



# DANISH TECHNOLOGICAL INSTITUTE

REFRIGERATION AND HEAT PUMP  
TECHNOLOGY

CLAUS S. POULSEN  
DIRECTOR, ENERGY & CLIMATE



DANISH  
TECHNOLOGICAL  
INSTITUTE



DANISH  
TECHNOLOGICAL  
INSTITUTE

FOODS  
MATERIALS  
ENERGY

...FOR A BETTER FUTURE



# AN EXCELLENT PARTNER AND WORKPLACE

**1,000**

COMPETENT SPECIALISTS

**40,000**

TECHNOLOGICAL SOLUTIONS

**10,000**

SATISFIED CUSTOMERS

**1,200**

UNIQUE  
R&D-PARTNERS

**10th.\***

MOST ATTRACTIVE  
EMPLOYER

**70**

TECHNOLOGICAL  
INFRASTRUCTURES

Danish Technological Institute is a self-owned and not-for-profit institution. DTI is approved as a Research and Technology Organisation by the Danish Minister of Higher Education and Science.

\* In 2021, we were named the 10<sup>th</sup>. most attractive employer in engineering and science in Universum's brand survey



# DIVISIONS



**FOOD & PRODUCTION**



**BUILDING &  
CONSTRUCTION**



**ENERGY & CLIMATE**



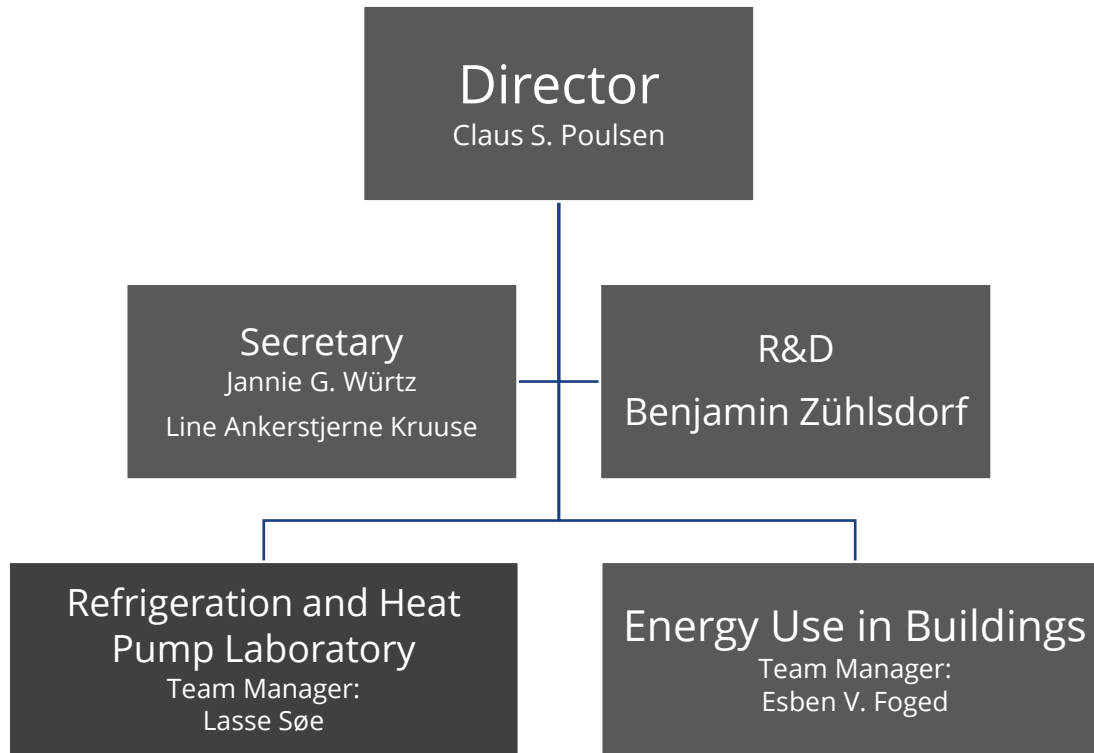
**ENVIRONMENTAL  
TECHNOLOGY**



**MATERIALS**



# REFRIGERATION & HEAT PUMP TECHNOLOGY



- ~ 45 employees (incl. 3-4 trainees)
- Broad spectrum of competences
- Business activities:
  - 50 % R&D
  - 50 % Commercial activities



# REFRIGERATION & HEAT PUMP TECHNOLOGIES



## Validation

- Accredited testing of heat pumps
- From kW to MW



## Integration

- Process integration & decarbonization strategies
- On-site testing
- Courses for industry



## Development

- Technology development of components and systems
- Experimental testing
- Modelling and Simulation



Domestic HPs



Supermarket Systems



District Heating



Unit Operations



High-Temperature HPs



# World-class laboratory facilities

The center covers all types of refrigeration systems in five laboratories:

- Refrigeration LAB – in Aarhus (component test i.e. HX, compressors, valves etc., refrigeration system test, R&D project co-operations, NH<sub>3</sub> & CO<sub>2</sub>)
- XL heat pump lab – in Aarhus (test of largescale HTHP for industrial use and district heating + refrigeration system)
- Energy efficiency LAB – in Taastrup (plug-in commercial and domestic freezers, refrigerators, electronics)
- Heat pump LAB – in Aarhus (A2A, A2W & W2W, for domestic use)
- Condensing unit (CDU) LAB – in Aarhus



Vi bygger nyt:



Vores nye HTHP lab er snart klar til drift..

MW størrelse og ca. 180C







# EU Kommissionen har en plan – og den er ambitiøs!

An official website of the European Union How do you know?

European Commission

English EN Search

Home > Press corner > REPowerEU

Available languages: English

Press release | 18 May 2022 | Brussels

## REPowerEU: A plan to rapidly reduce dependence on Russian fossil fuels and fast forward the green transition\*

Page contents

- Top
- Print friendly pdf
- Related media
- Press contact

The European Commission has today presented the [REPowerEU Plan](#), its response to the hardships and global energy market disruption caused by Russia's invasion of Ukraine. There is a double urgency to transform Europe's energy system: **ending the EU's dependence on Russian fossil fuels**, which are used as an economic and political weapon and cost European taxpayers nearly €100 billion per year, and **tackling the climate crisis**. By acting as a Union, Europe can phase out its dependency on Russian fossil fuels faster. [85% of Europeans](#) believe that the EU should reduce its dependency on Russian gas and oil as soon as possible to support Ukraine. The measures in the REPowerEU Plan can respond to this ambition, through **energy savings, diversification of energy supplies, and accelerated roll-out of renewable energy** to replace fossil fuels in homes, industry and power generation.

Your cookie preferences have been saved. To change your preferences at any time, see our [cookies policy](#) or visit the link in the page footer. Close

Benyt som standard


Additional support for research and innovation

### BOOSTING SKILLS FOR RENEWABLE ENERGY PRODUCTION:

- Support the creation of a large-scale skills partnership among renewable energy stakeholders under the Pact for Skills
- Support skills for hydrogen through ERASMUS + and the Joint Undertaking on Clean Hydrogen


#### CASE STUDY: CIRCULAR MATERIAL USE IN THE PAPER INDUSTRY

Circular innovation can be a big driver of industrial energy consumption reduction. In the paper industry, transforming paper machines to produce output from recycled fibres has led to a lower electrical consumption and greenhouse gas emissions from the mill.




#### CASE STUDY: ELECTRIFICATION OF THE GLASS INDUSTRY

The glass industry uses considerable amounts of natural gas to melt raw materials. Using electricity instead of natural gas could halve the amount of energy needed and contribute to energy savings.




