



# Optimering af store udeluftvarmepumper

Svenn Hansen · Center for Køle- og Varmepumpeteknik · Teknologisk Institut

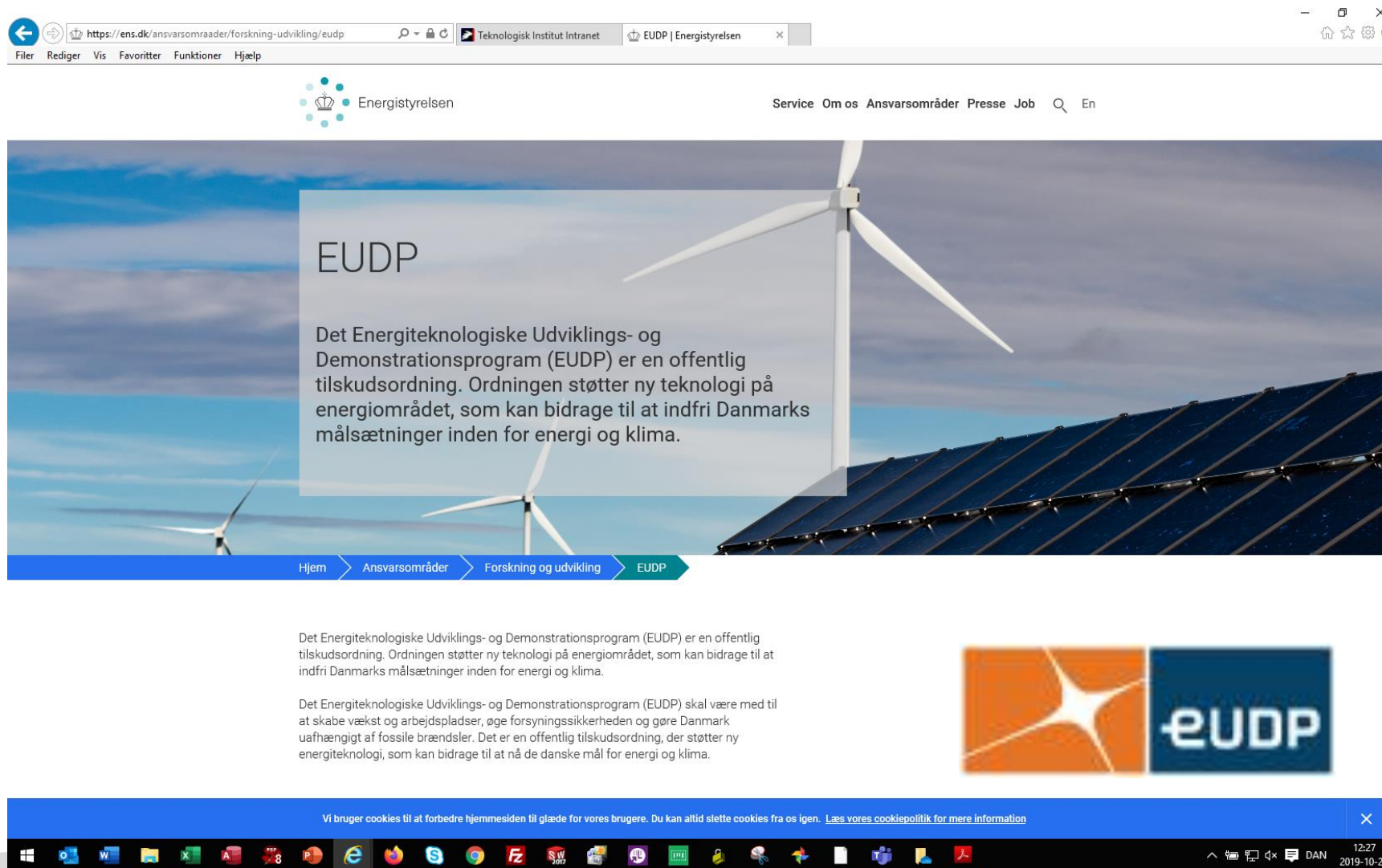
Teknologisk Institut · 25/11 2020

**Webinar · Avanceret energilagring 2020 – termisk lagring**



# Projekt med støtte fra EUDP

## Energiteknologisk Udviklings- og Demonstrationsprogram



The screenshot shows a web browser window displaying the EUDP website. The browser's address bar shows the URL <https://ens.dk/ansvarsomraader/forskning-udvikling/eudp>. The website header includes the logo for Energistyrelsen and a navigation menu with links for Service, Om os, Ansvarsområder, Presse, and Job. The main content area features a large banner image of a wind turbine and solar panels. Overlaid on the banner is a text box with the following text:

### EUDP

Det Energiteknologiske Udviklings- og Demonstrationsprogram (EUDP) er en offentlig tilskudsordning. Ordningen støtter ny teknologi på energiområdet, som kan bidrage til at indfri Danmarks målsætninger inden for energi og klima.

Below the banner is a navigation menu with the following items: [Hjem](#), [Ansvarsområder](#), [Forskning og udvikling](#), and [EUDP](#).

Below the navigation menu, there is a paragraph of text:

Det Energiteknologiske Udviklings- og Demonstrationsprogram (EUDP) er en offentlig tilskudsordning. Ordningen støtter ny teknologi på energiområdet, som kan bidrage til at indfri Danmarks målsætninger inden for energi og klima.

Below this paragraph is another paragraph:

Det Energiteknologiske Udviklings- og Demonstrationsprogram (EUDP) skal være med til at skabe vækst og arbejdspladser, øge forsyningsikkerheden og gøre Danmark uafhængigt af fossile brændsler. Det er en offentlig tilskudsordning, der støtter ny energiteknologi, som kan bidrage til at nå de danske mål for energi og klima.

To the right of the text is the EUDP logo, which consists of an orange square with a white starburst pattern and a blue square with the letters 'EUDP' in white.

At the bottom of the website, there is a blue banner with the following text:

Vi bruger cookies til at forbedre hjemmesiden til glæde for vores brugere. Du kan altid slette cookies fra os igen. [Læs vores cookiepolitik for mere information](#)

The browser's taskbar at the bottom shows various application icons and the system tray with the date 2019-10-29 and time 12:27.



# Projektansøgningen

*Uddrag fra 1.2 State of the art*

På grund af de **store variationer i lufttemperatur** (fra ca. -10 til + 30°C), **i luftfugtighed** (tåge, regn og sne) såvel som i **vindhastigheder og retninger**, ligger **udfordringerne primært på fordamperens side**, som især særligt forårsager problemer med **frost / isopbygning og afrimning** samt andre driftsproblemer i perioder med en **høj omgivelsestemperatur**.

Dette betyder blandt andet, at installationen skal **optimeres i forhold til reduktion af frost / isopbygning og effektiv afrimning af fordamperoverflader**. Desuden skal fordamperne og resten af installationen **designes og dimensioneres optimalt med hensyn til levetidsøkonomi og energieffektivitet**. Der er desuden behov for at se på ulemperne i nabolaget på grund af **støj og store mængder afkølet luft**.

Indtil videre har de varmepumper, der leveres til fjernvarmeværkerne, været **skræddersyede installationer**, der er designet og dimensioneret optimalt med hensyn til levetidsøkonomi og energieffektivitet. Disse anlæg installeres individuelt og er **forskellige fra sag til sag**. Det forventes, at **fabriksbygning af standardvarmepumpeprodukter** vil være **billigere og mere effektive**.



# Projektansøgningen

## 2.1 Projektplanen - 6 arbejdsplaner

WP01: Projektledelse og –administration

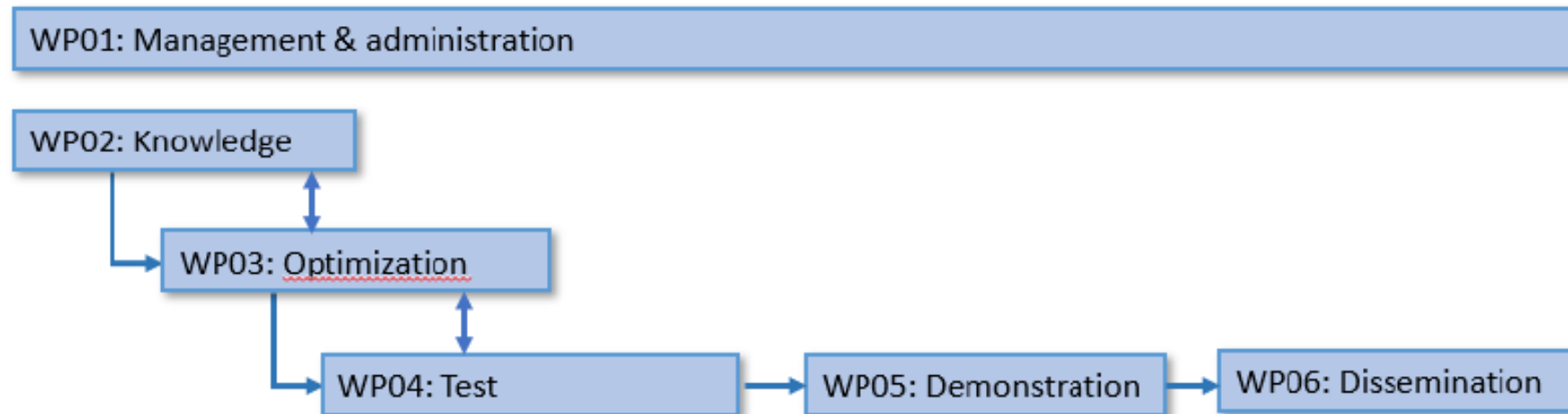
WP02: Videnindsamling og analyse af tidligere undersøgelser

