

Introduktion

# Bakterier i fjernvarmesystemer

- Baggrund
- Massebalance - forudsigelse
- Et er teori, noget andet praksis
- Diskussion
- Forslag til fælles undersøgelse
- Konklusion

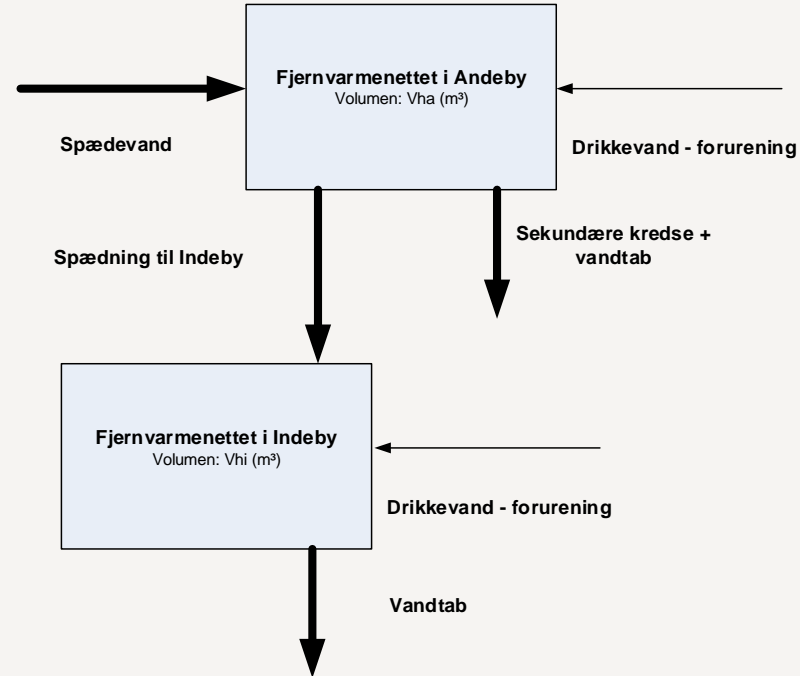
Karsten Thomsen, Biofuels & Thermal Power, COWI A/S

# Baggrund

- > To nabobyer "Andeby" og "Indeby" har tilstødende fjernvarmenet og kan udveksle varme og vand
  - > Andeby har overkapacitet og kan levere varme til Indeby i vinterhalvåret
  - > Andeby spæder med rensed røggaskondensat og er på vej fra blødgjort vand til afsaltet vand
  - > Indeby har blødgjort vand i nettet og problemer med sulfatreducerende bakterier – kendetegn: Ildelugtende vand, fedtede overflader og lavt sulfatindhold ift. spædevand
- > Løsningsforslag
  - > Andeby skal levere spædevand til Indeby hele året rundt, også selv om der ikke leveres varme
  - > Konditionering i Indeby går fra produkt med iltbinder/organisk stof til udelukkende lud
  - > pH køres så højt som muligt (pH ~ 10,0) – sammen med faldende salt- og sulfat-indhold bør det stresser bakterierne og forhåbentlig kvæle dem

# Model for udvaskning – basis for løsningen

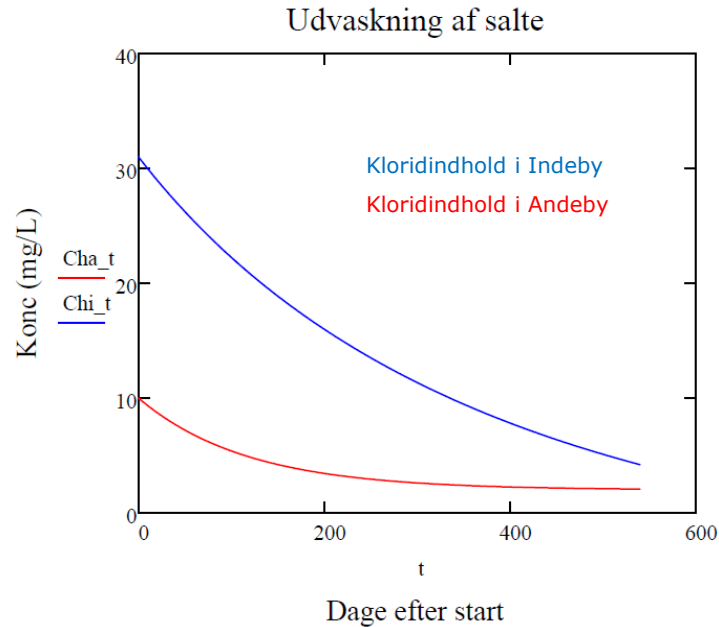
- > Kendte størrelser i balancen
  - > Spædevandsmængder
  - > Spædevandskoncentrationer
  - > Aktuelle koncentrationer i fjernvarmevand
- > Skønnede størrelser
  - > Forurening med drikkevand – mængde og koncentrationer
    - > Andeby har transmissionsnet, dvs indtrængning er 0
    - > Indeby mener forureningen er minimal, skøn =  $1 \text{ m}^3/\text{d}$



