

# Nye energieffektive teknologier

ELFORSK – FORSKNING & UDVIKLING  
I EFFEKTIV ENERGIANVENDELSE

**PROJEKT 340-010**

## **HØJEFFEKTIVE SYSTEMER TIL ENERGIBESPARELSE I INDUSTRIELLE KØLEANLÆG MED AMMONIAK**



*Udvikling og afprøvning af ny teknologi i lavtemperatur køleanlæg med ammoniak (temperaturer under  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), som kan give en besparelse i elforbruget på mindst 10 %*

## Målsætning:

Projektets formål var at sandsynliggøre, at energiforbruget til lavtemperatur ammoniak-køleanlæg kunne reduceres med minimum 10 % ved at udvikle og implementere ny teknologi i kølesystemerne. Ammoniak er et naturligt og meget energieffektivt kølemiddel – og det er det foretrukne industrikølemiddel i Danmark.

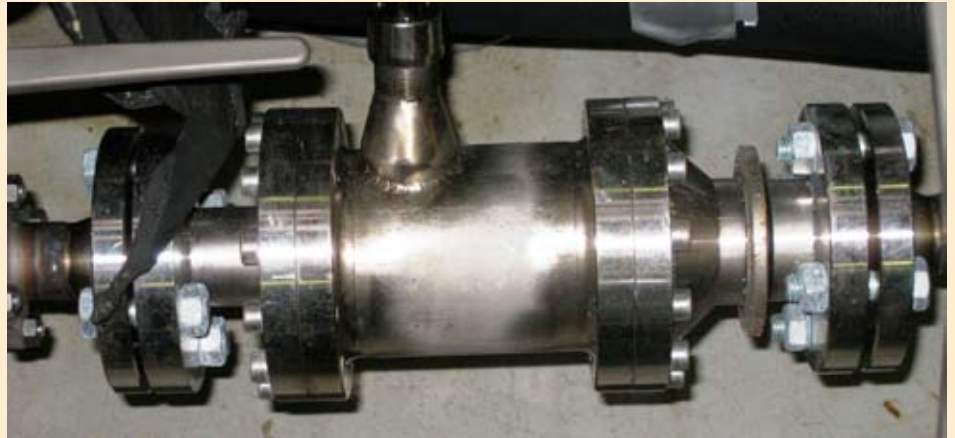
I fødevarerindustrien er det således 35-45 % af elforbruget, som bruges til køleprocessen, så der er store både økonomiske og klimamæssige fordele at hente ved at optimere løsningerne til køleprocessen.

Til brug for test havde en af projektdeltagerne, Grundfos, udviklet en funktionsmodel af en ny type kølemiddelpumpe, som skulle afprøves sammen med 3 af de nyeste fordampere fra førende leverandører – installeret i et til formålet opbygget testanlæg på Teknologisk Institut. Andre store leverandører inden for den industrielle køleindustri, bl.a. JCI og Alfa Laval, var ligeledes deltagere i projektet.

## Målgruppe:

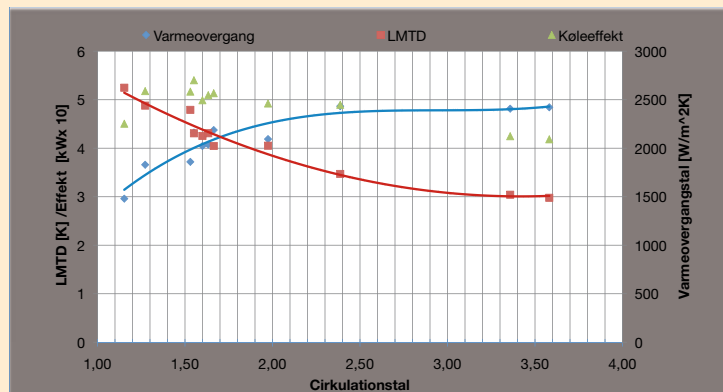
Projektet og dets resultater har naturligvis i første omgang interesse for alle, som er involveret i anlægsopbygning i kølebranchen – enten rådgivere, leverandører eller installatører. Der er tilvejebragt værdifuld viden om mulighederne for optimering i anlægsopbygningen – og for de komponenter, der skal til for at lykkes fremover.