WP03: Optimering

WP04: Test i laboratorie og on-site

WP05: Demonstration ved fjernvarmeværk

WP06: Videnformidling



# Projektansøgningen

## 5.1 Organisering/ledelse og faglige kompetencer – 6 projektdeltagere

**Innoterm A/S**, Nøgleperson: **Palle B. Lemminger**



**Teknologisk Institut**, Nøgleperson: **Svenn Hansen**



**Brædstrup Fjernvarme**, Nøgleperson: **Jim Larsen**



**Fjernvarme Fyn**, Nøgleperson: **Chan Nguyen**



FJERNVARME FYN

**Fincoil Luvé Oy (Alfa-Laval Nordic A/S)**, Nøgleperson: **Frantz Overgaard**



**Planenergi**, Nøgleperson: **Lars Reinholdt**



**DTU Mekanik**, Nøgleperson: **Wiebke Brix Markussen**



# WP02: Videnindsamling og analyse ...

Dokumentation – delrapport WP02



## Status

Input er modtaget – indholdet under redigering

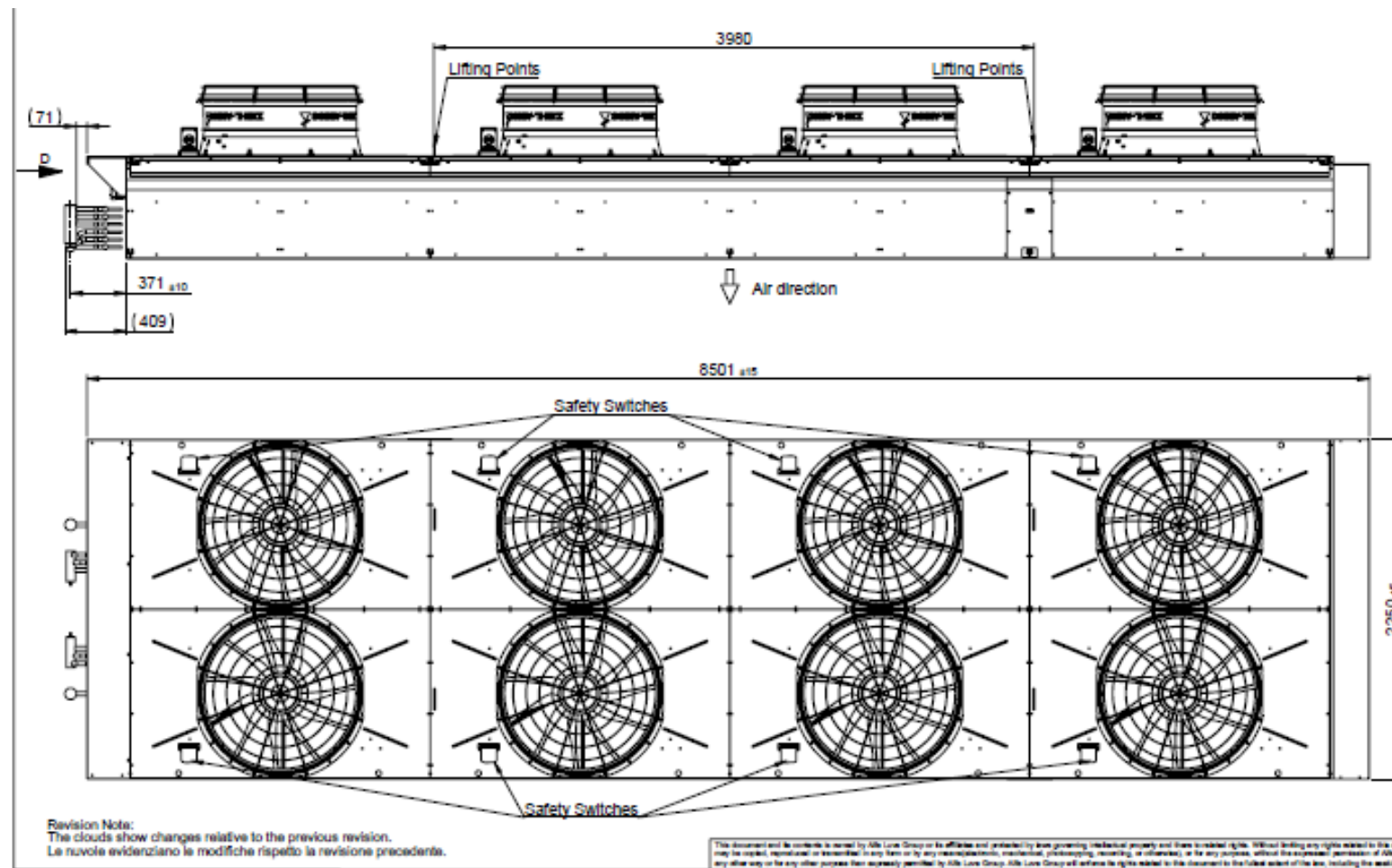
## Indhold

1. Indledning .....	4
2. WP02 Videnindsamling og analyse af tidligere undersøgelser .....	4
3. Projekter .....	5
4. Små A2W-varmepumper til enfamilieboliger .....	5
5. Store A2W-varmepumpeanlæg .....	5
5.1. Eksisterende og planlagte anlæg .....	5
5.2. Forløbet fra idé til ordre .....	6
5.3. Projektering og installation .....	6
5.4. Drift .....	6
5.5. Service og vedligehold .....	7