# Modellens forudsigelse af udvaskningstid

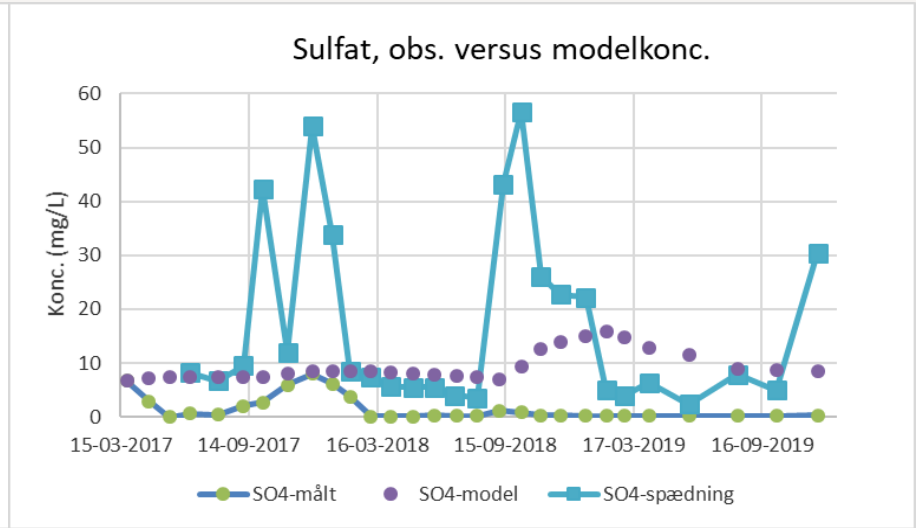
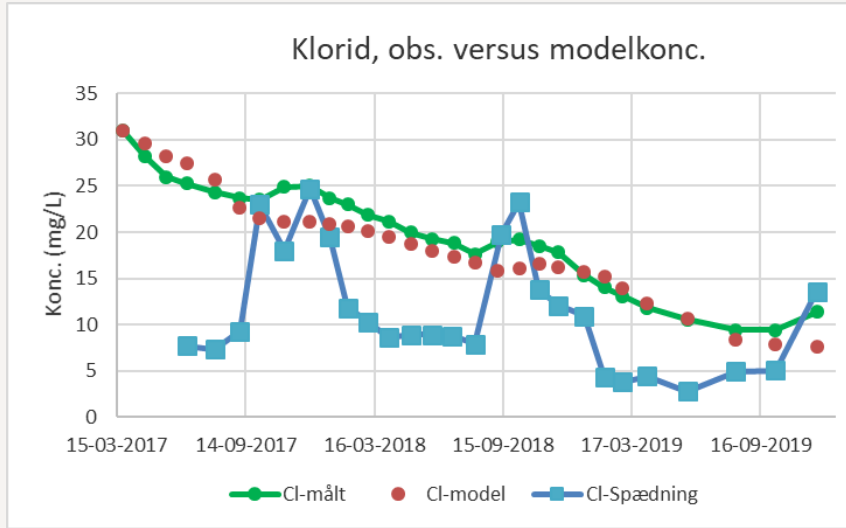
Modellen viser udvaskningen af klorid i hhv. Andeby og Indeby.

Efter 1½ år nærmer vandkvaliteten sig afsaltet vand i Indeby.



