TEKNOLOGISK INSTITUT

INNOVATIONSNETVÆRKET SMART ENERGY
Medfinansieret af Uddannelses- og Forskningsministeriet

Transportens Innovationsnetværk
Medfinansieres af Uddannelses-og Forskningsministeriet

Præsentationer

Avanceret energilagring 2020: Termisk lagring

Webinar 25. november

Velkommen til Avanceret energilagring 2020

Hvert år afholder Teknologisk Institut en konference om energilagring – Avanceret energilagring, som sætter fokus på forskellige emner inden for elektrisk og termisk lagring.

I år var formatet en smule anderledes, da vi på grund af Covid-19 situationen ikke kunne afholde konferencen fysisk. I stedet har vi afholdt årets konference som to selvstændige webinarer. Dette webinar om termisk lagring blev afholdt den 25. november 2020.

Her kan du se eller gense præsentationerne fra Energinet, Grøn Energi, EUDP og Hedensted Fjernvarme samt Teknologisk Institut.

Læs mere om årets konference samt se emner og præsentationer fra tidligere konferencer: www.teknologisk.dk/38681

Vi er klar med datoen for næste års konference – den finder du bagerst i denne folder.

På gensyn!

TEKNOLOGISK INSTITUT

Velkommen til webinar om termisk lagring - Varmepumper i fjernvarme

Vært:

Claus Schøn Poulsen
Centerchef
Køle- og Varmepumpeteknik
Teknologisk Institut
csp@teknologisk.dk

Moderator:

Pia Rasmussen
Centerprojektleder
Køle- og Varmepumpeteknik
Teknologisk Institut
pir@teknologisk.dk

TEKNOLOGISK INSTITUT

PRÆSENTATIONER

TEKNOLOGISK
INSTITUT

Scenarier for energisystemet ved realisering af 70% målet i 2030 og en effektiv indpasning af store havvind ressourcer

Anders Bavnhøj Hansen
Chefingeniør
Energinet
abh@energinet.dk

TEKNOLOGISK
INSTITUT

SCENARIER FOR ENERGISYSTEMET

Ved realisering af 70% målet i 2030 og en effektiv indpasning af storskala havvind ressourcer

Konference om termisk lagring ved
Teknologisk Institut 2020-11-24

Anders Bavnhøj Hansen, abh@energinet.dk
Chefingeniør Energinet

DEN POLITISKE AGENDA

Reduktion af drivhusgas med 70% frem mod 2030 og udnyttelse af DK-Nordsø Vindressourcer

- Danske Nordsøvindressourcer rækker langt udover det danske VE-behov frem mod 2050
- Behov for system løsninger der understøtter både 70% mål og Nordsø VE vision !

DK INTERESSANT IFT. HYBRIDANLÆG (VIND/SOL)

Figure 15 World's hybrid PV-Wind power plant cumulative full load hour map in 2030

Source: Fasihi et al (2017).

70 %-REDUKTIONSMÅLET: EN MULIG, MEN AMBITIØS MÅLSÆTNING

70%-målet betyder at:

- CO_2-udledningen for samfundet skal ned på 22,5 Mton CO_2 ækvivalenter.

Der bliver behov for reduktioner i alle sektorer. **To eksempler på mulige udviklingsforløb** med antagelser for reduktioner i andre sektorer giver, at:

- Udledningen fra energisektoren skal ned på 10 - 12,5 Mton CO_2/år.

1) Effekt af ændringer i arealanvendelse og skovbrug.
2) Energi inkl. indenrigs transport.

70% CO_2-REDUKTION KRÆVER MARKANT DIREKTE OG INDIREKTE ELEKTRIFICERING

INDIVIDUEL OPVARMNING

Potentiale for elektrificering af naturgaskedler og oliefyr

Forudsætninger:

- Varmebehov: 65 GJ/år
- Identisk levetid for alle varmeløsninger på 20 år
- Virkningsgrader:
  - NGK: 100%, OK: 90%, TPK: 84%
  - VP: 3,2 (COP), HVP: 3,5 (COP)
- VP-andel af HVP (hybridvarmepumpe) varmeproduktion: 70%

INDUSTRIEL PROCESVARME

Forudsætninger:
Driftstimer: 1) 6000 timer, 2) 2000 timer
Identisk levetid for alle varmeløsninger på 20 år
Kalkulationsrente på 4%

	Naturgas		Biogas		Bionaturgas		Brint		El	
	2020	2030	2020	2030	2020	2030	2020	2030	2020	2030
El/brændsel [DKK/GJ]	48	49	110	110	130	125	260	150	103	106
Distribution [DKK/GJ]	6,5	6,4	0	0	6,5	6,4	100	60	39	40