# WP03 Optimering

## Fordamper til Brædstrup Fjernvarme



# WP03 Optimering

Uddrag fra artikel om udført CFD-arbejde ved DTU Mekanik

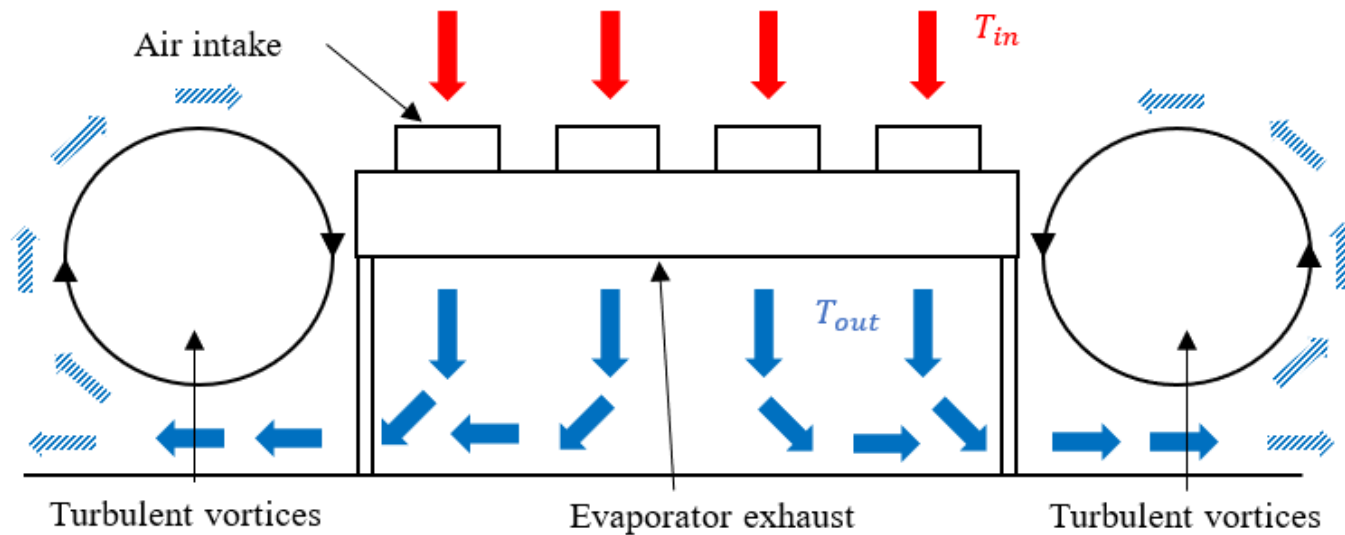


Figure 1. 2D sketch of flow recirculation around a horizontal evaporator



# WP03 Optimering

Uddrag fra artikel om udført CFD-arbejde ved DTU Mekanik

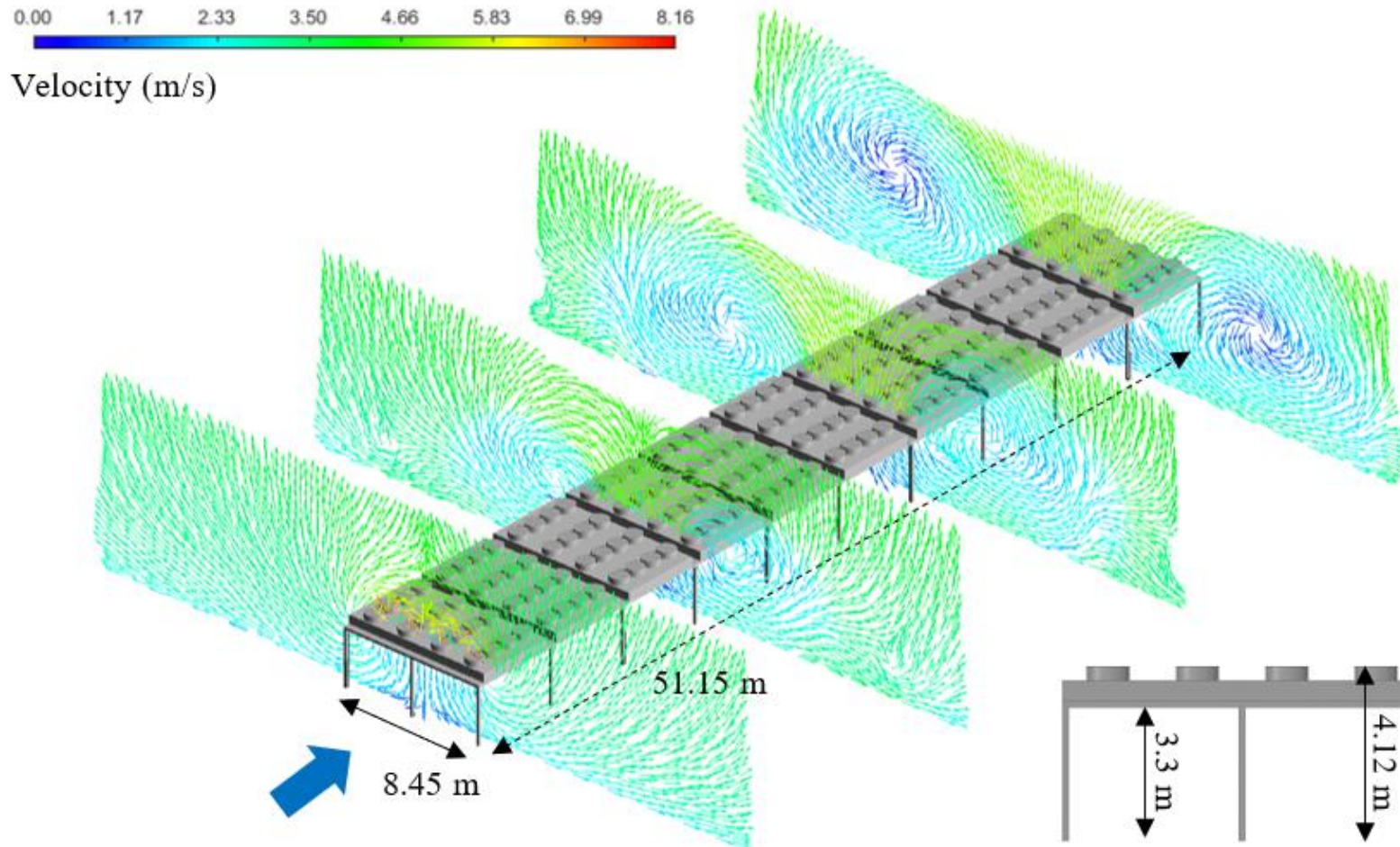


Figure 6. Velocity vectors at different locations of the evaporators, perfect field and south wind condition

# WP03 Optimering

Uddrag fra artikel om udført CFD-arbejde ved DTU Mekanik

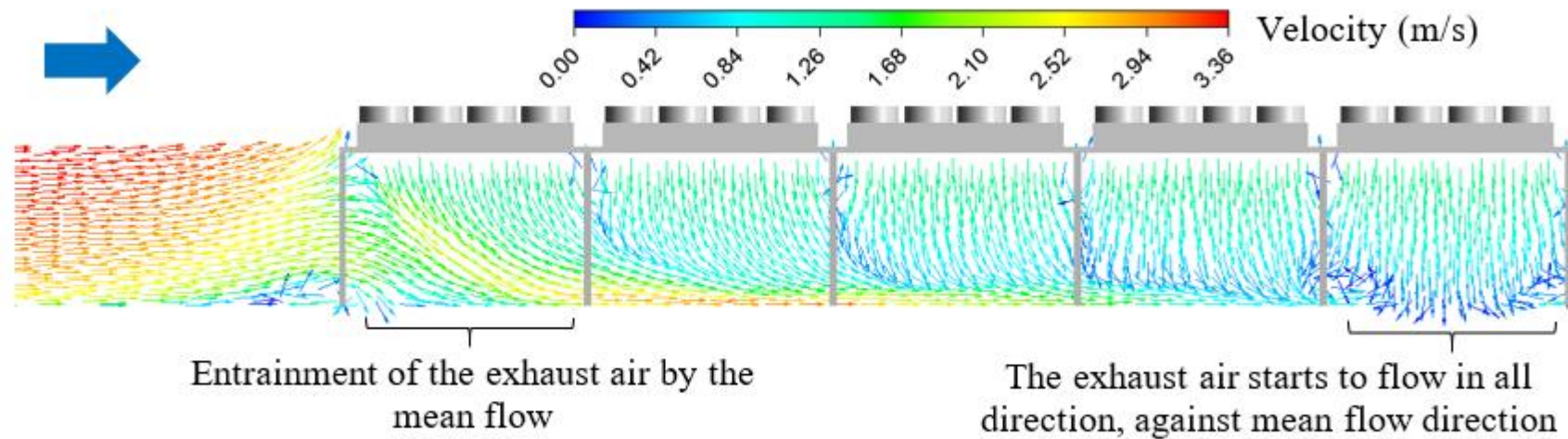


Figure 8. Velocity streamlines below the evaporators, perfect field and south wind condition

# WP03 Optimering

Uddrag fra artikel om udført CFD-arbejde ved DTU Mekanik

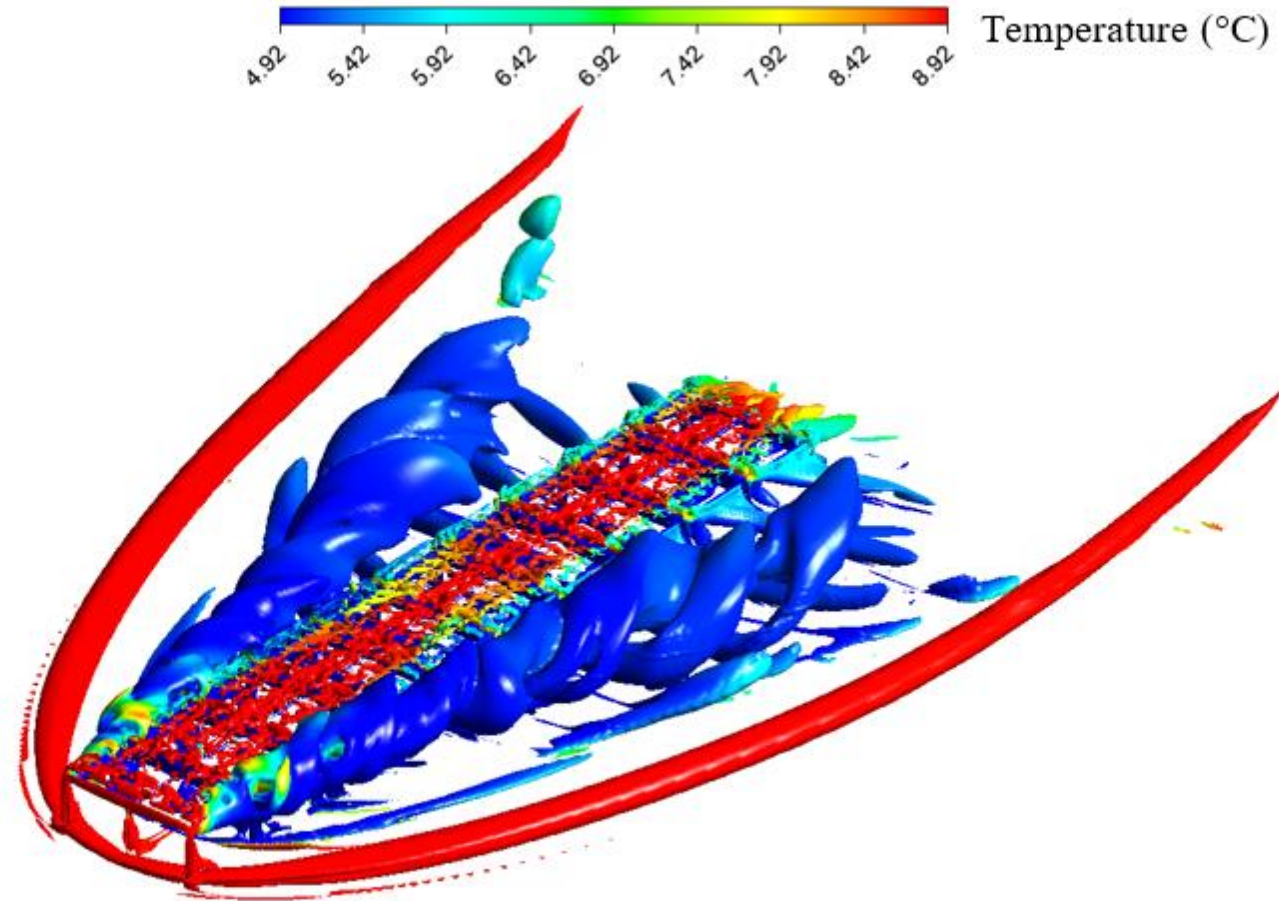


Figure 9. Vortices region of the flow around the evaporators with associated temperature field, perfect field and south wind condition