Et er teori, noget andet praksis

# Hvordan gik det så? Udvasning målt via klorid og sulfat



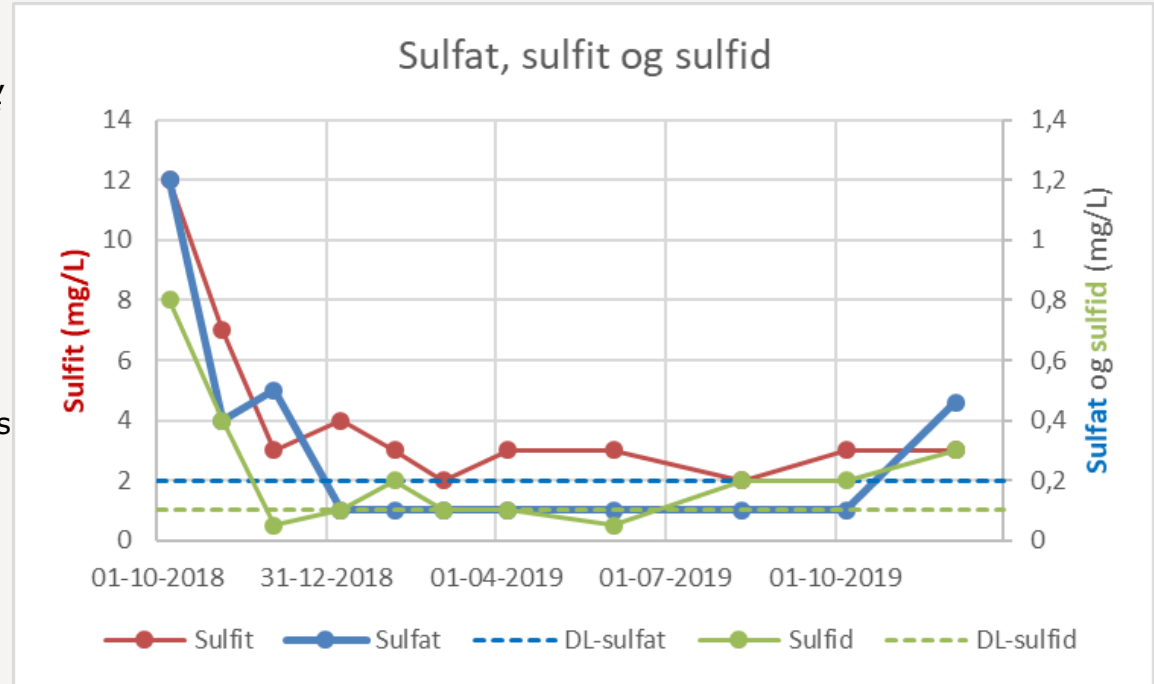
Målte værdier følger modellen nogenlunde og afspejler sekundær spædning med blødgjort vand

Målte værdier følger ikke modellen, og sulfatindhold er ikke styret af udvasning og spædning

# Hvordan gik det så? Tegn på sulfatreducerende bakterier (SRB)

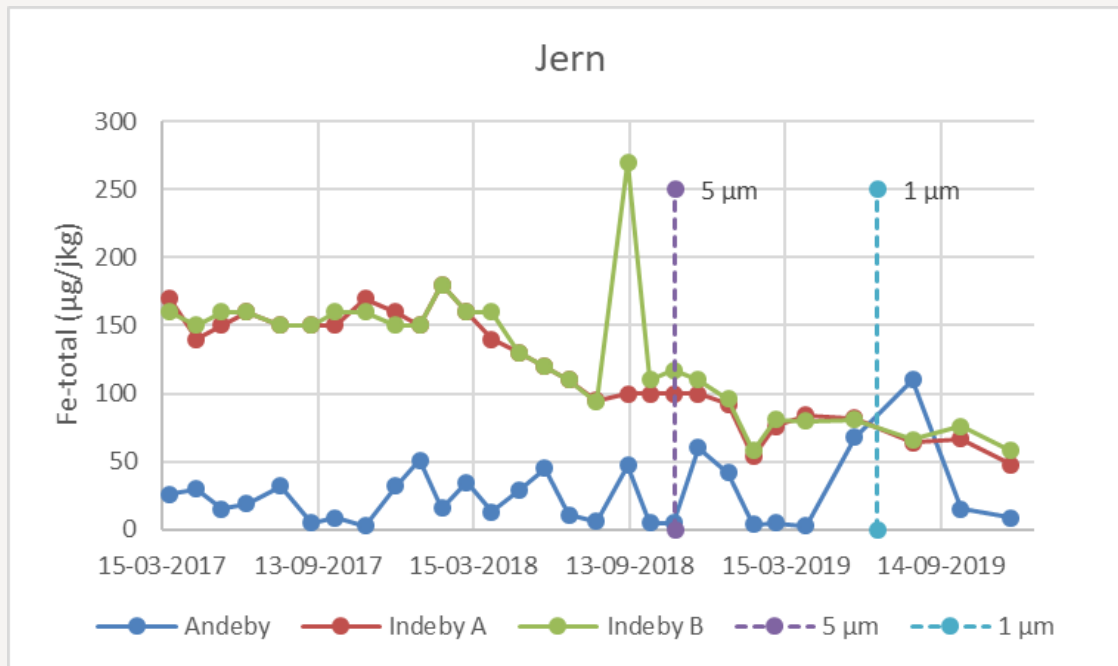
## > SRB

- > Reducerer sulfat ved respiration, dvs. omsætning af organisk stof
- > Sulfit og sulfid dannes fra sulfat – forekommer ikke normalt
- > Sulfid er stærkt korrosivt, lokalt under biofilm
- > Sulfit er ikke korrosivt, tidligere benyttet som iltbinder
- > Begge stoffer oxideres af ilt, hvis det forekommer
- > Begge stoffer synes at variere med sulfatkoncentrationen – balance mellem produktion og forbrug?