GRØN BRÆNDSTOFPRODUKTION

SEKTORKOBLING I CLUSTERS - PERSPEKTIVER

Region ved Holstebro-Herning
- Adgang til offshore ilandført el (og på sigt potentielt H2 fra PtG)
- Meget stort biogas (CO2) grundlag
- Moderat fjernvarmegrundlag

Region Aalborg
- Stort varmegrundlag
- Stort biogas (CO2) grundlag
- Stort CO2-grundlag fra cement-industri

Region Hobro-Århus Nord
- Kaverner til lagring H2, CO2, O2 mv.
- Stærkt elnet knudepunkt (Tjele)
- Stort biogas (CO2) grundlag
- Moderat fjernvarmegrundlag (hvis Århus med er grundlag højt)

Region ved Esbjerg
- Adgang til offshore ilandført el (og på sigt potentielt H2 fra PtG)
- Perspektiv for ammoniak produktion
- Stort fjernvarmegrundlag
- Biogas i region (CO2)

Region Trekantsområde
- Raffinaderi
- Biogas
- Stort fjernvarmegrundlag

DK 2 – Avedøre Holme, Kalundborg

Eksist gasnet
Biogas (med CO_2)
Eksempler på clustre
Eksempler på H_2 linier

SEKTORKOBLING CENTRALT FOR AT FÅ ADGANG TIL ENERGILAGRE

- Batterier er relevante for at sikre balancering indenfor driftsdøgn – høj effekt
- Sektor kobling brint og varme kan levere langtidslagring
- Kaverner til lagring af både metan, brint, CO2, O2

ENERGINET

SYSTEMINTEGRATION I ET ENERGICLUSTER

Stor samspil med varme og varmelagre i mange sektorkoblings teknologier
En del processer (forgasning/katalyse) giver output af procesvarme (>200 grader)

70% CO_2-REDUKTION KRÆVER MARKANT DIREKTE OG INDIREKTE ELEKTRIFICERING

Analysen finder, at

- Markant elektrificering i næsten alle sektorer !
- PtX er én løsning blandt flere for at nå reduktionsmålet, men det er et dyrt reduktionstiltag på kort sigt
- Produktionsomkostninger for PtX-brændstoffer kan reduceres ved:
  - Kombination af el- og gas og varme infrastruktur

INFRASTRUKTURELEMENTER SOM ”BYGGEKLODSER” I INTEGRATIONEN AF HAVVIND

Scenarier undersøges i forskellige infrastrukturkonfigurationer

HVDC-ilandføring til stærke punkter i elnettet

HVDC-forbindelser til udland

Etablering af brintinfrastruktur i kombination med elektrolyse

Analyser viser, at kombination af sektorkobling i klynger (evt. ved indfødning fra VE) i kombination med brintinfrastruktur linier kan give et robust energisystem der kan håndtere meget store mængder havvind og sol

SAMMENFATNING

- 2030 målet med 70% reduktion af drivhusgasser kan realiseres med kraftig direkte elektrificering (opvarmning, procesvarme, transport) og indirekte med PtX (VE-fuels med kulstof, brint og ammoniak)
- Markant udbygning med vindkraft ved Nordsøhub og Østersøhub og udbygning med solceller leverer den nødvendige el til øget forbrug.
- Sektorkobling i zoner mange steder i DK + forbindelse med brintrør mellem nogle af zonerne et vigtigt element i at sikre adgang til lagring
- Lagring af både brint, varme, el og CO2 vigtigt for at sikre stabilitet i energiforsyningen
- Opskalering videre fra 2030 på både offshore vindkraft og PtX er muligt hvis fundamentet med sektorkobling, lagring og brintinfrastruktur i dedikerede linier etableres.

Tak for opmærksomheden

http://WWW.ENERGINET.DK/sys35

Store energilagre i fjernvarmen kan sikre billigere grøn omstilling i elsektoren

Jesper Koch
Analysechef
Grøn Energi
gronenergi.org

TEKNOLOGISK
INSTITUT

GRØN ENERGI

Store energilagre i fjernvarmen kan sikre billigere grøn omstilling i elsektoren

Jesper Koch,
Analysechef, Grøn Energi

System-vinklen med fokus på el-, gas og industri
- Sektorintegration

- Kraftvarme
- Eldrevne varmepumper og elkedler
- Industriel symbiose (overskudsvarme, geotermi, sol, PtX,....)