### EXPANDING EU'S CLEAN ENERGY TECHNOLOGY MANUFACTURING CAPACITY

The industrial sector will also play a key role in scaling up the production of equipment and components necessary to quickly transform our energy system.




**SOLAR PANELS**

Produce at least **20 GW** of solar photovoltaics production capacity by 2025




**WIND ENERGY CAPACITY**

Ensure equipment to allow an **acceleration** in wind capacity deployment




**HEAT PUMPS**

Secure capacity to **double** heat pump installation this year and reach **10 million units** until 2025



**HYDROGEN ELECTROLYSERS**

Increase annual electrolyser manufacturing capacity **tenfold**



#### BOOSTING HEAT PUMP PRODUCTION:

Heat pumps are the most efficient form of heat electrification and can deliver three times more thermal energy than the electrical energy consumed. Given they can easily replace gas boilers, they play an increasingly important role in heating residential and commercial buildings as well as in district heating. The EU is a global leader in heat pump technologies.

© European Union, 2022  
Reuse of this document is allowed, provided appropriate credit is given and any changes are indicated (Creative Commons Attribution 4.0 International license). For any use or reproduction of elements that are not owned by the EU, permission may need to be sought directly from the respective right holders. All images © European Union, © AdobeStock.  
Luxembourg Publications Office of the European Union, 2022  
Print ISBN 978-92-76-52685-4 doi:10.2777/382344 NA-07-22-288-EN-C  
PDF ISBN 978-92-76-52685-4 doi:10.2775/780522 NA-07-22-288-EN-N

# DRIVERE OVER TID

- 70 % mål og SBTi
- Energiprisstigninger (2021)
- Forsyningssikkerhed (2022)
- REPowerEU (2022)



DRIVING AMBITIOUS CORPORATE CLIMATE ACTION

POLITIK - 3. jun. 2019 - 21.25

## Partiledere i debat strider om at finde penge til klima

## Undersøgelse: Klimaet løber med opmærksomheden i valgkampen

Klima og miljø fylder 25 procent af medieomtalen i forbindelse med folketingsvalget, viser undersøgelse.

**Berlingske** 

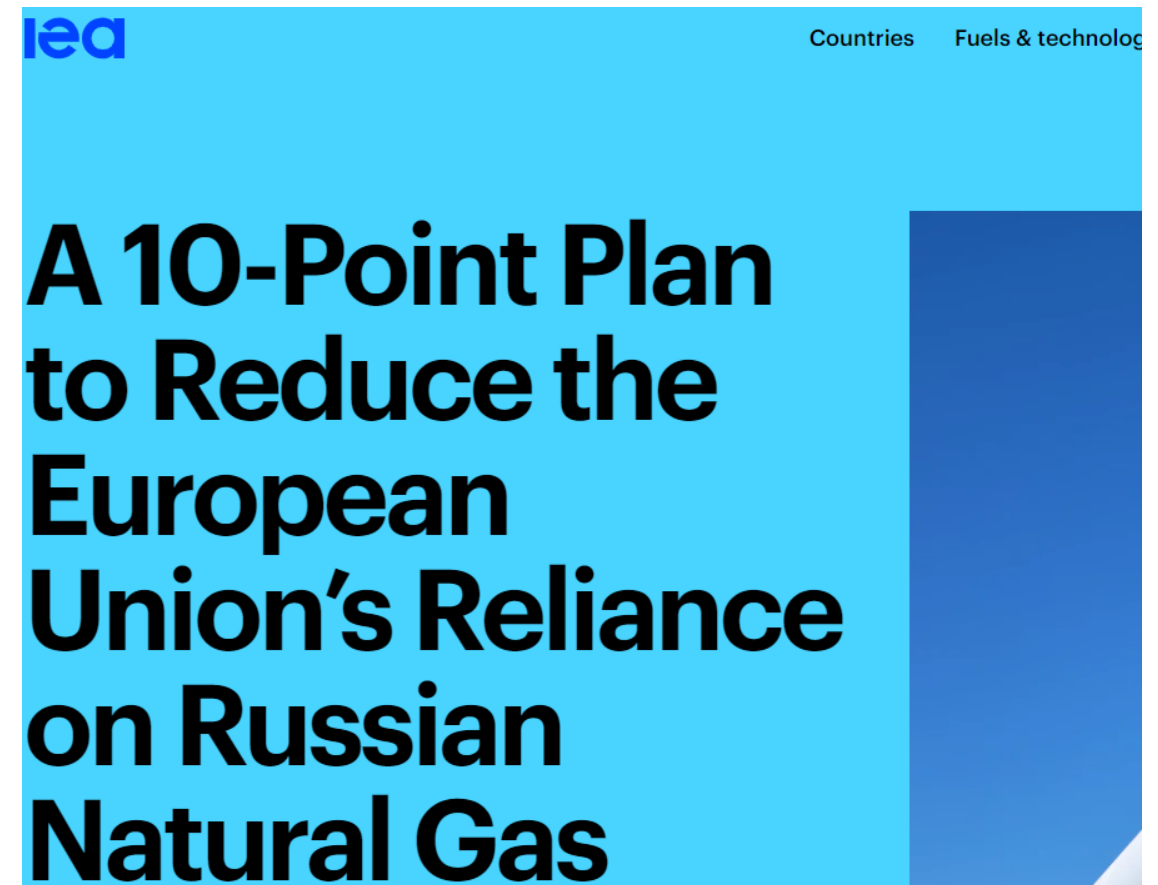
**Danmark skal være uafhængig af russisk gas – det kan blive dyrt og besværligt**



TEKNOLOGISK  
INSTITUT

# International Energy Agency

1. No new gas supply contracts with Russia
2. Replace Russian supplies with gas from alternative sources
3. Introduce minimum gas storage obligations to enhance market resilience
4. Accelerate the deployment of new wind and solar projects
5. Maximise generation from existing dispatchable low-emissions sources: bioenergy and nuclear
6. Enact short-term measures to shelter vulnerable electricity consumers from high prices
7. **Speed up the replacement of gas boilers with heat pumps**
8. **Accelerate energy efficiency improvements in buildings and industry**
9. **Encourage a temporary thermostat adjustment by consumers**
10. **Step up efforts to diversify and decarbonise sources of power system flexibility**



# En historisk rejse



Fra dengang hvor varmepumperne blev betragtet som atomkraftens forlængede arm i DK...

...og til i dag, hvor varmepumperne er anerkendt som en vigtig trædesten mod det fossilfrie samfund





Søg på Teknologisk Institut...

< Varmepumper

**Populært** 3 dages kursus

## Grundlæggende varmepumpe teknik - VE-installatør

17. - 19. maj 2022  
Taastrup Udsolgt

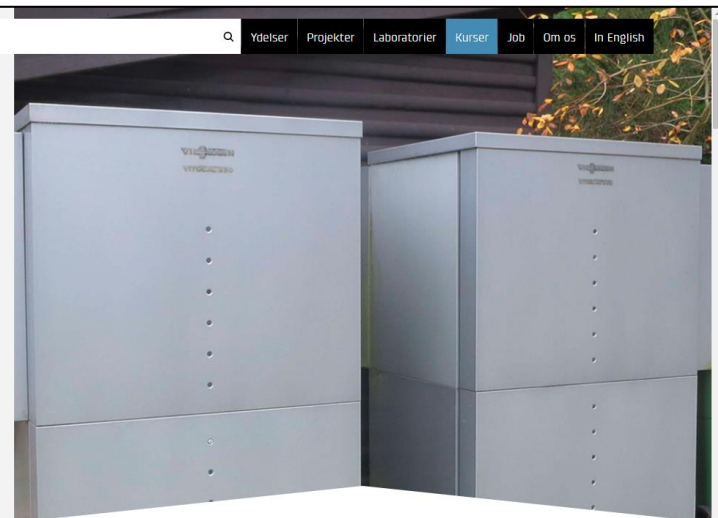
6. - 8. september 2022  
Aarhus

11. - 13. oktober 2022  
Taastrup

DKK 9.900  
ekskl. moms  
Nr. 90572A

**Tilmeld dig** >

★★★★☆ 4,1 Fremragende  
22 anmeldelser



Spas Energi.dk  
Energistyrelsen

Forbager  
Efterslag

Søg

### Varmepumpe listen

Her kan du sammenligne varmepumper på det danske marked. Varmepumpenes effektivitet er testet af et uafhængigt testlaboratorium. De lever bl.a. op til produktkrav for miljøvenligt design (ecodesign).