# WP03 Optimering

Uddrag fra artikel om udført CFD-arbejde ved DTU Mekanik

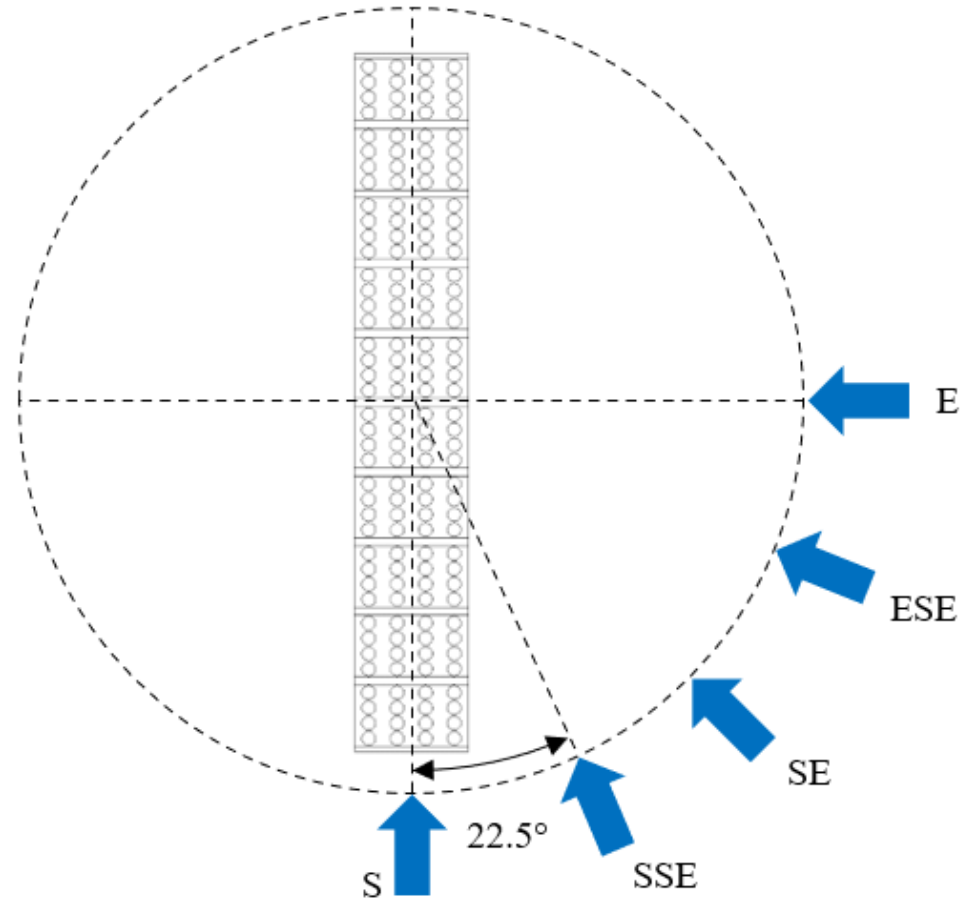
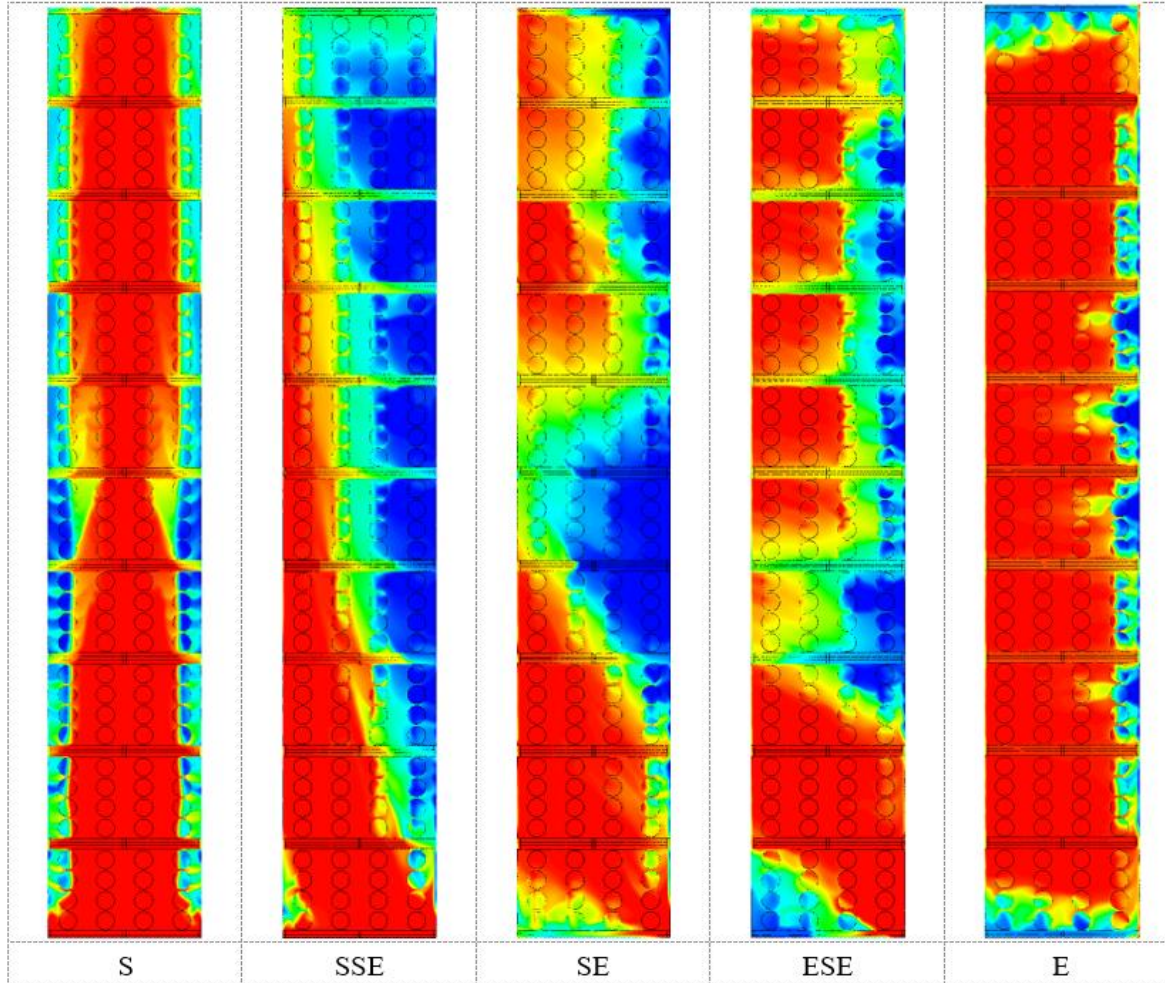


Figure 5. Sketch of the 20 evaporators under different wind conditions in the CFD simulations, for a perfect field

# WP03 Optimering

Uddrag fra artikel om udført CFD-arbejde ved DTU Mekanik



(b) In-plane temperature contour

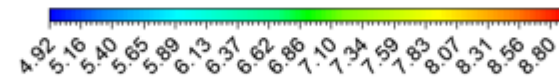


Figure 11. Temperature contour of the evaporators (top side), perfect field and all directions

# WP03 Optimering

Uddrag fra artikel om udført CFD-arbejde ved DTU Mekanik

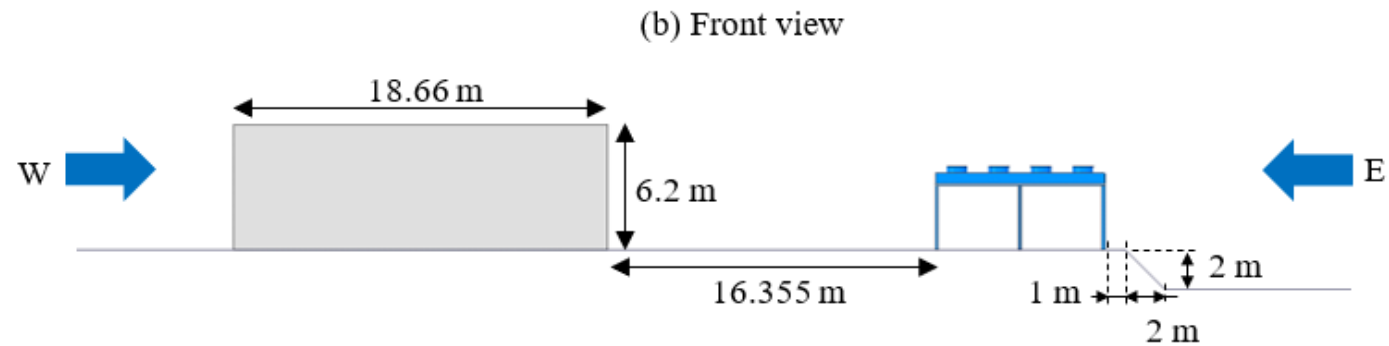


Figure 14. Sketch of the 20 evaporators, building and ground depression, under different wind conditions in the CFD simulations

# WP03 Optimering

Uddrag fra artikel om udført CFD-arbejde ved DTU Mekanik

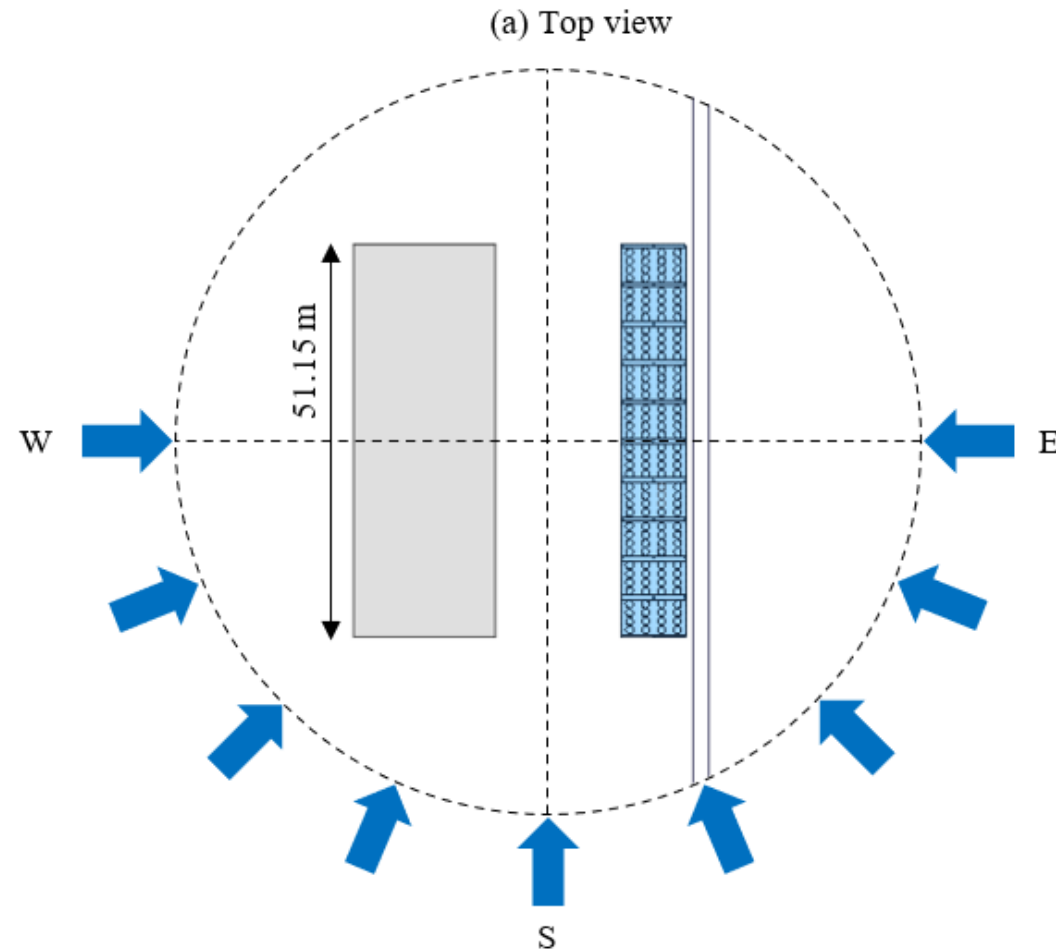


Figure 14. Sketch of the 20 evaporators, building and ground depression, under different wind conditions in the CFD simulations