Mål:

At udnytte grønne energiressourcer

At sikre grøn omstilling mest kost-effektivt

At sikre forsyningen

Fremtid med meget overskudsvarme og Industriel symbiose

- Overskudsvarme fra de helt store: Aalborg Portland, Shell Raffinaderiet, datacentre og industrier med køling
- Nye kilder: elektrolyseanlæg, PtX, CO_2 –fangst
- Fjernvarme vil levere grøn varme til industrielle processer

Kunde-vinklen med fokus på grøn el

- 3 GRØNNE VARME-LØSNINGER

- **Fjernvarme** – Kollektiv varmepumpe sender varme rundt i rør.
- **Lokalvarme** – Varmepumpe står lokalt og forsyner en gruppe boliger. Der er rørforbindelse.
- **Nærvarme** – Lille varmepumpen står individuelt i hver bygning. Ingen rørforbindelse.

Varmepumper og elkedler

Elkedler er gode til el-balance, mens varmepumper leverer varme effektivt

Elkedler:

Ca. 800 MW_{th} i 2020 og mindst 1.000 MW_{th} i 2025

Varmepumper:

Ca. 400 MW_{th} i 2020 og 2000 MW_{th} i 2030

ENERGILAGRE I DANMARK

ELBATTERIER I DAG
0,003 TWh

½ MIO. ELBILER
0,03 TWh

FJERNVARME
0,1 TWh

5 STORE FJERNVARMELAGRE
1 TWh

GASLAGRE
11 TWh

OLIELAGRE
55 TWh

PtX og store lagre
Mindst 5 byer: EGNET

15 centrale pladser, velegnede til PtX anlæg

El infrastruktur og fjernvarme grundlag

CO_2 kilder og kunder til de nye grønne brændstoffer

Havnefaciliteter

Brintproduktion og overskudsvarme i Esbjerg

Grøn Varmealliance skaffer politisk beslutning

Forstærkning af el-infrastruktur

Etablering af el-kedler og lager

ESV lukker og slukker

Havvands VP starter

PtX-forsøgsanlæg demonstreres & integreres

Første kommercielle varme integreret i PtX-anlæg

September 2020

2021

2022

2023

2024

Demonstrere og udvikle sektorkobling og opsamling af driftserfaringer for storskala fleksibelt elforbrug

Fjernvarmen sammenbinder energisystemerne

Vi tilbyder:

- Grøn Fjernvarme – 100 % VE i 2030
  - Fremtidens fjernvarme på geotermi, overskudsvarme (bl.a. PtX), store varmepumper, elkedler, sol, biomasse/gas og grøn varme fra affald(CCS)
  - Sektorkobling medfører lavest mulige investering i dansk energiforsyning

GRØN ENERGI

Tak for ordet

gronenergi.org

Støtte til udvikling og demonstration af termisk lagring

Karsten Svoldgaard
EUDP
kasv@ens.dk

TEKNOLOGISK
INSTITUT

Støtte til udvikling og demonstration af termisk lagring

Karsten Svoldgaard, EUDP

25. November, 2020

EUDP og Green Labs DK

- EUDP støtter udvikling og demonstration af ny energiteknologi
- Green Labs DK ordningen (GLDK) støtter større testfaciliteter

Skal fremme

- Forsyningssikkerhed
- Uafhængighed af fossile brændsler
- Klima og renere miljø
- Omkostningseffektivitet
- Fremme danske erhvervsinteresser
- Privat-offentligt samarbejde

- Støtter årligt med 500 mio. kr. – bevilling afhængig af finansloven
- Har støttet omkring 1.000 projekter med ca. 5 mia. kr. – som tillæg til projekternes egenfinansiering
- 29 % af ansøgte projekter under EUDP fik tilsagn i perioden 2017-2019

Hvad støtter EUDP?

- Projekter fra TRL - Technology Readiness Level 4-8
- EUDP kan støtte forskning, der understøtter udvikling/demonstration

Forskning → Udvikling → Demonstration

TRL 1	TRL 2	TRL 3	TRL 4	TRL 5	TRL 6	TRL 7	TRL 8	TRL 9
Basic principles observed	Technology concept formulated	Experimental proof of concept	Technology validated in lab	Technology validated in relevant environment	Technology demonstrated in relevant environment	System prototype demonstration in operational environment	System complete and qualified	Actual system proven in operational environment

EUDP-støtte fra 2007-2019

Typer af EUDP-projekter

- Udvikling og demonstration - inklusiv forskning
- Forundersøgelser
- International deltagelse og samarbejde i IEA og MI
- EU's Strategiske Energiteknologiplan (SET-planen)
- Teknologipartnerskaber
- Formidlingsprojekter

Green Labs DK-projekter

- Etableringen af nye storskala og virkelighedsnære testfaciliteter

Ny strategi 2020-2030

Prioriteringsramme

- 70% reduktion i 2030 og klimaneutralitet i 2050
- Klimarådet udviklingsspor: teknologiudvikling og ændret adfærd
- Øget elektrificering og CCUS

Udfordringer og fokusområder

1. Mere grøn el – og til flere formål
2. Energieffektivisering
3. Persontransport og let varetransport
4. Tung transport og power-to-X i stor skala
5. Varme og varmelagring
6. Grøn procesenergi
7. Fleksibel el-anvendelse, net-udbygning og digitalisering
8. CO_2-fangst, -lagring og –udnyttelse (CCUS)

FLEX-TES

Periode: 2018-2024

Støttebeløb: 13,25 mio. kr. (16 %)

Hvad: 70.000 m³ damvarmelager i kraftvarmebaseret fjernvarmesystem som led i et fleksibelt energisystem

Hvem: VEKS, Høje Taastrup varmeforsyning, CTR, PlanEnergi, EA Energianalyse, DTU Byg.

