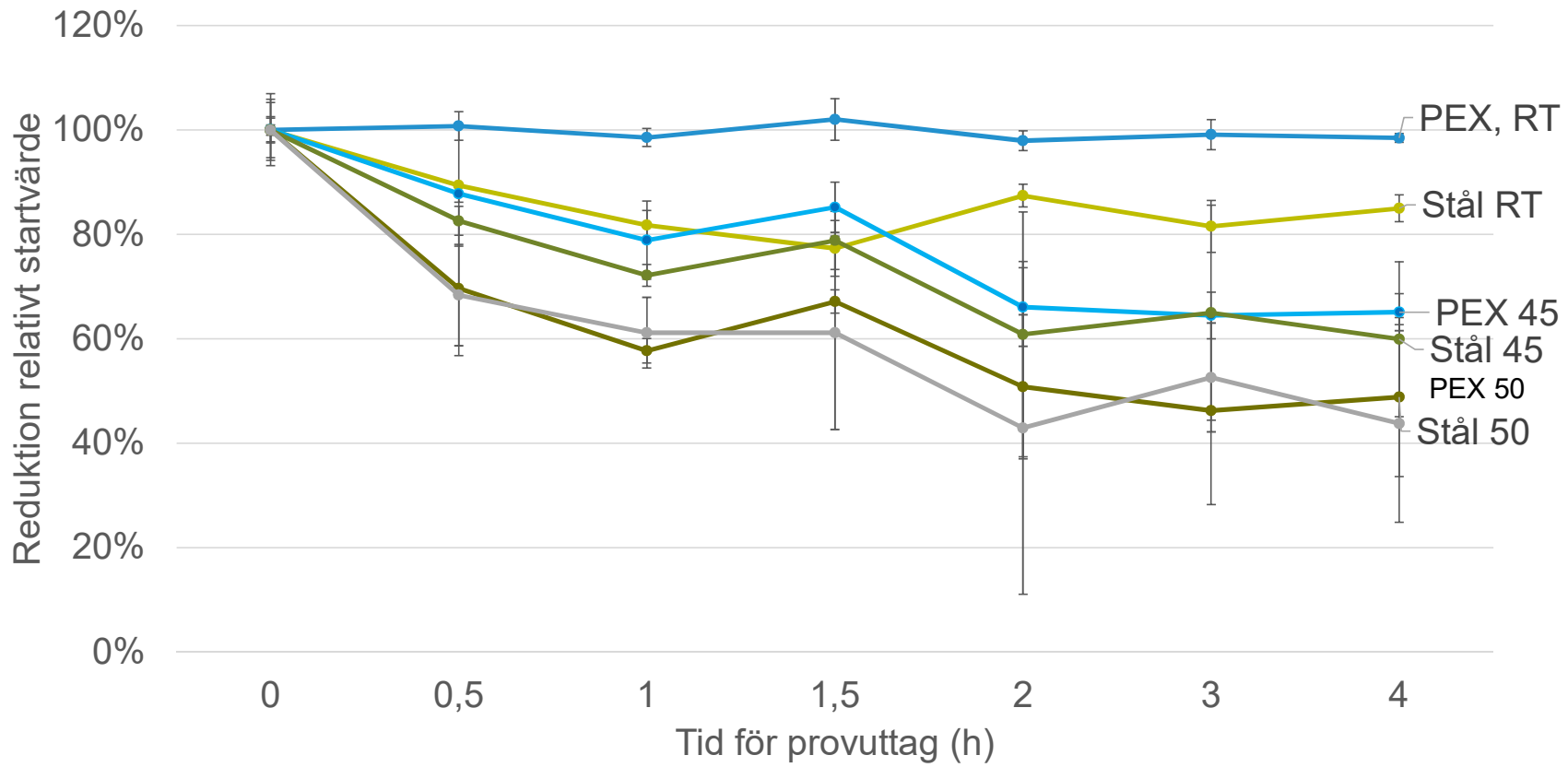
Resultat totalantal (kimtal)