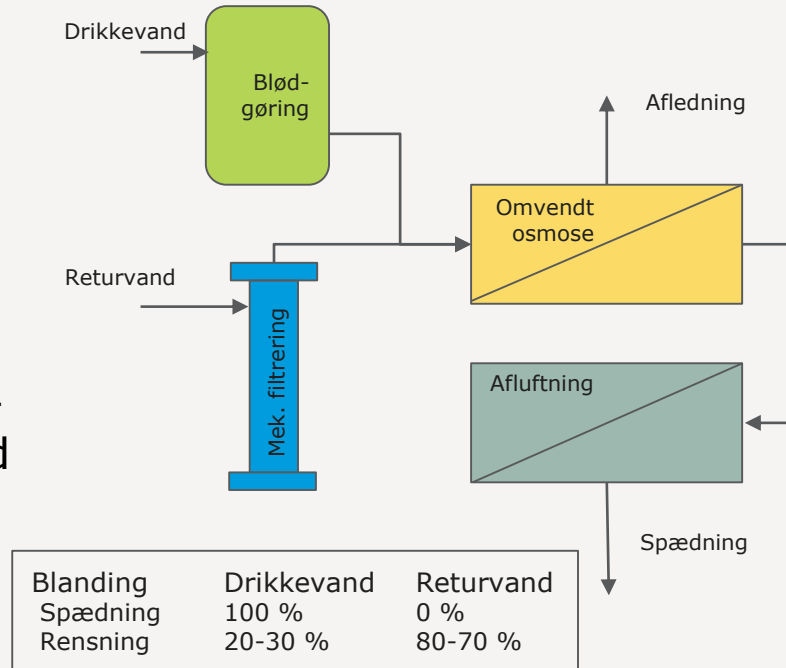
# Hvordan gik det så? Koncentration af jern i fjernvarmevand

- > Niveau af jern hænger mere sammen med delstrømsrensning end med tilstedeværelsen af SRB
- > Det batter at delstrømsfiltrer 5-10 % af den cirkulerende mængde



## Vurdering af case-story

- > 2½ år efter start på bekæmpelse af bakterier er problemet ikke løst – der er stadig tegn på SRB. I det daglige opleves ikke gener.
- > Vandkvaliteten er forbedret, men stadig ikke optimal
- > Koncentrationen af korrosionsprodukter er faldet til under 50 µg/kg – acceptabelt ved sammenligning med tilsvarende systemer.
- > Næste tiltag: Delstrømsfiltrering med RO





# Generel vurdering

- > Tegn på bakterier i fjernvarmenet
  - > Dårlig lugt, slimede overflade
  - > Lav varmeovergang i vekslere
  - > SRB: Lav sulfat, tilstedeværelse af sulfit og sulfid
- > Effekter
  - > Øget lokal korrosion
  - > Øget vedligehold/renovering
  - > Større varmetab sfa. isolerende virkning
- > Bekæmpelse af bakterier
  - > Afsaltet vand, høj pH, lav sulfat
  - > Ingen organisk carbon at leve af
  - > → Vandkemi iflg. DFs vejledning
  - > Hvis de er der:
    - > Maksimal delstrømsrensning
    - > Skift til bedre vandkemi
    - > Benyt biocid (vanskeligt eller næsten umuligt at gøre effektivt)
- > Nuværende viden
  - > Ufuldstændig, erfaringsbaseret

# Er der interesse for en grundigere undersøgelse?

## > Formål

- > Finde sammenhænge mellem vandkvalitet og bakterie-vækst, afprøve analysemetoder for at finde en egnet standardmetode

## > Vigtige sammenhænge:

- > Bakterievækst versus
  - > Blødgjort, delafsaltet, afsaltet vand
  - > Konditionering (indhold af organisk carbon)
  - > Indhold af jern/partikler/overfladeareal
  - > pH

## > Analysemetoder

1. Dip-slides (dyrkning på agar, test-kit)
2. Bactiquant (enzym-bas., hurtig, EPA-godkendt)
3. Kim-tal (referencemetode)
4. SRB-specifik metode (hvilken?)

## > Organisering

- > Analyser udføres primært af lab., der normalt analyserer, sekundært af mikrobiologisk lab.
- > Organisering og planlægning via lille styregruppe Spædning
- > Brugerbetalt for at dække planlægning, prøveudtagning, analyse, rapportering