Sunstore (3 projekter)

Periode: 2008-2015

Støttebeløb: ~ 30 mio kr

Hvad: stort solvarmeanlæg med damvarmelager og varmepumpe

Hvem: PlanEnergi, Dronninglund Fjernvarme, Niras, Teknologisk Institut, m.fl.

Sun-Charge

Periode: 2017-2021

Støttebeløb: 7,49 mio. kr. (59 %)

Hvad: Termisk lagring til brug for lokal on-demand strømproduktion til hurtigladning af elbiler.

Hvem: Heliac, Siemens, Aalborg CSP, DTU, Eon

SVAF

Periode: 2016 - 2021

Støttebeløb: 22,01 mio kr. (20 %)

Hvad: Havvand og spildevandsvarmepumper til Københavns fjernvarmenet

Hvem: HOFOR, VEKS, CTR, Innoterm, Dansk Miljø- & Energianalyse, Alfa Laval, DTU, Teknologisk Institut

Kilde: HOFOR

Termovejen

Periode: 2020-2023

Støttebeløb: 4,08 mio. kr. (56 %)

Hvad: Demonstrere hvordan vejens bærelag samt de øverste jordlag kan bruges til afledning af overfladevand og som kollektiv forsyning af varme og køling til bygninger. Varme indvindes fra jorden med varmepumper og bygningerne køles passivt ved sæsonlagring af den overskydende bygningsvarme i jorden

Hvem: VIA University College Horsens, Hedensted Kommune, Hedensted Spildevand, Løsning Fjernvarme, GEODRILLING, NCC, PlanEnergi, Energy Machines.

KOHESYS

Periode: 2020-2021

Støttebeløb: 1,11 mio. kr. (54 %)

Hvad: forundersøgelse af den tekniske og økonomiske gennemførlighed af et 5. generations fjernvarme- og -kølesystem (5GDHC)

Hvem: Aalborg Universitet, Køge Kommune, PlanEnergi, VEKS.

NeGeV

Periode: 2018-2021

Støttebeløb: 7,89 mio. kr. (53 %)

Hvad: PCM-baseret (phase-change material) energilagringsmodul sammenkoblet med intelligent styring

Hvem: Syddansk Universitet, EXHAUSTO, Teknologisk Institut, BITZER Electronics, Rubitherm.

Geologisk varmelagring

EUDP har støttet en række kortlægningsprojekter og gennemførlighedsanalyse, men har til dato ikke støttet egentlige teknologiudviklingsprojekter.

HTES

Periode: 2016-2019

Støttebeløb: 3,06 mio. kr. (54 %)

Hvad: undersøge mulighederne for at lagre og genindvinde varme fra relevante geologiske formationer i den danske undergrund, til brug for fjernvarmeværker og privat industri.

Hvem: GEUS, VIA-University College Horsens, PlanEnergi, Brædstrup Fjernvarme, Aarhus Universitet

Geothermica

3 projekter med dansk deltagelse: Heatstore, PERFORM, ZoDrEx

Periode: 2018-2021

Støttebeløb: 8 mio. kr.

Hvad: Afsøgning af mulighederne for at lagre større mængder vedvarende energi i geologiske reservoirer.

Hvem: GEUS, PlanEnergi, Force Technology, Welltec

IEA – International Energy Agency

TCP – Technology Collaboration Programmes

- EUDP arbejder for at danske forskere og virksomheder kan hjemtage den nyeste internationale viden til gavn for dansk energiteknologisk innovation
- Fremme danske styrkepositioner inden for energiteknologi, hvor det er af strategisk interesse for Danmark
- EUDP har siden 2008 støttet deltagelse i IEA-samarbejder
- EUDP støtter i øjeblikket aktiviteter under 16 forskellige TCP'er

Foreløbig økonomisk ramme 2021

EUDP og GLDK:	Ca. 500 mio. kr. – heraf 100 mio. kr. til CCUS og P2X

Proces

Forventede ansøgningsfrister:	Mar. og sep. 2021
Bestyrelsens afgørelser:	Jun. og dec. 2021