Desuden er resultaterne særdeles interessante for de mange og ofte store slutbrugere, som i stigende grad har fokus på de totale omkostninger ved et køleanlæg i hele dets levetid – for industrielle anlæg udgør energiforbruget eksempelvis op til 85 % af de totale levetidsomkostninger, så øget energieffektivitet er i høj grad på dagsordenen i alle de brancher, hvor køling indgår i den industrielle proces.



Til afprøvning i laboratoriet har Grundfos leveret en funktionsmodel af en kompakt kølemiddelpumpe til cirkulation af kølemiddel for de enkelte fordampere.

”Besparselsen ved at øge fordampereffektivitet gennem brug af pumpecirkulation og ved samtidig eliminering af den våde retur, er mellem 13 og 19 % med de nyeste, mest optimerede fordampere på markedet”



Et af delresultaterne fra forsøgene med at styre cirkulation af kølemiddel i pladevarmevekslere. Figuren viser den forbedrede effektivitet ved at bruge en kølemiddelpumpe til at skabe cirkulation af kølemiddel. Køleeffekten er lig med produktet af LMTD og varmeovergangstallet gange en konstant og det gælder om at opnå den maksimale effekt ved lavest mulig cirkulationstal.

## Processen:

Projektet blev ledet af Teknologisk Institut i samarbejde med Grundfos, Alfa Laval, JCI, Körting og DSI. Teknologisk Institut stod for det teoretiske input og beregning af kølekredsen. Grundfos, Alfa Laval, Körting og DSI leverede komponenter til opbygningen.

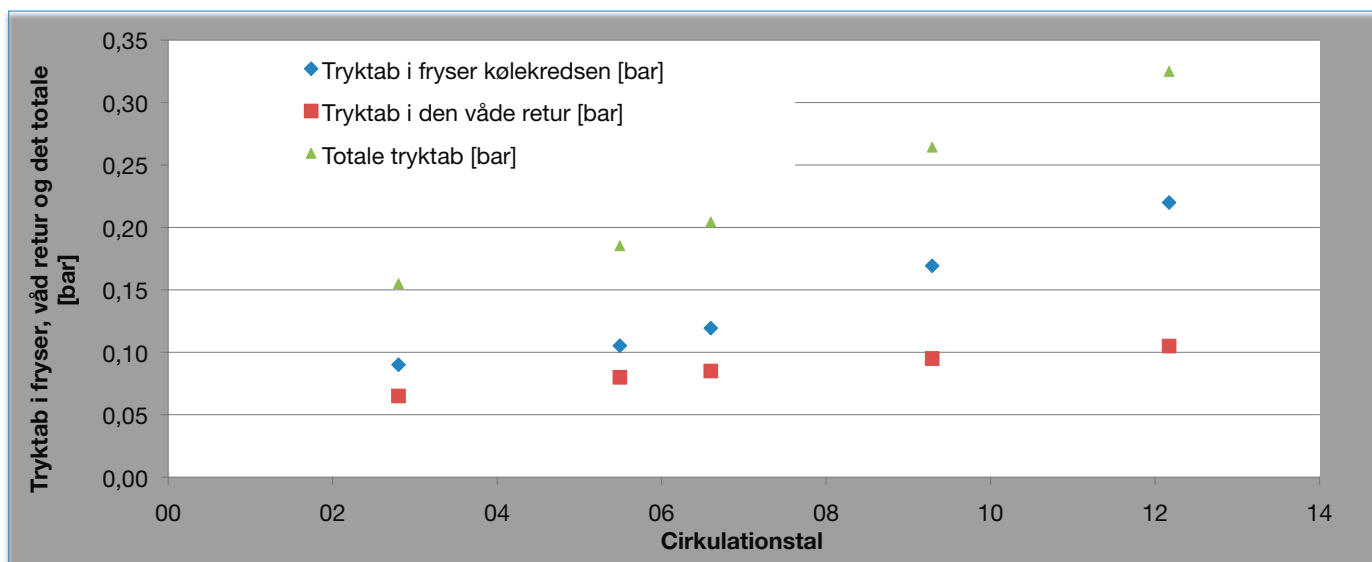
Teknologisk Institut var endvidere aktiv i dimensioneringsgrundlaget og udførte tests af kølesystem samt de færdige prototyper.