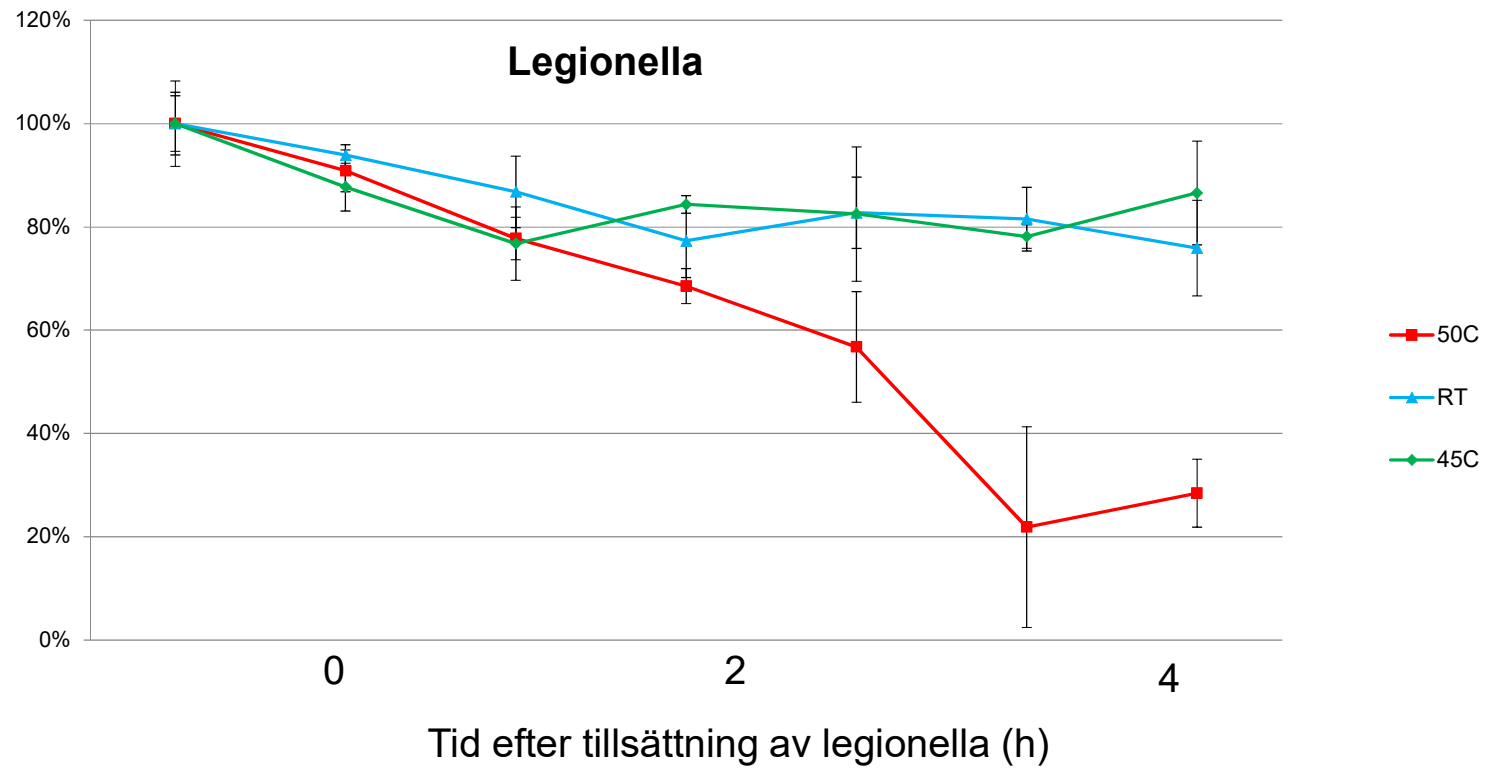
Resultat totalantal (kim)



Resultat totalantal (kim)



Resultat för PEX-yltor



Labbtester i pilotskala

- Bygga upp varmvattensystem som efterliknar ett verkligt system i labb
- Uppvärmning – rör – tappställe
- Flera mätpunkter där biofilmsprover kan tas ut
- Uppbyggnad av biofilm med legionella innan tester
- Test med tappcykel, variera temperatur
- Jämför 50°C och 45°C



Slutsatser och fortsättning

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

Svar på frågorna:

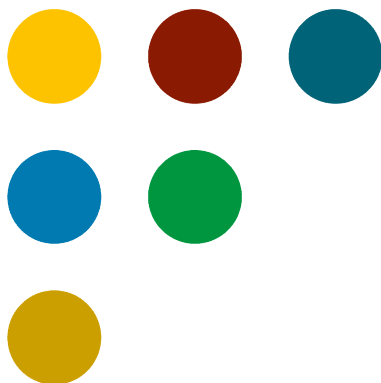
- System med begränsad volym är robusta, och därmed inte beroende av temperatur?
- Hur ska systemen implementeras på bästa sätt?





FORMAS

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



Charlotta Lofström

Charlotta.Lofstrom@ri.se

Research Institutes of Sweden

Jordbruk och livsmedel