Vi opdaterer Varmepumpe listen 1-2 gange om måneden. Hvis en varmepumpe ikke er på listen, kan det være fordi den ikke er blevet testet, eller fordi leverandøren ikke ønsker at få den optaget.

Få en VE-godkendt virksomhed til at dimensionere varmepumpen, så du får den rigtige størrelse. Husk, at du kan få tilskud til at skifte til en luft til vand-varmepumpe eller en jordvarmepumpe, hvis du bor i et område uden fjernvarme.

- Hvilken type varmepumpe er den rigtige for dig?
- Find en VE-godkendt virksomhed
- Søg tilskud

Hvilken varmepumpe søger du?

Luft til vand  Jordvarme  Luft til luft

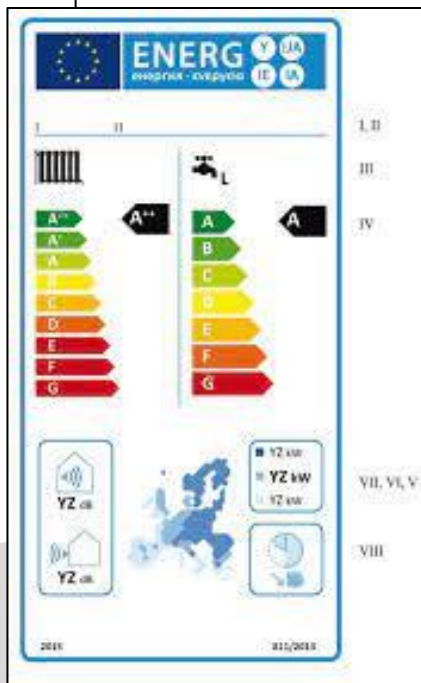
Radiator  Gulvvarme

Værdi  6-12 kW  Produkt  15 Væg produceret

43 varmepumper fundet

Produkt  Effektivitet  Støjude

	<b>Metro Therm</b>	3,90	55 dB
	Luft til vand-varmepumpe		
	Metroair 116		



Et varmepumpekursus, som er målrettet VE-uddannede medarbejdere samt ingeniører, installatører, maskinmestre o.l., der arbejder med salg, projektering og installation af varmepumper i en installatørvirksomhed. Kurset er også relevant for personer med lignende arbejdsopgaver hos producenter, grossister, rådgivere o.l.

Kursets indhold svarer til uddannelseskravene for "VE-uddannet medarbejder" i "VE-godkendte virksomheder" i henhold til Energistyrelsens godkendelsesordning for virksomheder, der monterer små





## Optimering af små køleenheder med CO<sub>2</sub> (ECO2CDU)

Projektstart december 2019. Forventes afsluttet december 2021.

### Formål med projektet

Formålet med projektet er at mindske klimapåvirkningen fra kompressoraggregater til mindre køleanlæg ved at gøre det mere attraktivt at bruge CO<sub>2</sub> som kølemiddel.

Små køleenheder med CO<sub>2</sub> har et stort potentiale til at fortrænge mindre køleanlæg, der anvender syntetisk kølemiddel med høj drivhuseffekt. Disse luftkølede kompressoraggregater er meget udbredte, og markedsandelen for CO<sub>2</sub> i dette segment er lille, men stigende.

### Mål for projektet

Projektet giver mulighed for at introducere CO<sub>2</sub>-køleaggregater med høj årseffektivitet i applikationer såsom kølerum og kølekabinetter.

Målet med ECO<sub>2</sub>CDU-projektet er at øge årseffektiviteten SEPR med 15 % i forhold til konkurrerende produkter. Herved bliver SEPR 5 % bedre end for de bedste aggregater med syntetisk kølemiddel.

Effektiviteten af kompressoraggregatet skal øges ved at optimere komponenterne hver for sig med fokus på den samlede effektivitet og præstruktur. Komponenterne indbygges i en funktionsmodel, hvor præstationerne dokumenteres i henhold til EU-Ecodesign-kriterier for kompressoraggregater. Hovedkomponenterne er kompressor, drev, ejector, gaskøler samt den elektroniske styring inklusive ventiler.

### Aktiviteter

Projektet er opdelt i følgende faser:

1. Design og kravspecifikation



### Jeg er din kontaktperson

**Christian Heerup**  
Forretningsleder  
Køle- og Varmepumpe teknik  
☎ +45 72 20 25 28  
✉ [Send e-mail](#)

### Skriv til mig

Besked

Navn



## Annex 51 - Varmepumpers akustiske signaturer

Projektperiode 2017-2021.

### Formål med projektet

Lyd, støj og akustik er en af de primære barrierer for udbredelsen af varmepumper, og det er et område, hvor viden- og erfaringsniveauet er lavt i den danske varmepumpeindustri.

Formålet med dette projekt er at give danske virksomheder adgang til den internationale viden, der bliver genereret i Annex 51 Acoustic Signatures of Heat Pumps. Det primære mål med Annex 51 er at øge accepten af de varmepumper, som benyttes til opvarmning, ved at reducere støjen fra disse.

Det sekundære formål er at øge viden på området på forskellige interessentniveauer (bl.a. producenter, lydkonsulenter, installatører og lovgivere).

Du kan læse mere om Annex 51 her.

### Mål for projektet

For at nå disse mål skal vi først forstå bevægelsen for at reducere akustik og lyd. Derfor kigger vi bl.a. på lovgivning og særlige forhold i de enkelte lande og på forskellige lokationer. Derudover vil vi identificere de primære faktorer, der har indflydelse på de akustiske signaturer for varmepumperne. Indsamling og kombineret af undersøgelsesresultater på forskellige implementeringsniveauer (komponent, enhed og installation) vil til slut lede til retningslinjer for at forbedre komponenter, enheder og styringsstrategier.

Annex 51 foreslå, at der arbejdes med varmepumper til enfamiliehus og flerfamiliehus. Deres akustiske emissioner er begge relevante, da udendørs og indendørs støj har en negativ påvirkning på accepten af denne teknologi. Udendørs støj er et problem for både ejer og nabo.

For at øge accepten – samtidig med at man bibeholder de høje energieffektivitet, der er forbundet med teknologien – skal der sættes fokus på flere niveauer. Bl.a. på komponenter til varmepumper, og hvordan de

## Projekt - Energieffektive boligventilationsvarmepumper

### Energieffektive boligventilationsvarmepumper.

Projektstart januar 2019. Projektet forventes afsluttet juli 2022.