Ansøgningsmateriale

EUDPs hjemmeside:	http://ens.dk/eudp

EUDP

Karsten Svoldgaard

Kasv@ens.dk

+45 51 67 43 161

Læs mere på: ens.dk/eudp

Projektgalleri: energiteknologi.dk

Følg EUDP:

Optimering af store udeluftvarmepumper

Svenn Hansen
Faglig leder
Teknologisk Institut
sha@teknologisk.dk

TEKNOLOGISK
INSTITUT

TEKNOLOGISK
INSTITUT

Optimering af store udeluftvarmepumper

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

Teknologisk Institut · 25/11 2020

Webinar · Avanceret energilagring 2020 – termisk lagring

© Copyright Teknologisk Institut

TEKNOLOGISK
INSTITUT

Projekt med støtte fra EUDP

Energiteknologisk Udviklings- og Demonstrationsprogram

Kilde: https://ens.dk/ansvarsomraader/forskning-udvikling/eudp

© Copyright Teknologisk Institut

TEKNOLOGISK INSTITUT

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 i 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 standardvarme-pumpeprodukter** vil være **billigere og mere effektive**.

Kilde: Projektansøgningen

© Copyright Teknologisk Institut

TEKNOLOGISK INSTITUT

Projektansøgningen

2.1 Projektplanen - 6 arbejdspakker

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

© Copyright Teknologisk Institut
TEKNOLOGISK INSTITUT

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

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

Planenergi, Nøgleperson: Lars Reinholdt

DTU Mekanik, Nøgleperson: Wiebke Brix Markussen

© Copyright Teknologisk Institut

WP02: Videnindsamling og analyse …

Dokumentation – delrapport WP02

TEKNOLOGISK INSTITUT

EUDP 2019-I
Optimering af store udeluftvarmepumper

Delrapport WP02
Videnindsamling og analyse af tidligere undersøgelser

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

© Copyright Teknologisk Institut

TEKNOLOGISK INSTITUT

WP03 Optimering

Fordamper til Brædstrup Fjernvarme

© Copyright Teknologisk Institut

TEKNOLOGISK INSTITUT

WP03 Optimering

Uddrag fra artikel om udført CFD-arbejde ved DTU Mekanik

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

Kilde: Artikel udarbejdet af DTU

© Copyright Teknologisk Institut

TEKNOLOGISK INSTITUT

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

Kilde: Artikel udarbejdet af DTU

© Copyright Teknologisk Institut

TEKNOLOGISK INSTITUT

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

Kilde: Artikel udarbejdet af DTU

© Copyright Teknologisk Institut

TEKNOLOGISK INSTITUT

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

Kilde: Artikel udarbejdet af DTU

© Copyright Teknologisk Institut

TEKNOLOGISK INSTITUT

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

Kilde: Artikel udarbejdet af DTU

© Copyright Teknologisk Institut

TEKNOLOGISK INSTITUT

WP03 Optimering

Uddrag fra artikel om udført CFD-arbejde ved DTU Mekanik

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

(b) In-plane temperature contour

Kilde: Artikel udarbejdet af DTU

© Copyright Teknologisk Institut

TEKNOLOGISK INSTITUT

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

Kilde: Artikel udarbejdet af DTU

© Copyright Teknologisk Institut

TEKNOLOGISK INSTITUT

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

Kilde: Artikel udarbejdet af DTU

© Copyright Teknologisk Institut

TEKNOLOGISK INSTITUT

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

Kilde: Artikel udarbejdet af DTU

© Copyright Teknologisk Institut

TEKNOLOGISK INSTITUT

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

Kilde: Artikel udarbejdet af DTU

© Copyright Teknologisk Institut

TEKNOLOGISK INSTITUT

WP03 Optimering

Guide på basis af udført CFD-arbejde ved DTU Mekanik

DTU

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)

23 March 2020 DTU Mechanical Engineering 16

Kilde: Artikel udarbejdet af DTU

© Copyright Teknologisk Institut

TEKNOLOGISK INSTITUT

WP03 Optimering

En lærreds/presenningsagtig ”windbreaker” ved Strandby

© Copyright Teknologisk Institut

TEKNOLOGISK INSTITUT

WP04: Test i laboratorie og on-site

Fordampere og anlægsbygning ved Brædstrup Fjernvarme

© Copyright Teknologisk Institut

TEKNOLOGISK INSTITUT

WP04: Test i laboratorie og on-site

Fordamperne ved Brædstrup Fjernvarme

© Copyright Teknologisk Institut

TEKNOLOGISK INSTITUT

WP04: Test i laboratorie og on-site

Målinger på anlægget i Brædstrup

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 uddrage 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.