# WP03 Optimering

Uddrag fra artikel om udført CFD-arbejde ved DTU Mekanik

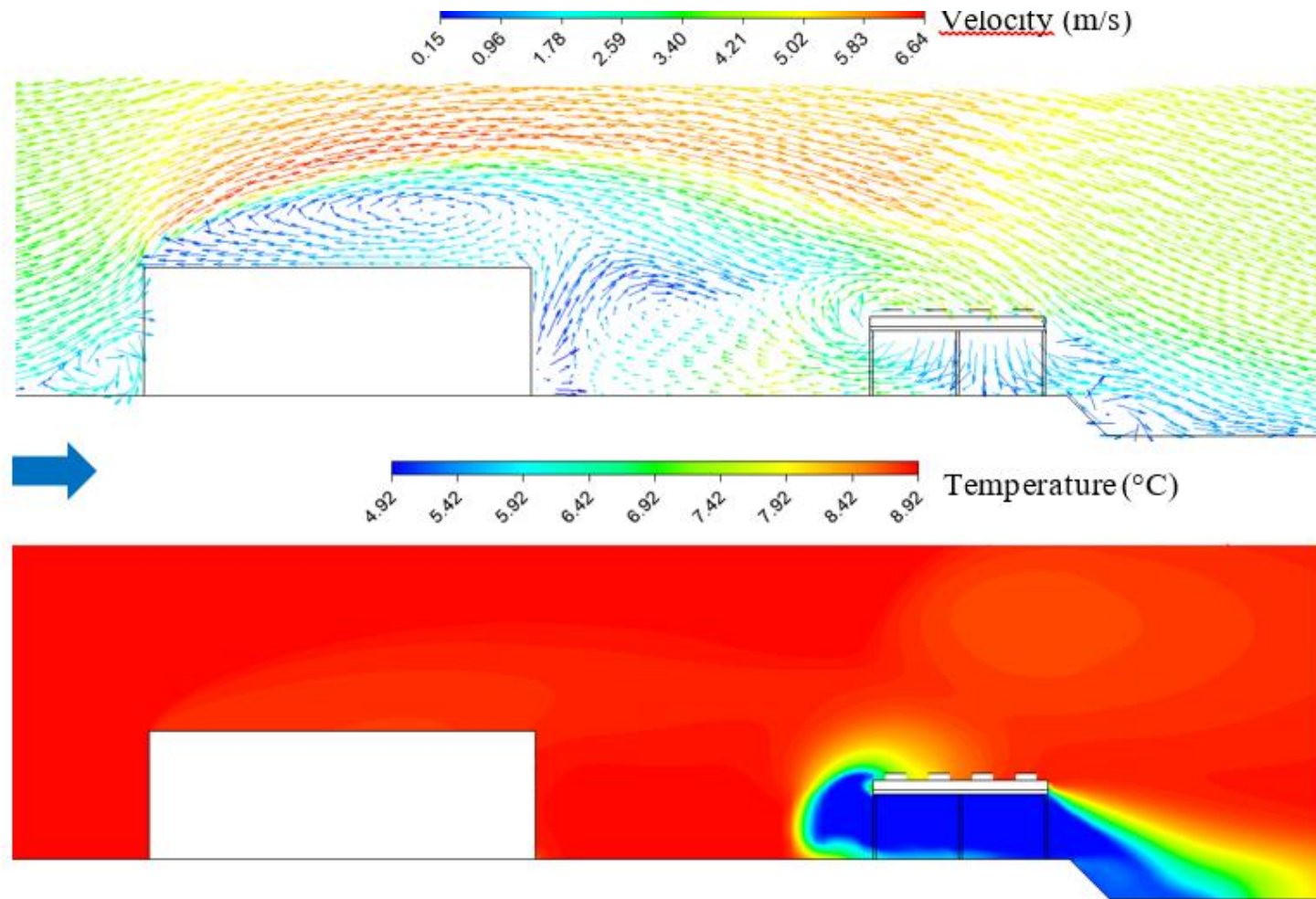


Figure 18. Velocity streamlines and temperature contour at row 17, real field and west wind condition



# WP03 Optimering

Uddrag fra artikel om udført CFD-arbejde ved DTU Mekanik

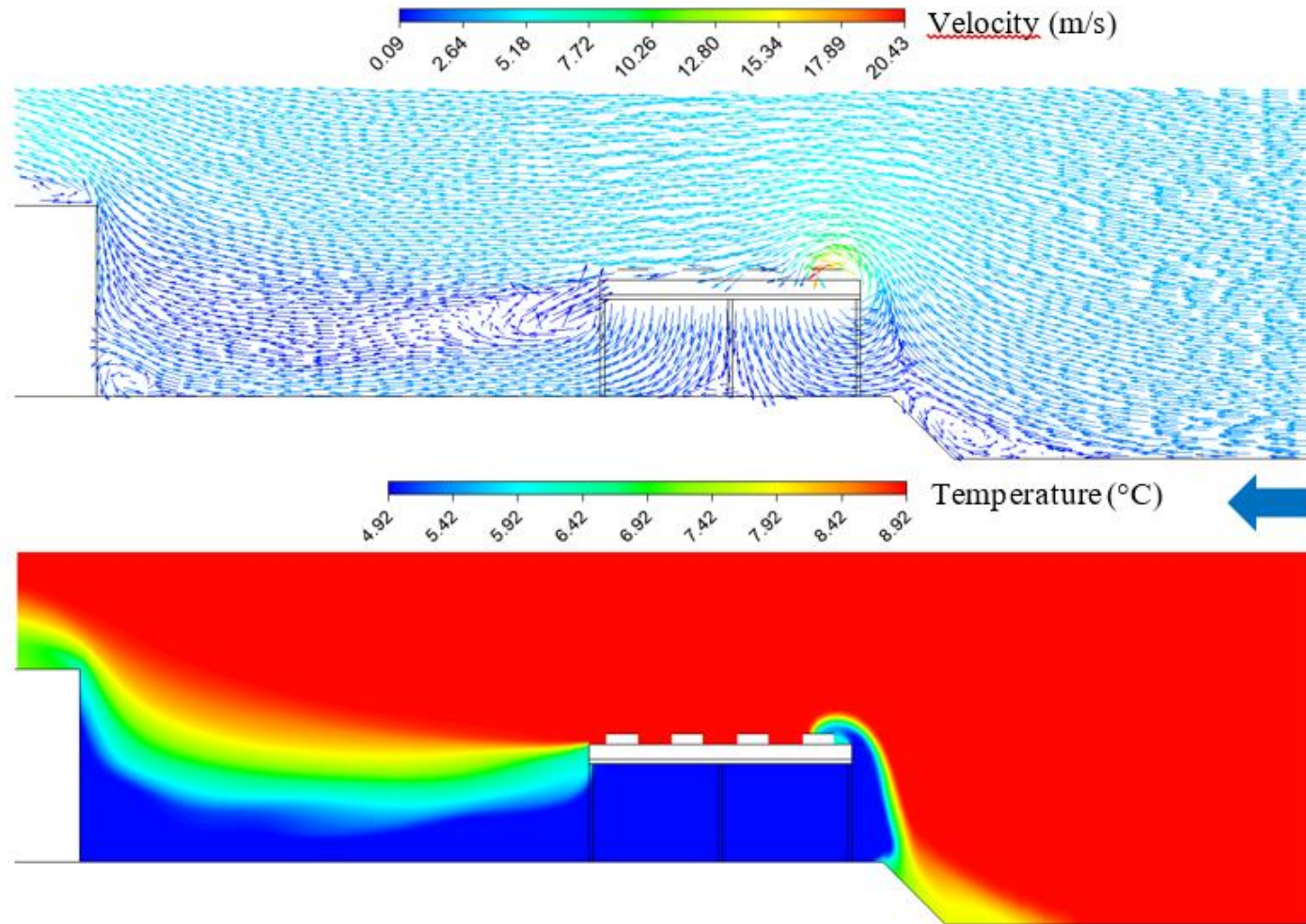
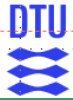


Figure 20. Velocity streamlines and temperature contour at row 17, real field and east wind condition

# WP03 Optimering

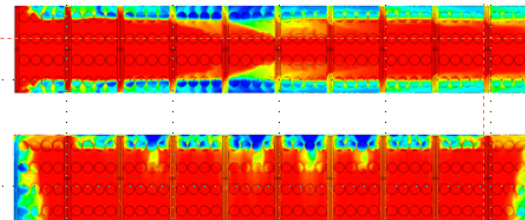
Guide på basis af udført CFD-arbejde ved DTU Mekanik



## How to reduce recirculation?

Where does the air recirculates?