Desuden deltog JCI i flere faser af projektet for at sikre relevans for hhv. leverandører og brugere af industrikøleanlæg.

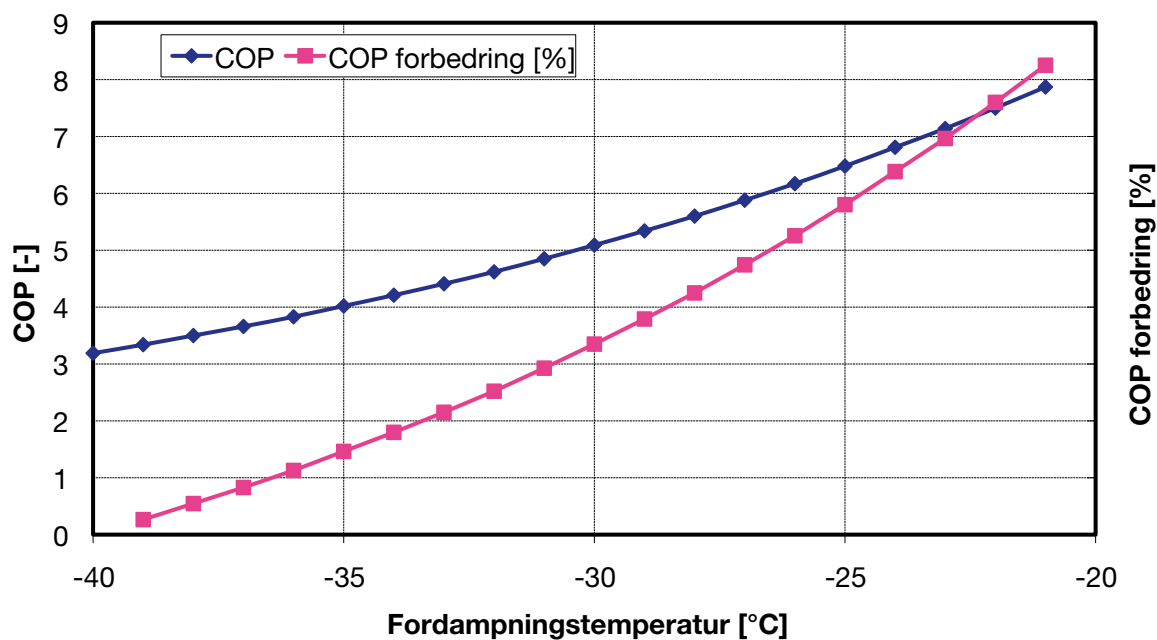
Projektet startede med, at den eksisterende måde at bygge køleanlæg på, blev testet på Teknologisk Institut. Projektgruppen blev herefter enige om forskellige tiltag til at forbedre anlægget, herunder brug af en ny type kølemiddelpumpe samt optimering af den våde returledning.

De tre udvalgte fordampere (som var udvalgt på baggrund af, at de dækker et bredt udvalg af de fordampertyper, der anvendes i industrien) blev testet i forskellige konfigurationer. Forbedringer af anlægsopbygning blev foretaget løbende, således at de sidste målinger gav det bedste resultat på anlægseffektiviteten.

## Resultater:



Testresultater for den ene fordampner af type pladefryser. Resultatet viser, at der ved at mindske tryktab i fryser og returledning kan opnås besparelser i systemerne på op til 13% for denne type fordampner ved at optimere cirkulationstallet og eliminere den våde returledning. For den luftkølede fordampner viser afprøvningerne, at der kan være et besparelsespotentiale på op til 19%.



Ovenstående graf viser den beregnede effekt af at hæve fordampningstemperaturen i et ammoniak køleanlæg. COP tallet (Coefficient Of Performance) er vist i absolutte tal i kolonnen i venstre side og den relative forbedring i forhold til en fordampningstemperatur på -40°C på den højre skala. Det er disse grafer, der er udgangspunkt for beregning af de opnåede besparelser i de enkelte fordampersystemer.