### Baggrund

Nilan er Danmarks største producent af varmepumper og producerer fire forskellige anlægstyper. Nilan har specialiseret sig i at producere varmepumper, som er knyttet til ventilationsanlæg, samt varmepumper til lavenergihuse. Virksomheden sidder på ca. 80 % af det danske marked for boligventilationsvarmepumper, som ofte placeres i nye lavenergihuse, og ca. 14 % af markedet for boligventilationsvarmepumper i EU.

I Danmark har man i mange år været i gang med at skifte til naturlige kølemidler – først drevet af national lovgivning og siden af EU-regulering. Det er i høj grad sket i køleskabe, i supermarkedskøleanlæg og i industrikøleanlæg, men det er ikke sket i varmepumper, og trods flere tiltag i Danmark og i udlandet er det endnu ikke lykkedes at markedsføre konkurrencedygtige varmepumper med naturlige kølemidler eller andre lav-GWP-kølemidler. Skiftet til naturlige kølemidler er kun sket på de større industrielle varmepumper.

Der benyttes HFC-kølemidler i Nilans varmepumper (og konkurrerende produkter), og flere forhold gør det fordelagtigt at skifte til et lav-GWP-kølemiddel. En af grundene er den enorme prisstigning, som finder sted på høj-GWP-kølemidler på grund af EU's nedfrysning og kvotesystem i "F-gas-forordningen". På mindre end et år er indkøbsprisen på R407C og R134a steget til det firedobbelte.

Derfor er projektets kerne at udvikle nye Nilan-boligventilationsvarmepumper med lav-GWP-kølemidler (sandsynligvis propan (R290)). Samtidig skal produkterne gøres mere energieffektive, være konkurrencedygtige og sikre at benytte. Resultaterne af projektet skal bidrage til at fastholde Nilans position som stor dansk varmepumpeproducent og til at fastholde (og udbygge) arbejdspladser i denne produktion i Danmark.

### Formål

Formålet med projektet er tilsides:

- at omstille Nilans boligventilationsvarmepumper til lav-GWP-kølemidler, herunder naturlige kølemidler
- at øge energieffektiviteten i Nilans boligventilationsvarmepumper

Målet er at øge effektiviteten i varmepumpens udtæningsluft med 10 %, som vil blive undersøgt ved opvarmning af postevand. Effektiviteten vil blive testet i et akkrediteret laboratorium på Teknologisk Institut efter EN 16147:2017.

### Aktiviteter



### Jeg er din kontaktperson

**Per Henrik Pedersen**  
Seniorprojektleder, civilingeniør  
Køle- og Varmepumpe teknik  
☎ +45 72 20 25 13  
✉ [Send e-mail](#)

### Skriv til mig

Besked

Navn

E-mail

Telefonnummer

[Send](#)



### Jeg er din kontaktperson

**Svend Vinther Pedersen**  
Seniorspecialist  
Køle- og Varmepumpe teknik  
☎ +45 72 20 12 71  
✉ [Send e-mail](#)

### Skriv til mig

Besked

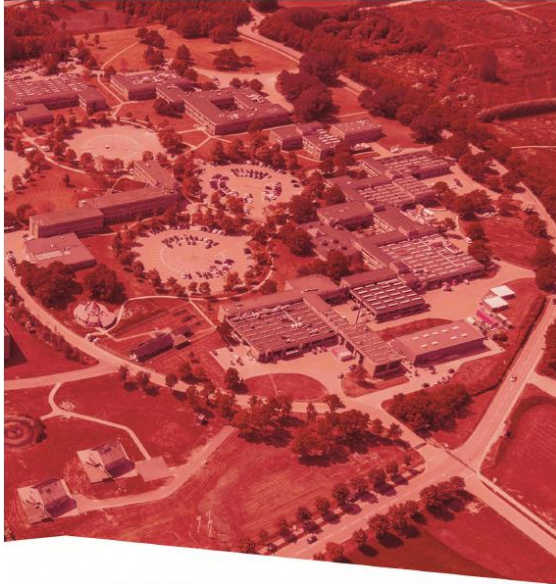
Navn

E-mail

Telefonnummer

[Send](#)