- On the lateral fans, depending on the wind direction
- On the “front line”, also depending on the wind direction



How to decrease recirculation?

- Decrease the wind velocity by placing obstacles at a reasonable distance from the evaporators (to avoid recirculation)
- If there is no wind -> the exhaust flow flows freely -> No recirculation
- The use of windbreakers help, as well as elevate the ground (change in wind direction)



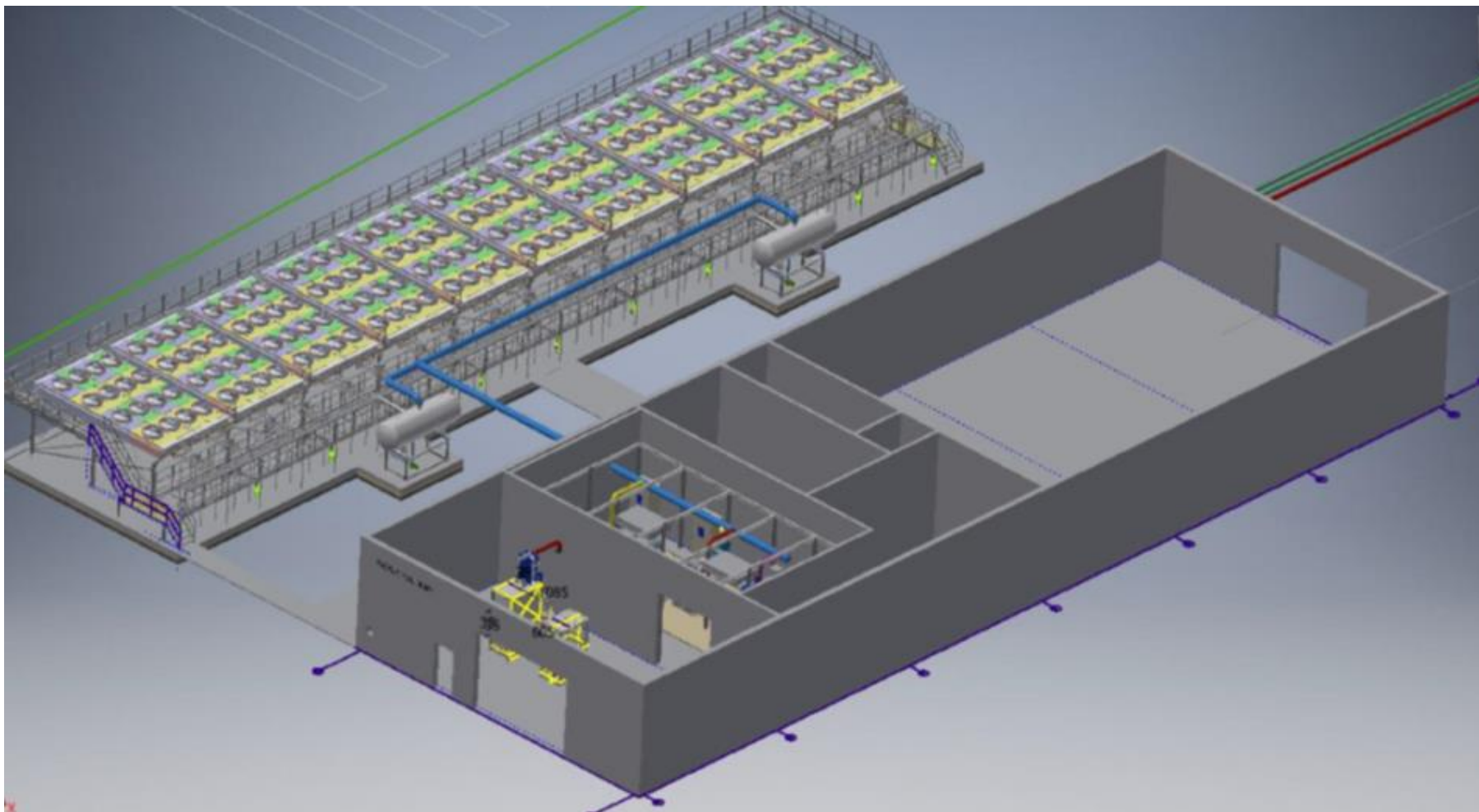
# WP03 Optimering

*En lærreds/presenningsagtig "windbreaker" ved Strandby*



# WP04: Test i laboratorie og on-site

*Fordampere og anlægsbygning ved Brædstrup Fjernvarme*



# WP04: Test i laboratorie og on-site

*Fordamperne ved Brædstrup Fjernvarme*



# WP04: Test i laboratorie og on-site

## Målinger på anlægget i Brædstrup

Målingerne for varmepumpeinstallationen ved Brædstrup Fjernvarme									
Målinger, der indgår i kontrakten mellem Innoterm og Brædstrup Fjernvarme, hvor målinger registreres og logges af Brædstrup Fjernvarme									
Måling og datalogning foretaget af Brædstrup Fjernvarme: Skal kunne eksportere historiske data til CSV filer, fx med 24 timers intervaller Loggefrekvens skal være 5 minutter eller kortere. DTI skal have remote tilgang (fx. web acces) så vi kan downloade loggede data fra gårsdagens kørsel.									

### Måleprogram for varmepumpeinstallationen ved Brædstrup Fjernvarme

Målinger, der indgår i kontrakten mellem Innoterm og Brædstrup Fjernvarme, hvor målinger registreres og logges af Brædstrup Fjernvarme

#### Måling og datalogning foretaget af Brædstrup Fjernvarme:

Skal kunne eksportere historiske data til CSV filer, fx med 24 timers intervaller

Loggefrekvens skal være 5 minutter eller kortere.

DTI skal have remote tilgang (fx. web acces) så vi kan downloade loggede data fra gårsdagens kørsel.

Målinger, der indgår i EUDP-projektet "Optimering af store udeluftvarmepumper", hvor målinger registreres og logges af Teknologisk Institut

#### Måling og datalogning af teknologisk Institut:

Skal kunne udtrække historiske data til CSV filer, fx med 24 timers intervaller

Loggefrekvens skal være 5 minutter eller kortere.

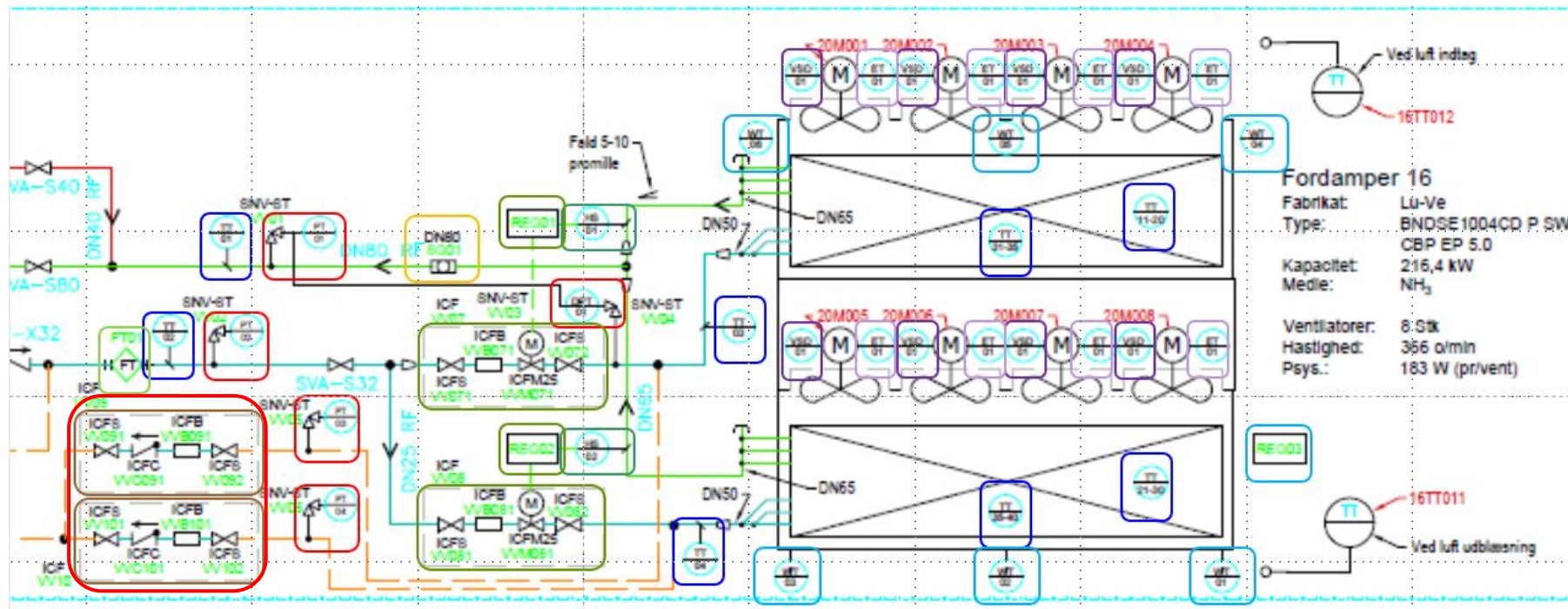
TI skal have remote tilgang (fx. web acces) så vi kan downloade loggede data fra gårsdagens kørsel.

Målingerne for varmepumpeinstallationen ved Brædstrup Fjernvarme									
Målinger, der indgår i kontrakten mellem Innoterm og Brædstrup Fjernvarme, hvor målinger registreres og logges af Brædstrup Fjernvarme									
Måling og datalogning foretaget af Brædstrup Fjernvarme: Skal kunne eksportere historiske data til CSV filer, fx med 24 timers intervaller Loggefrekvens skal være 5 minutter eller kortere. DTI skal have remote tilgang (fx. web acces) så vi kan downloade loggede data fra gårsdagens kørsel.									