© Copyright Teknologisk Institut

TEKNOLOGISK INSTITUT

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

© Copyright Teknologisk Institut

TEKNOLOGISK INSTITUT

WP04: Test i laboratorie og on-site

Målinger af temperatur på ammoniak ved Brædstrup Fjernvarme

© Copyright Teknologisk Institut

TEKNOLOGISK INSTITUT

WP04: Test i laboratorie og on-site

Målinger af temperatur af udeluft tilgang ved Brædstrup Fjernvarme

© Copyright Teknologisk Institut

TEKNOLOGISK INSTITUT

WP04: Test i laboratorie og on-site

Målinger af vægt af fordamper ved Brædstrup Fjernvarme

© Copyright Teknologisk Institut

TEKNOLOGISK INSTITUT

WP06: Videnformidling

Projektinformation er tilgængelig på Teknologisk Instituts hjemmeside

© Copyright Teknologisk Institut

TEKNOLOGISK INSTITUT

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 – **ærgerligt at projektet ikke blev startet tidligere**

© Copyright Teknologisk Institut

TEKNOLOGISK INSTITUT

Grøn varme – der holder ind i fremtiden

Torben Alex Nielsen
Driftsleder
Hedensted Fjernvarme

TEKNOLOGISK
INSTITUT

HEDENSTED FJERNVARME

Grøn energi fra sol, overskuds-varme og varme-pumper

Grøn varme – der holder ind i fremtiden

HEDENSTED FJERNVARME

Lidt om mig selv

Mit navn er Torben Alex Nielsen
Maskinmester anno 1987
Industri elektrikker og færgemand 1987 – 1993

Driftsleder Nørre Aaby Kraftvarmeværk 1993 – 2011
Driftsleder Hedensted Fjernvarme 2011 - nu

HEDENSTED FJERNVARME

”I 2019 kom halvdelen af energiforbruget på varmeværket fra naturgas. Inden 2021 er det fossile brændsel næsten udfaset. Naturgas vil herefter kun bruges i nødstilfælde

Eller til opregulering i el markedet.

HEDENSTED FJERNVARME

På vej mod en grønnere fremtid

49% af varmen kommer fra sol, overskudsvarme og bæredygtige naturprodukter

95% af varmen kommer fra sol- og overskudsvarme

100% af varmen kommer af CO_2 neutrale energiformer

HEDENSTED FJERNVARME

Naturgas

Hedensted Fjernvarme tænker ikke naturgas som en del af vores varmeforsyning. Vores naturgas-motorer kører kun, når vind- og solenergi ikke producerer strøm nok, eller når vi har svigt på andre energikilder.

Vi har optimeret vores naturgasforbrug med en varmepumpe, der betyder, at vi bruger 80% mindre energi fra naturgas i forhold til tidligere.

5%

Hos Hedensted Fjernvarme bruger vi kun naturgas i nød-situationer eller når Danmark mangler strøm.

HEDENSTED FJERNVARME

Solenergi

Store moderne solfangeranlæg forsyner os med varmt vand gennem hele sommeren. På den måde kan vi stort set undgå, at starte vores gasmotorer.

14%

Hos Hedensted Fjernvarme leverer vores store solfangeranlæg 14% af vores samlede varme behov.

HEDENSTED FJERNVARME

HEDENSTED FJERNVARME

Overskudsvarme

En del af områdets store virksomheder skaber en masse energi og varme som en del af deres daglige produktion. Indtil for nylig gik al denne energi til spilde. Hos Hedensted Fjernvarme har vi lavet aftaler med en række af virksomhederne, så vi kan aftage og genbruge denne energi til opvarmning og varmt vand.

55%

Hos Hedensted Fjernvarme leverer fem virksomheder i dag 10% af den varme, vi samlet bruger på værket. Og med de nye aftaler med Air Liquid er vi i stand til at forsyne nye områder med energi. Herefter udgør overskudsvarme 55% af vores samlede forsyning.

HEDENSTED FJERNVARME

Produktionsenheder og fordeling Hedensted Fjernvarme.

• Solvarme	14 %	10 kr. / MWh
• Overskudsvarme	10 %	295 kr. / MWh
• Varmepumpe Air Liquid	45 %	160 kr. / MWh
• Træ piller	25 %	316 Kr. / MWh
• Varmepumper kedel	1 %	300 Kr. / MWh
• Naturgas kedel	5 %	400 kr. / MWh

- Kraftvarmeværk 2 MW el og 2,6 MW varme
- 2 stk. Blokvarmecentraler til henholdsvis 31 og 33 boliger

HEDENSTED FJERNVARME

Vi udnytter cirkulære og alternative varmekilder

HEDENSTED FJERNVARME

Fjernvarme med varmepumper.