## Den gode installation af varmepumper

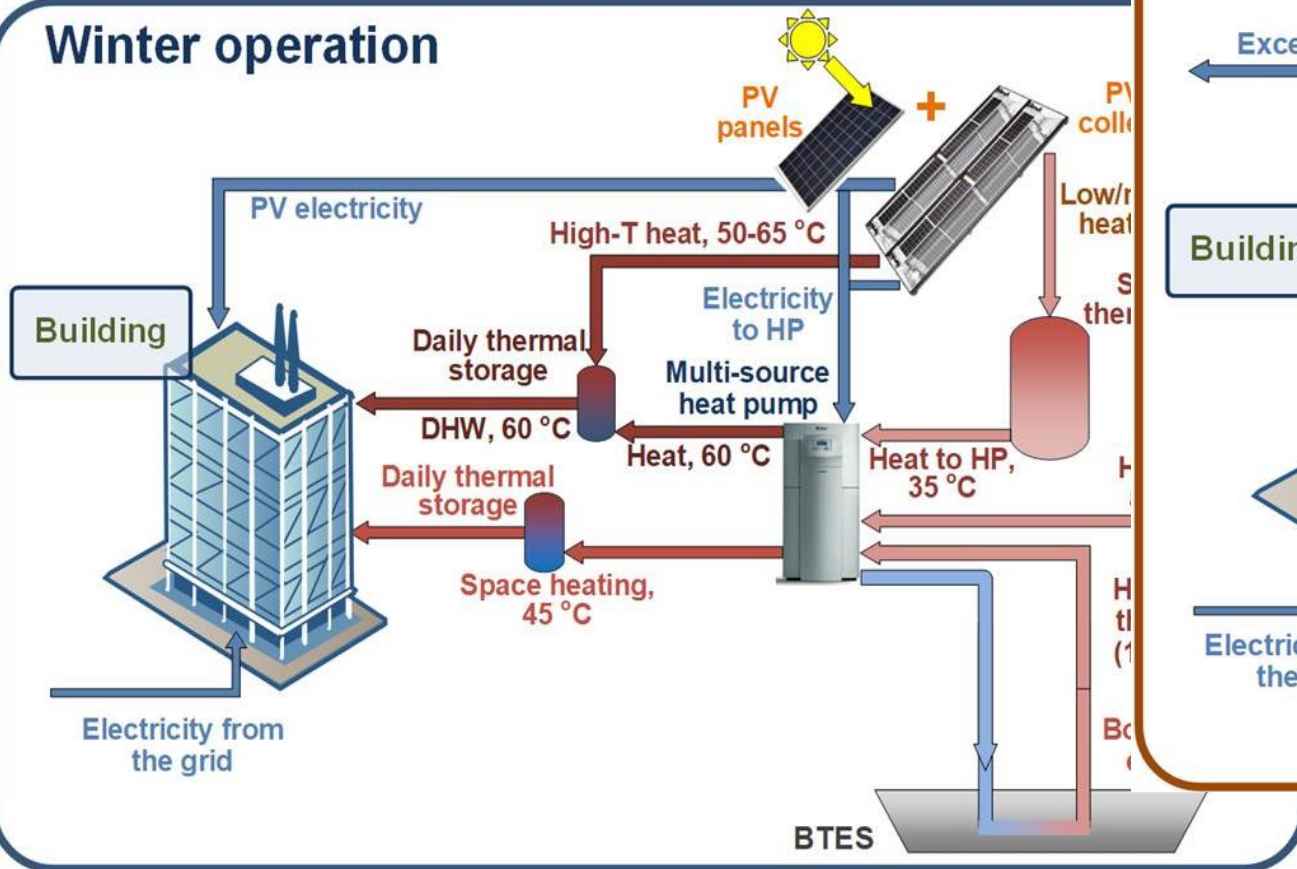
Version 2021



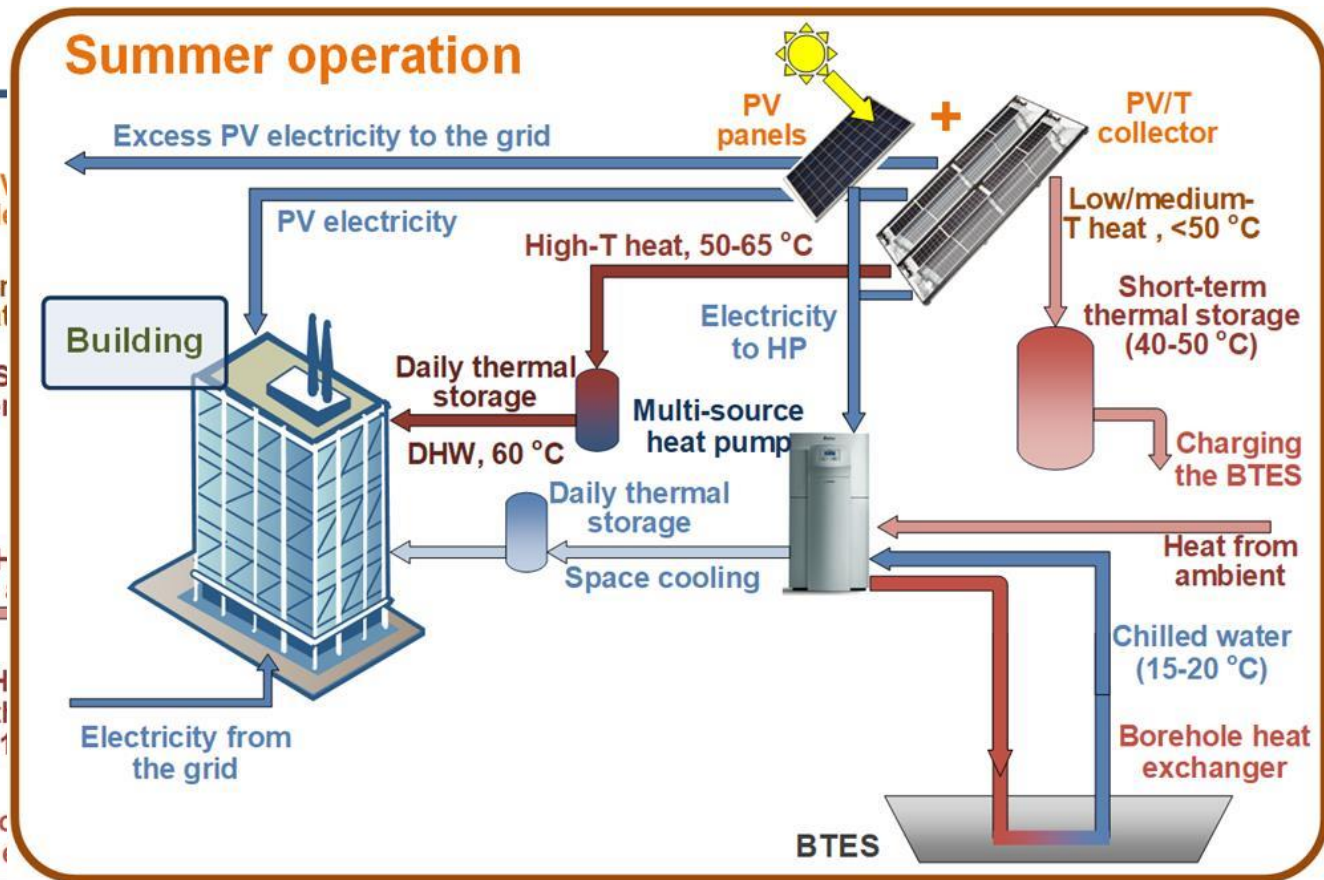
- Analysen viser, at kvaliteten af varmepumpeinstallationer er væsentligt forbedret sammenlignet med den tidligere undersøgelse fra 2017.
- VE-godkendelsesordningen bidrager til at hæve kvaliteten af varmepumpeinstallationer. Alle installationer foretaget af VE-godkendte installatører er blevet vurderet til at være gode installationer.
- Installationer i analysen udført af en udførende med VE-godkendelse har højere årsvirkningsgrader end gennemsnittet, og disse virkningsgrader er af samme størrelsesorden som i Energistyrelsens Teknologikatalog.
- I de undersøgte installationer vil det energimæssige eftersyn i gennemsnit kunne spare ca. 10 %.
- Den beregnede gennemsnitlige årsvirkningsgrad for alle undersøgte installationer er 2,9-3,2.



## Winter operation



## Summer operation





# WHITE PAPER: AMBITIONS AND PERSPECTIVES FOR 2025

## HIGH POTENTIAL Industry Sectors

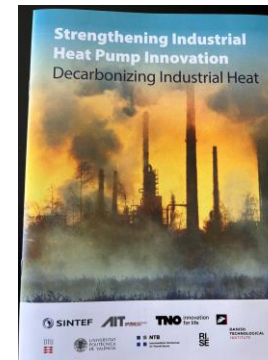
Food & Beverage  
123 TWh/a

Pulp and Paper  
230 TWh/a

Chemical  
119 TWh/a

Machinery  
41 TWh/a

Non Metallic Minerals  
43 TWh/a



Transitioning industry to the **USE** of **RENEWABLE** electricity

200°C

Heatpumps for **DECARBONIZATION** of the **LOW TEMPERATURE** heat supply in industry