# WP04: Test i laboratorie og on-site

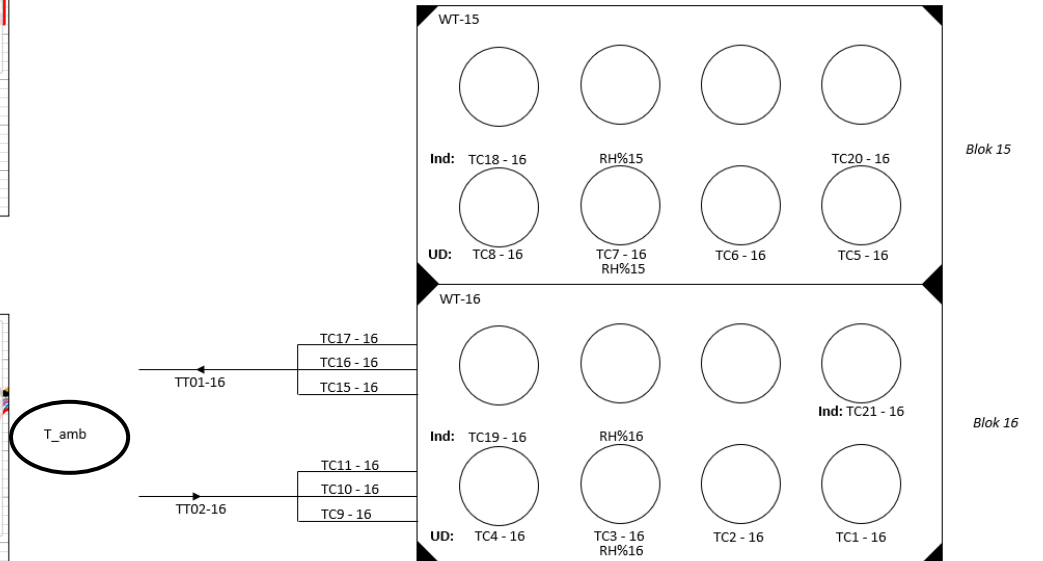
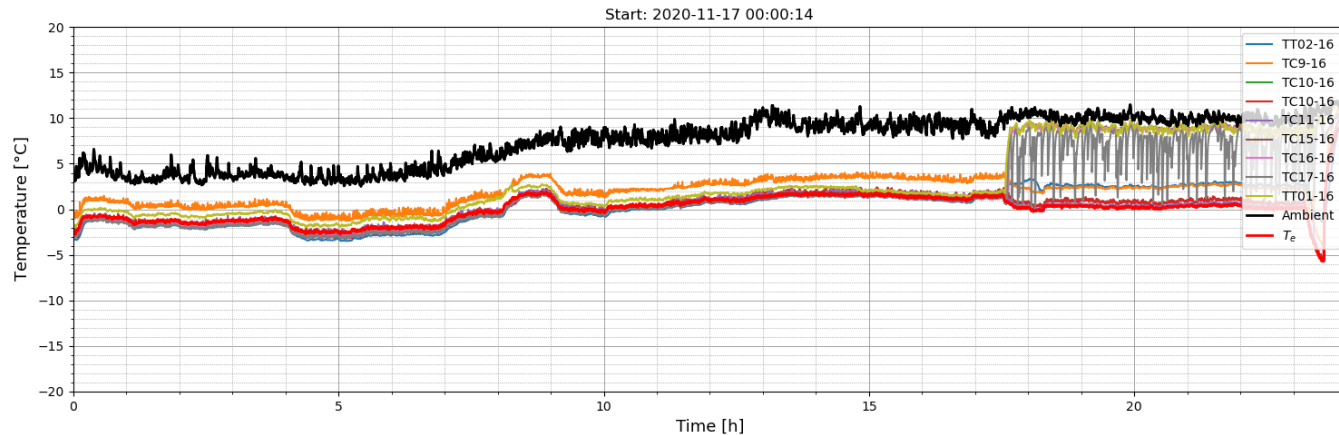
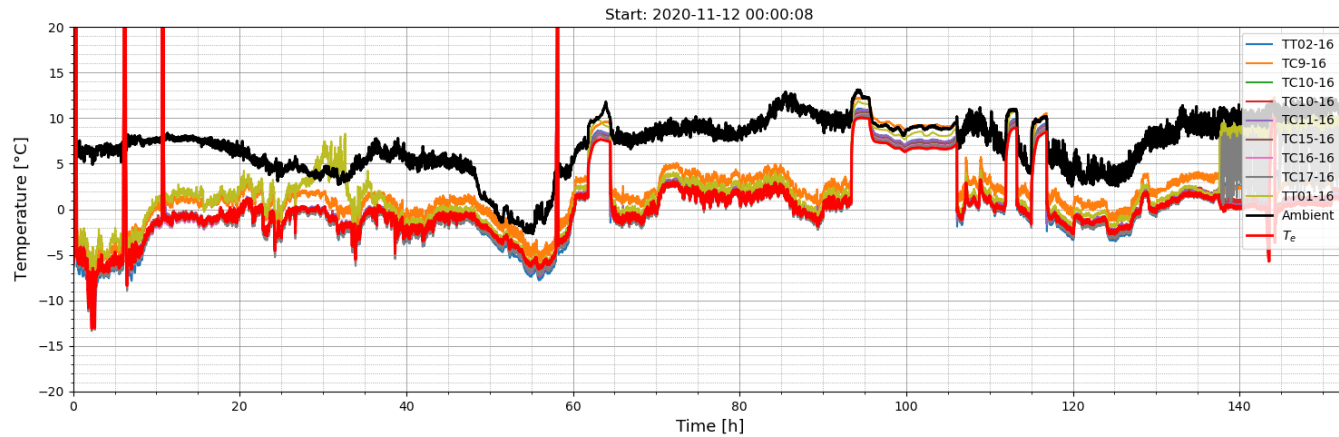
Testfordamper #16 - koordineret med FARS – projektet



- Temperatur TT
- Tryk PT DPT
- Vægt WT
- Flow FT
- Afrimningsstyring VV
- Synsglas SG
- Heatet sensor HS
- Omdrejningstal- og retning VSD
- Elektrisk effekt ET
- Driftsstyring VV REG

# WP04: Test i laboratorie og on-site

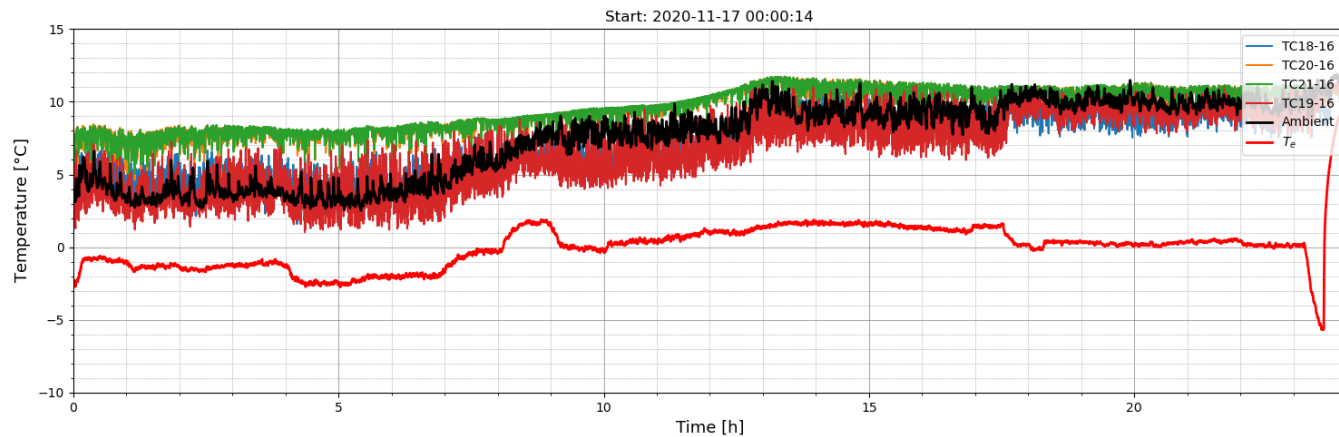
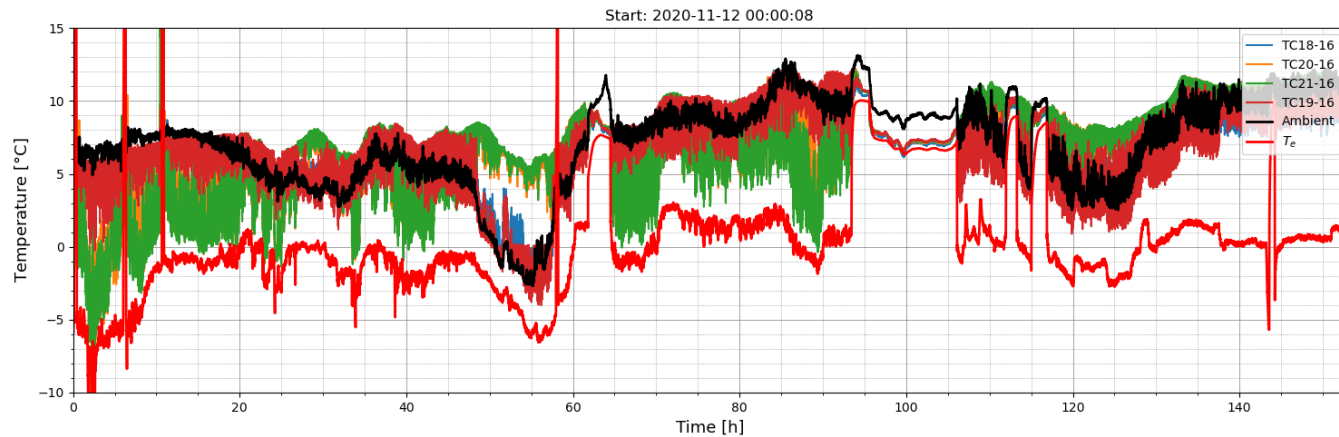
## Målinger af temperatur på ammoniak ved Brædstrup Fjernvarme