## Effekt:

Forbruget af frosne fødevarer er steget eksplosivt over de sidste 20 år, og det er ikke toppet endnu. En undersøgelse fra den svenske dybfrost forening viser, at forbruget er steget fra 25 kg pr. person/år til 50 kg pr. person/år fra 1980 til 2004. Det er estimeret, at det samlede energiforbrug i industrielle køle- og fryseanlæg er på 300 GWh/år. Med

denne teknologi kan energiforbruget nedbringes med minimum 10 % i forhold til eksisterende systemer - svarende til en energibesparelse på 30 GWh/år.

”Projektet har givet Grundfos et godt grundlag for at fortsætte udviklingen af små kølemiddel-pumper, som kan få stor betydning for eksporten af dansk klimateknologi”



Dansk Energi  
Rosenørns Allé 9  
1970 Frb. C  
Tlf: 35 300 400

# ANBEFALINGER FOR VIDERE ANVENDELSE AF FORSKNINGSRESULTATERNE

## Hvordan projektresultaterne kan bruges i praksis!

Resultaterne fra projektet indgår i projektparternes planer for at videreudvikle teknologien og de produkter, den er baseret på. Kommende undersøgelser af teknologiens markedspotentiale samt analyser af de tekniske muligheder for at udvikle konkurrencedygtige produkter vil afgøre, hvordan resultaterne fra projektet bedst kan udnyttes.

Der har været stor interesse for projektets resultater i den internationale kølebranche. Projektet er fremlagt på disse konferencer:

Dansk Køledag 2010: Præsentation af projektet "Elimination of wet return lines in ammonia refrigeration systems".

Gustav Lorentzen, konference om naturlige kølemidler, Sydney, april 2010. Præsentation af projektet "Individually controlled evaporators".

4th IIR Conference ammonia Refrigeration Technology, April 14-16, 2011, Ohrid, Macedonia

### Kontaktperson:

Lars Reinholdt  
Teknologisk Institut  
Kongsvang Allé 29  
8000 Aarhus C

### E-mail:

lre@teknologisk.dk  
Telefon: 7220 1270  
Web: [www.teknologisk.dk](http://www.teknologisk.dk)

### Projekt:

Titel: HØJEFFEKTIVE  
SYSTEMER TIL ENERGIBES-  
PARELSE  
I INDUSTRIELLE KØLEAN-  
LÆG MED AMMONIAK

Nr.: 340-010  
PSO Program 2008  
Budget: 3.376.750 kr., hvoraf  
1.185.323 kr. i tilskud fra  
Dansk Energi  
Tidsplan: 01.01.2008 –  
31.03.2011

### Program- koordinator:

Forskningskoordinator  
Jørn Borup Jensen

Dansk Energi  
Rosenørns Allé 9  
1970 Frederiksberg C.  
E-mail: [jbj@danskenergi.dk](mailto:jbj@danskenergi.dk)  
Telefon: 35 300 934  
Web: [www.elforsk.dk](http://www.elforsk.dk)



*Dette udkast til en ny pumpetype er det egentlige resultat af projektet, som Grundfos kan bruge til at udvikle den færdige pumpe*

## Sådan kommer projektresultaterne i anvendelse!



Bjarne Dindler Rasmussen, Grundfos,  
Produktchef:

Der er meget interessante muligheder i kølemiddelpumperne til energioptimering af køling

"Resultaterne fra projektet indgår i vores overvejelser om produktudvikling inden for køleområdet. Det er et helt nyt forretningsområde for os, og vi har fået værdifuld information om teknologiens potentiale for opnåelse af energibesparelser – og vi vil

Der er meget interessante muligheder i kompakt-pumperne til energi optimering af køling

naturligvis gå videre med at vurdere markedspotentialet og de tekniske muligheder for at udvikle produkterne.

Der er ingen tvivl om, at vi her har chancen for at blive foregangsmænd med denne teknologi på verdensbasis og atter en gang markere, at Danmark er fremme i skoene på klimaområdet..."