**RE-USE** of industrial waste heat, leading to **INCREASED** process **EFFICIENCY**

Potential to cover **37%** of the process heat in industry

Possible CO<sub>2</sub> emission **REDUCTIONS** of **146 Mt/a**

**REDUCING** final energy consumption by **487 TWh/a**

# POTENTIAL FOR HTHPS - EU28

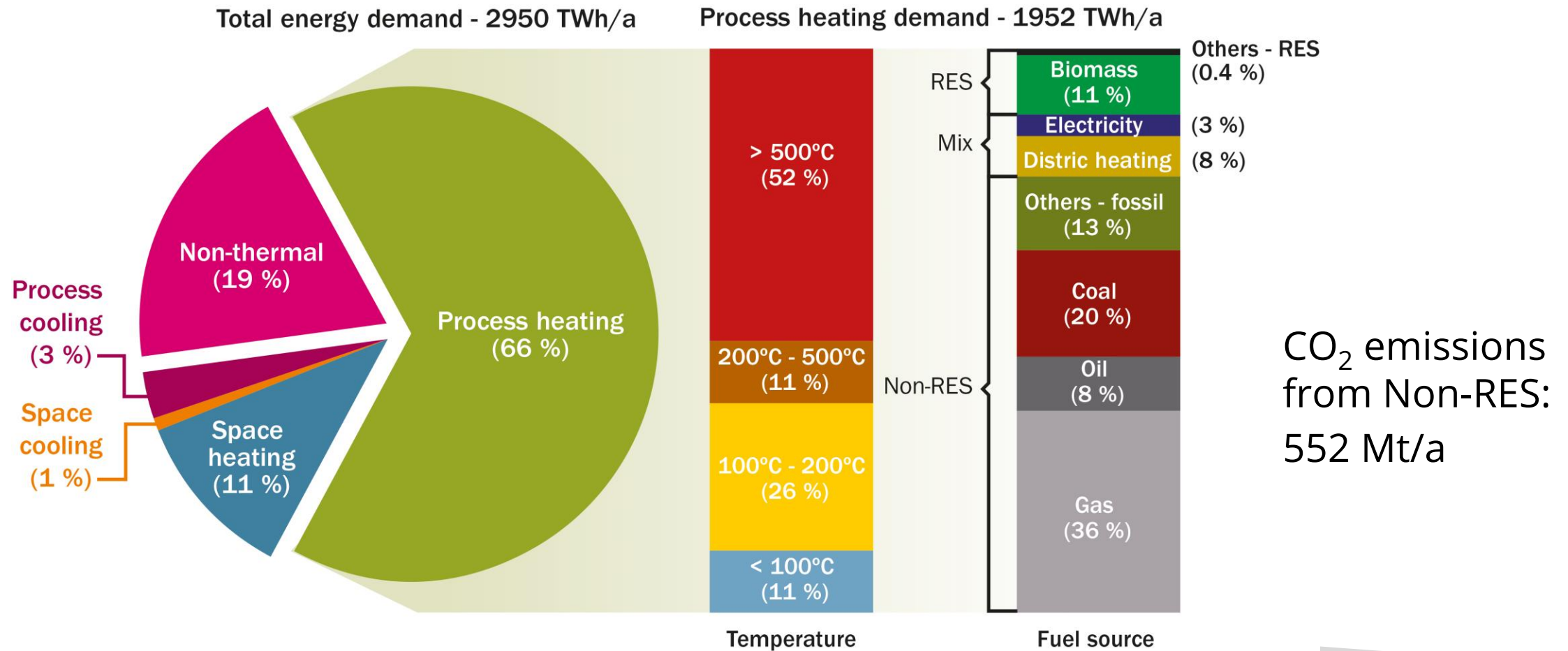
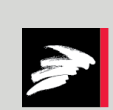


Figure based on [Heat Roadmap Europe](#)





## **Approx. 40 ongoing projects within the field of Refrigeration and Heat Pump Technology**

A very short introduction to some of them



## Motivation

- Focus on electrification of industry
- Increasing competitiveness of HTHPs
- Large heat demand between 100 °C and 200 °C

## Objective

- To facilitate the electrification of industrial process heat supply at up to 200 °C
- To develop and demonstrate a technology portfolio with three prototypes (3 x 500 kW)



## Scope

- Technologies: Steam compression, Hydrocarbons, CO<sub>2</sub>.
- Integration and demonstration in dairy, slaughterhouse, brewery and others

## Project facts

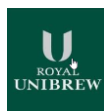
- 09/2020 – 08/2024
- Budget: 61.3 mio. DKK
- 16 Partners
- <http://suprheat.dk/>



## PARTNERS



The Energy Technology  
Development and  
Demonstration Programme

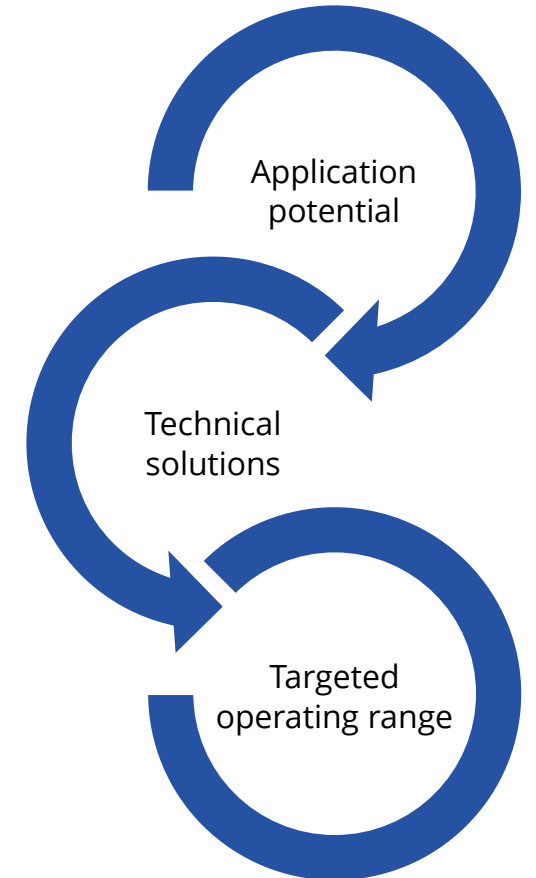
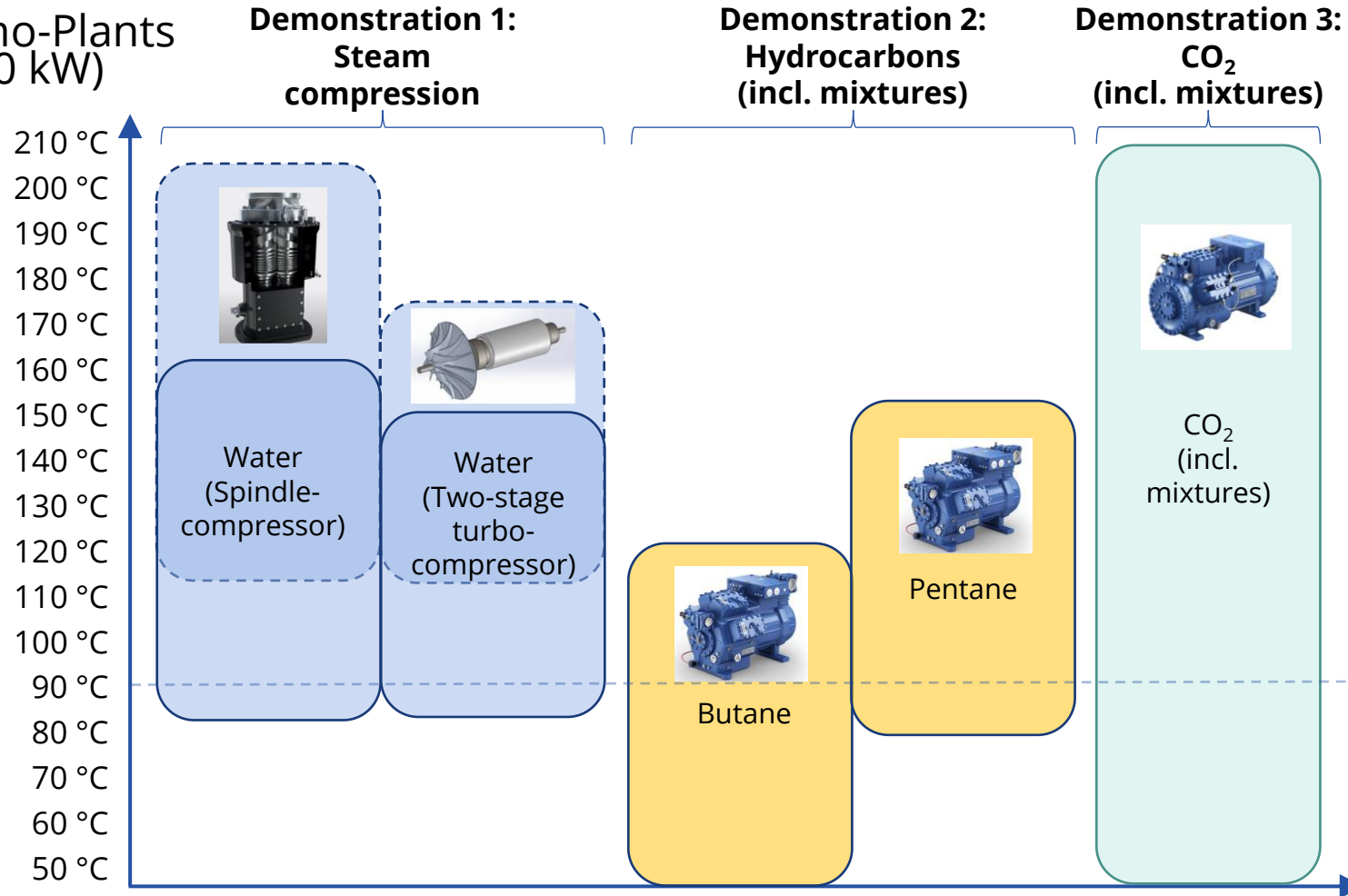