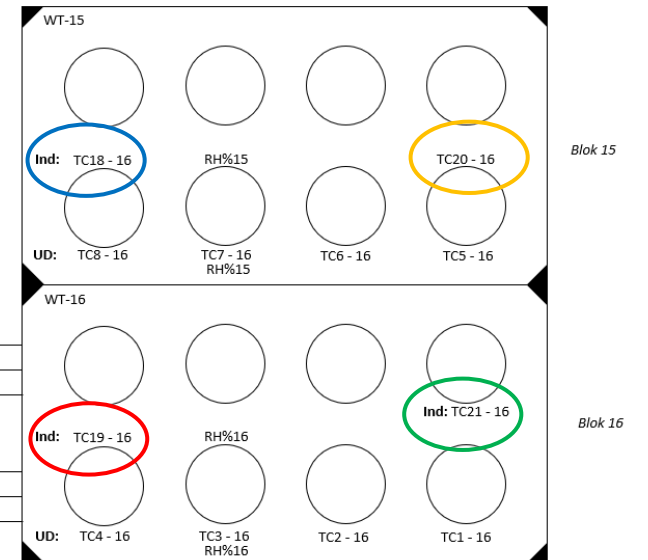


# WP04: Test i laboratorie og on-site

## Målinger af temperatur af udeluft tilgang ved Brædstrup Fjernvarme

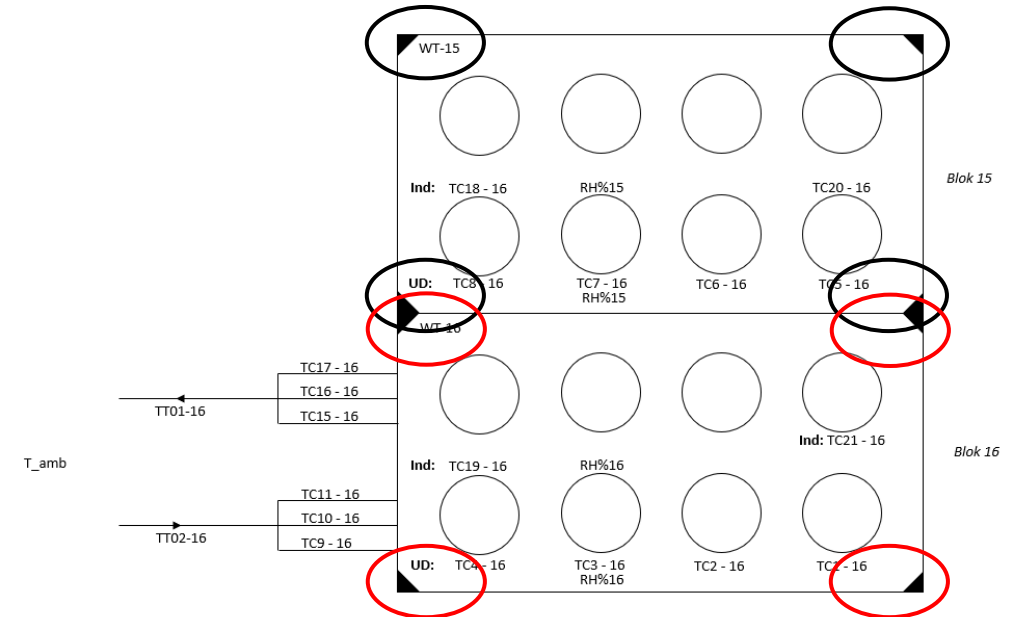
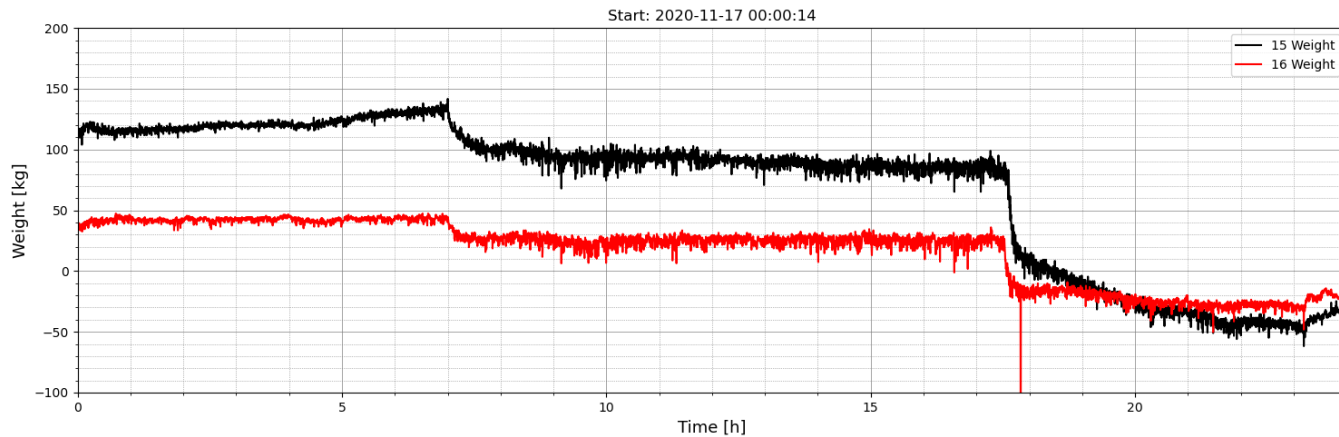
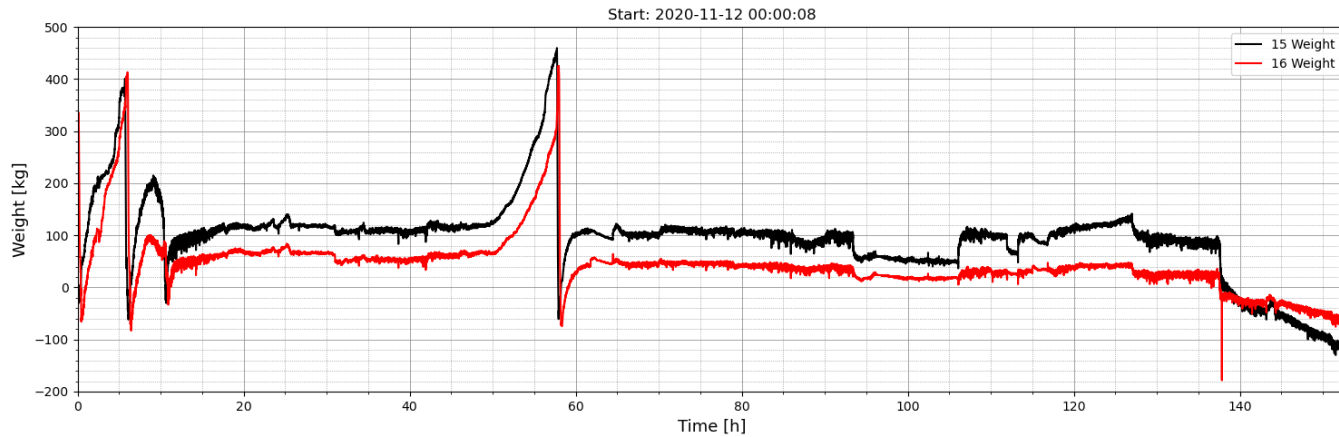


$T_{amb}$



# WP04: Test i laboratorie og on-site

## Målinger af vægt af fordamper ved Brædstrup Fjernvarme



# WP06: Videnformidling

Projektinformation er tilgængelig på Teknologisk Instituts hjemmeside

Denne status udgør første formidling af information om projektets fremdrift til interessenterne.

## Kort om projektet:

**Projekttitel:**  
EUDP 2019-I Optimering af store udeluftvarmepumper (AirToHeat)

**Projekt nr.:**  
64019-0035 (Det Energiteknologiske Udviklings- og Demonstrationsprogram EUDP)

**Projektdeletagere:**

- \* Innoterm A/S (projektansvarlig)
- \* Teknologisk Institut (projektleder)
- \* DTU Mekanik
- \* Fincoil Lu-Ve Oy
- \* Fjernvarme Fyn
- \* Planenergi
- \* Brædstrup Fjernvarme

Projektet har et samlet projektbudget på 6.260 kkr.  
Det samlede støttebeløb fra EUDP er på 3.500 kkr.

[Læs mere om projektet](#)

## Kontakt

Svenn Hansen  
Teknologisk Institut  
Telefon +45 72 20 12 67

[Skriv til Svenn »](#)



# Afslutningsvis

*Foreløbige konklusioner, tanker og ønsker*

## WP02: Videnindsamling og analyse ...

Det tegner til at delrapporten kommer til at rumme **viden og erfaring af god værdi for kommende købere**

## WP03 Optimering

CFD-arbejdet peger på **lovende muligheder for at minimere recirkulation**

## WP04: Test i laboratorie og on-site

Målinger i Brædstrup skal **validere om CFD-arbejdet** stemmer overens med virkeligheden

Målinger i Brædstrup skal vise muligheder for at **optimere væsketilførsel og afrimning af fordampere**

Vi jagter **optimale signaler for start og stop for afrimning**

Der er planer om at **teste 1/8 fordamper under laboratorieforhold**

## Andet

Mange anlæg er sat i drift i 2020 – **ærgeligt at projektet ikke blev startet tidligere**