- Optimering af naturgaskedel.
  køling af røggas med elektrisk varmepumpe
- Overskudsvarme fra industrien
- Blokvarmecentraler med elektriske luft / vand varmepumper

HEDENSTED FJERNVARME

Optimering af naturgaskedel 10 mw

2012

10 MW Naturgaskedel med skrubber køle tårn.
hidtidig røggas temperatur 55 °

HF indsatte 3 stk. elektriske varmepumper til nedkøling af den resterende restvarme i røggassen fra 55 – 10 °
max effekt 800 KW.

Kedlens totalvirkningsgrad blev hævet fra 106% - 112%

HEDENSTED FJERNVARME

Små overskudsvarme projekter.

2014 -2017

Småkageproduktion
veksler løsning

Produktion af foder
veksler løsning

Dagligvarer
varme fra køleanlæg

Super Brugsen

Polyprint

hl·repro
PRESS FORWARD

GM plast

HEDENSTED FJERNVARME

55% overskuds-Varme.

Produktion af

ilt og nitrogen

En ny aftale med Air Liquid får andelen af overskudsvarme op fra 10 til 55 pct. Ændringen er ikke afhængig af Air Liquids fremtidsplaner: Varmepumpen kan ombygges til at bruge luft i stedet for kølevand.

AIR LIQUIDE

O_2

ARGON

WELD ARGON
AIR LIQUIDE
EC-No. 231-147-0
Klasse 2, 1A, ADR
2
ADVARSEL
2013/05

HEDENSTED FJERNVARME

Varmepumper

Som vi kender det fra private hjem, bruger vi også moderne varmepumper til at skalere varmen og optimere energien fra kilder som luft. Vi har etableret varmepumpeløsninger for en boligforening i Juelsminde og et nyt boligområde i Remmerslund. Løsninger som vi forventer at bruge i større grad fremover.

100%

Varmepumper forsyner 2 mindre områder i Hedensted og Juelsminde.

HEDENSTED FJERNVARME

HEDENSTED FJERNVARME

HEDENSTED FJERNVARME

Luft til vand
Varmepumpe 20 fods container

HEDENSTED FJERNVARME

Bæredygtige naturprodukter

Vores satellitanlæg på Overholmvej er i dag ombygget til at producere varme ved brug af træpiller. Det udgør derfor en vigtig del af vores samlede varmeregnskab.

25%

Bæredygtige natur-produkter passer godt ind i vores cirkulære fjernvarme regnskab. 25% af varmen kommer fra træpiller.

HEDENSTED FJERNVARME

HEDENSTED FJERNVARME

Flere danskere vil vælge fjernvarme

HEDENSTED FJERNVARME

HEDENSTED FJERNVARME

HEDENSTED FJERNVARME

Varmen bliver 100% CO2-neutral Inden 2021

De grønne ambitioner skal få endnu flere til at se værdien i at udskifte fyret med fjernvarme.

HEDENSTED FJERNVARME

”Hver eneste husstand i Hedensted, der erstatter et oliefyr med varme fra Hedensted Fjernvarmeværk, sparer miljøet for 5,7 tons CO2-udledning årligt – det svarer til 11 flyveture til sydens sol. Hvis skiftet sker fra naturgas, er forskellen på 3,9 tons.”*

**Kilde: Fjernvarmens Informationsfond*

5,7 tons CO_2

HEDENSTED FJERNVARME

HEDENSTED FJERNVARME

Fremtiden

Overskudsvarme

Solvarme

El kedel

Varmelagring

Kraftvarme

HEDENSTED FJERNVARME

TAK for jeres tid

Site acceptance test af store varmepumper – verifikation af kapacitet og effektivitet

Rasmus Borup
Konsulent
Teknologisk Institut
rab@teknologisk.dk

TEKNOLOGISK
INSTITUT

TEKNOLOGISK INSTITUT

Site acceptance test af store varmepumper – verifikation af kapacitet og effektivitet

Avanceret energilagering 2020

Udarbejdet af Rasmus Borup – RAB@teknologisk.dk - 72202303

TEKNOLOGISK
INSTITUT

Hvorfor store varmepumper i fjernvarmen

Hvis denne søjle var beregnet med den nye elvarmeafgift på 40 kr. pr. MWh ville den være endnu lavere

*Figur fra "Drejebog til store varmepumper i fjernvarmen"

Rasmus Borup – RAB@teknologisk.dk - 72202303

TEKNOLOGISK
INSTITUT

Store varmepumper i fjernvarmen kobler sektorer

- Store varmepumper øger fleksibiliteten i det danske energisystem ved at koble sektorer
  - Ved overskud af grøn el tilføres varme til fjernvarmenettet eller der lagres (avanceret energilagring)
  - Ved underskud af el kan store varmepumper lukkes ned og kapacitet frigøres

- Store varmepumper kan udnytte den solenergi som indstråles løbende men også den som er lagret i jord/luft/vand men som eksisterer ved en lav temperatur

Rasmus Borup – RAB@teknologisk.dk - 72202303

TEKNOLOGISK
INSTITUT

Stort fokus på store varmepumper til fjernvarme

- Ordet ”varmepumpe” er nævnt et utal af gange i regeringens klimahandlingsplan.
  - Kan skabe ”vilde-vesten” effekt hvor firmaer øjner mulighed for at tjene en masse penge uden at have helt styr på kvaliteten af det som leveres.