DANISH  
TECHNOLOGICAL  
INSTITUTE

# DEVELOPMENT TARGETS

HTHP Demo-Plants  
(3 x 500 kW)

State of the  
art = 90 °C





# Heat pumps as the reference low carbon technology for industrial heat supply <160°C by 2030

## Heat pump demonstration



In multiple industry sectors with multiple heat pump technologies

## Modular design concepts



Increasing application potential and lowering capital expenses

## Business models and contractual agreements



Reducing barriers for market uptake

## Performance optimization



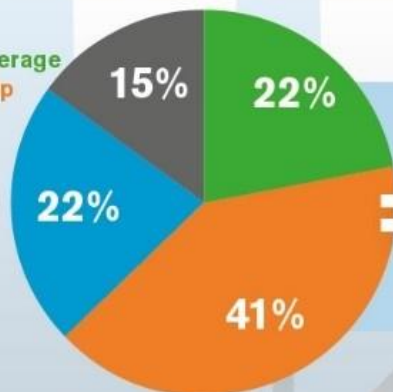
Reducing energy use and operational costs

## Creating awareness of industrial heat pumps



Disseminating and communicating project results

Food and beverage  
Paper and pulp  
Chemical  
Other



Process heat <160°C in industry by sector

Demonstration sectors require  
**= 63%**  
of industrial process heat <160°C

Reducing CO<sub>2</sub> emissions by **56 Mt/a**

Reducing final energy consumption by:

**150 TWh/a** **-7.5%**

Total process heat in industry

**TRL6 → TRL8**

Contributing to the electrification of the heat supply in industry

**Reducing 640 MT CO<sub>2</sub> and 1687 TWh of Final Energy Consumption in Europe by 2050**



# SPIRIT – PARTNER GROUP



Coordinator: Simon Spoelstra



End-User – Paper & Pulp



Heat Pump Manufacturers



End-User – Food



RTO & Knowledge



Replication Case



Non-Technical Barriers & Market Analysis



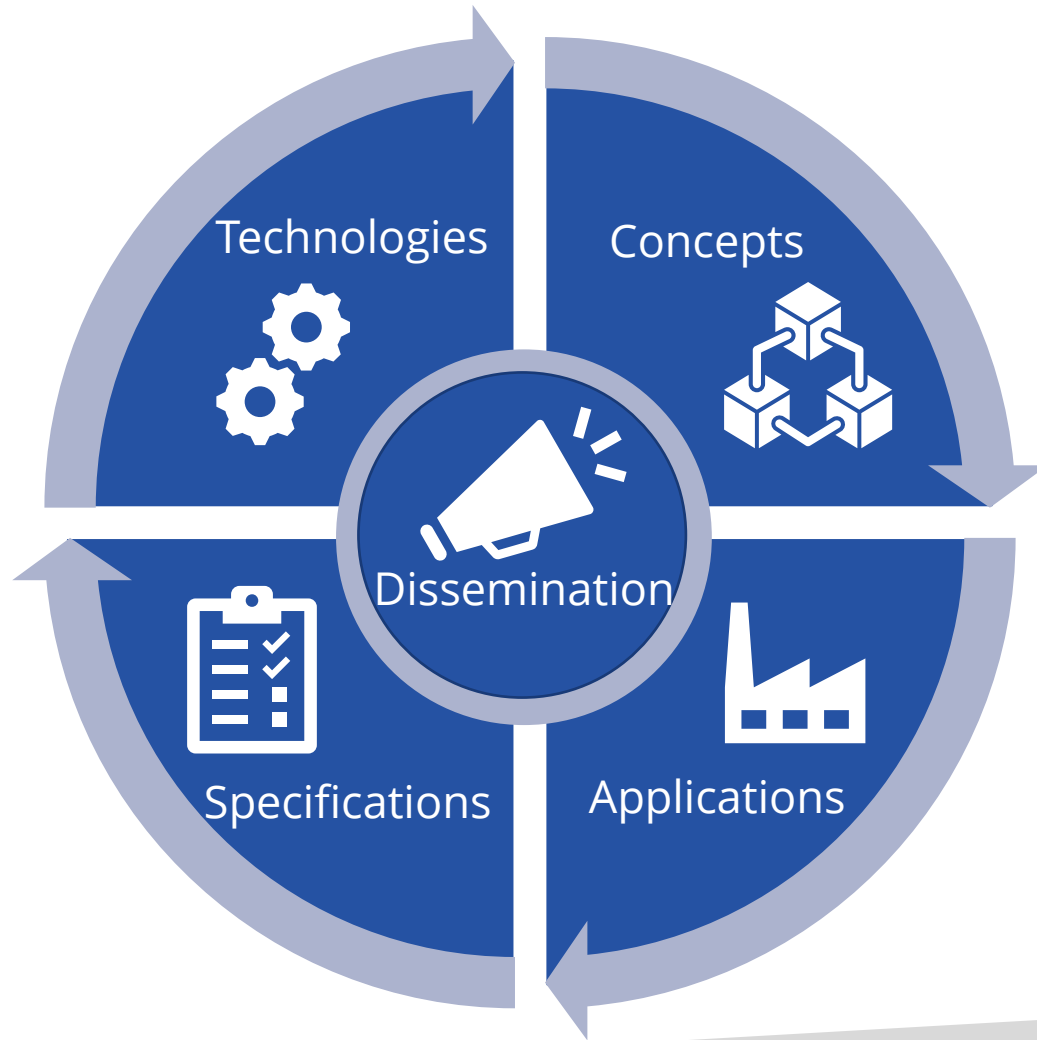
Dissemination & Communication



Simulation specialist



# IEA HPT ANNEX 58 ABOUT HTHP



- Heat pump technologies with supply temperatures above 100 °C
- Participants: **Denmark (Operating Agent)**, Austria, Belgium, Canada, China, France, Japan, Germany, Netherlands, Norway, South Korea, Switzerland, US
- 01/2021 – 12/2023
- <https://heatpumpingtechnologies.org/annex58/>





# ANNEX 58 – TECHNOLOGY REVIEW



**Annex 58** High-Temperature Heat Pumps

## Screw compressor high-temperature heat pump

### Rank®



**Figure 1: Rank® HTHP and compressor**

Rank® HTHP systems can be used since we have different standard adapted to the heat load. Our HT sized using our software if applications. The main Rank® industrial processes (chemical, or district heating.

Our HTHP prototype has been sink and source temperature lab-scale prototype varied based on the temperature lift. H designed for clients could re

The development status is p but our commercial dep installing our technology applications.

Compact HTHP systems a technology; therefore, th a thermal oil heat transfe heat coming from water coils, among others

Lubrication used for the proper operation of the compressor is polyolester oil (POE oil) of a specific viscosity, fully compatible with organic working fluids and able to work at high temperatures while keeping the optimum properties.