- Det kan være svært at gennemskue om man har reelt har fået det man har betalt for

Rasmus Borup – RAB@teknologisk.dk - 72202303

TEKNOLOGISK
INSTITUT

Har vi fået hvad vi har betalt for?

COP = 3

Design:

1333 kW

8ºC / 2ºC

70ºC / 40ºC

4.000 kW

COP = ??????

Almindelig drift (off-design):

7ºC / 1,5ºC

60ºC / 30ºC

????? kW

Rasmus Borup – RAB@teknologisk.dk - 72202303

TEKNOLOGISK
INSTITUT

Et simpelt eksempel…

En varmepumpe med en varmeydelse på 4 MW og en COP = 3

5000 årlige driftstimer

Elpris = 0,5 kr. pr. kWh

Effektoptag, el:

4.000 kW / 3 = 1333 kW

Udgifter, el:

1333 kW * 5000 timer * 0,5 kr. pr. kWh = 3.333.3 kr. pr. år.

Hvad bliver den estimerede mer-udgift til el hvis effektiviteten er forringet med -2,5%, -5%, -7,5%…?

Rasmus Borup – RAB@teknologisk.dk - 72202303

TEKNOLOGISK
INSTITUT

Et simpelt eksempel… Fortsat.

- Prøv selv at gange med anlæggets levetid (30 år) → $$$$$$$

Rasmus Borup – RAB@teknologisk.dk - 72202303

TEKNOLOGISK
INSTITUT

Målemetode

- Varmepumpen startes op (og indreguleres evt. af producenten)
- Når varmepumpen arbejder stabilt udtages 6 målinger med 10 minutters varighed
- Afgivet varmeeffekt og elektrisk effektoptag beregnes som gennemsnit af de 6 målinger
- Til selve målingerne anvendes varmepumpens instrumentering herunder de afregningsgodkendte energimålere

Rasmus Borup – RAB@teknologisk.dk - 72202303

TEKNOLOGISK
INSTITUT

Betingelser og afrapportering

- Betingelser:
  - Varmepumpen skal driftes ved 100% last.
  - Fremløbstemperaturen* på den kolde henholdsvis varme side skal være tilsvarende med den dimensionerende fremløbstemperatur ±4K.

- Afrapportering – Værdien:
  - Site acceptance testen dokumenteres med en kort rapport med **resultater** herunder en vurdering af resultaternes usikkerhed.
  - **Resultatet** indeholder en 3. parts-måling af afgivet varmeeffekt samt elektrisk effektoptag. Resultaterne justeres og vises også for design-drift hvilket muliggør sammenligning med udbudsmaterialet.

*Indløbstemperatur på kold side, og udløbstemperatur på varm side

Rasmus Borup – RAB@teknologisk.dk - 72202303

TEKNOLOGISK
INSTITUT

Problemløsning

- Hvis der under site acceptance testen identiferes problemer med performance kan Teknologisk Institut også hjælpe med at udbedre problemet

- På billedet til højre ses en differenstryk måling på nogle store fordampere. Der var mistanke om at kølemidlet ikke blev fordelt korrekt i fordampernes mange kredse.

Rasmus Borup – RAB@teknologisk.dk - 72202303

TEKNOLOGISK
INSTITUT

Problemløsning

- Hvis der under site acceptance testen identiferes problemer med performance kan Teknologisk Institut også hjælpe med at udbedre problemet

- På billedet til højre ses en flowmåling af ammoniak med ultralyd. Dvs. ingen indgreb i kredsen og varmepumpen skal ikke lukkes ned

Rasmus Borup – RAB@teknologisk.dk - 72202303

TEKNOLOGISK
INSTITUT

Spørgsmål?

- Tag fat i mig, hvis vi vil høre mere om, hvad vi kan tilbyde

Rasmus Borup
Konsulent

+4572202303
rab@teknologisk.dk
Energianvendelse i bygninger (185), Køle- og Varmepumpeteknik (C012), Taastrup

- Tak for jeres opmærksomhed

TEKNOLOGISK
INSTITUT

SÆT KRYDS I DIN KALENDER ALLEREDE NU

- vi er klar med datoen for næste års konference

Avanceret energilagring 2021
2. december 2021

På gensyn på Teknologisk Institut i Aarhus