**Annex 58** High-Temperature Heat Pumps



**Figure 2: Rank® modular solution**

Our machines operate through an automatic, efficient managing system without human intervention. Real-time data transmission via the internet allows predictive maintenance by server data analysis, online supervision (PC, mobile phone, tablet, etc.), and remote configuration of working parameters.

**Table 1: Performance for the single-stage cycle with IHX HTHP prototype (experimentally measured in lab. prototype, not fully optimized for specific purpose)**

T <sub>source,in</sub> [°C]	T <sub>source,out</sub> [°C]	T <sub>sink,out</sub> [°C]	COP <sub>heating</sub> [-]
84	70	103	5.9
101	70	122	4.6
102	72	130	4.0
115	70	130	3.7
100	90	160	3.0
116	95	160	2.8

**Table 2: Case study for production of thermal oil.**

T <sub>source,in</sub> [°C]	T <sub>source,out</sub> [°C]	T <sub>sink,out</sub> [°C]	T <sub>sink,out</sub> [°C]	COP <sub>heating</sub> [-]
100	70	130	110	3.6
100	80	130	110	4.5

**FACTS ABOUT THE TECHNOLOGY**

**Heat supply capacity:** 120 kW to 2000 kW

**Temperature range:** useful heat inlet 80 °C to 120 °C and outlet 100 °C to 160 °C / heat source inlet 60 °C to 100 °C and outlet 40 °C to 80 °C

**Working fluid:** adaptable to the application R245fa, R1336mzz(Z), R1233zd(E)

**Compressor technology:** Screw

**Specific investment cost for installed system without integration:** 200-400 € per kW, but it varies between temperature levels and applications

**TRL level:** TRL 7 - prototype demonstration

**Expected lifetime:** 20 years (with the possibility of hiring Service to extend lifetime and ensure the highest energy performance)

**Size:** weight 5.5 to 8 tons / surface required 5.2 to 13 m<sup>2</sup> / height 2.2 to 2.5 m

**Contact information**

Rank ORC, s.l.  
 info@rank-orc.com / sales@rank-orc.com  
 +34 964 69 68 59

All information were provided by the supplier without third-party validation. The information was provided as an indicative basis and may be different in final installations depending on application specific parameters.

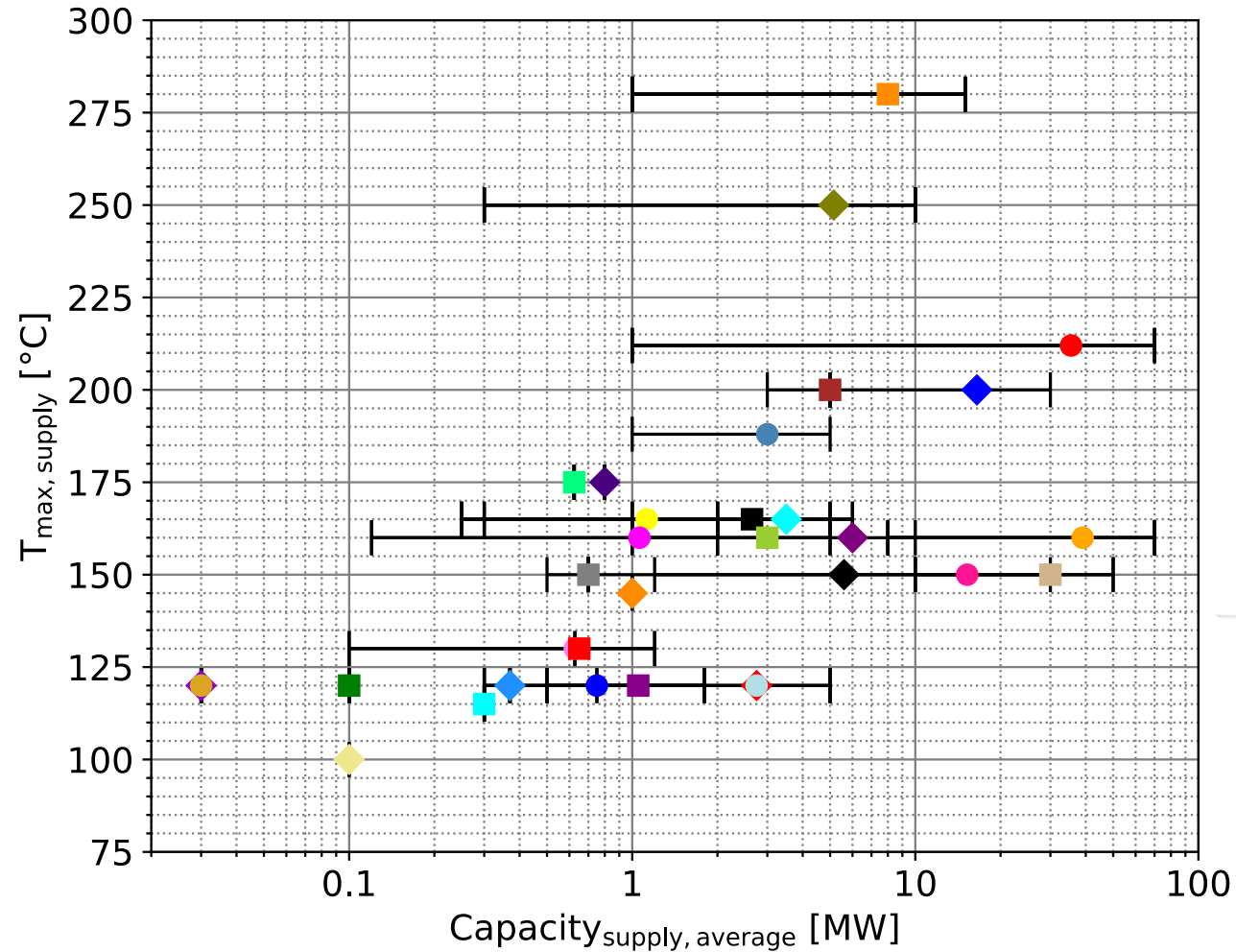
- +30 Technology descriptions
- Key information includes:
  - Performance data
  - Capacity range
  - Max. temperatures
  - Working fluid
  - Compressor type
  - Spec. investment cost
  - TRL
  - Expected lifetime
  - Size & footprint
- Project examples



# ANNEX 58 – TECHNOLOGY REVIEW



# ANNEX 58 – TECHNOLOGY REVIEW



- Spilling
- Enerin
- Piller
- Olvondo
- Turboden
- ToCircle
- Kobelco (SGH-165)
- Kobelco (MSRC)
- SRM
- SPH
- Heaten
- Rank
- Weel & Sandvig
- Enertime
- Siemens Energy
- ecop
- Ohmia Industry
- Epcon
- MAN Energy Solutions
- Mayekawa Europe (FC comp.)
- Mitsubishi
- GEA Refrigeration Netherlands
- Fuji Electric
- Emerson
- Mayekawa (EcoSirocco)
- Kobelco (SGH-120)
- Mayekawa Europe (HS comp.)
- Fenagy
- Hybrid Energy
- Johnson Controls
- Skala Fabrikk
- Mayekawa (EcoCircuit)

<b>TRL level</b>	4-9
<b>Average specific cost</b>	200 €/kW - 1500 €/kW
<b>Capacity</b>	0.03 MW - 70 MW
<b>Max. supply temperature</b>	100 °C - 280 °C
<b>Availability</b>	Geographical dependent, e.g. between Europe and Japan
<b>Size of HTHP review</b>	28 suppliers, 33 different technologies, and 83 performance use cases



# TAK FOR JERES OPMÆRKSOMHED

Claus S. Poulsen  
Centerchef, Køle- og Varmepumpeteknik

