

# INDUSTRIELLE PROCESSER

ENERGIEFFEKTIVE  
TEKNOLOGIER



PROJEKT 342-040

## Varmepumper i industrielle vaskeprocesser

Varmepumper, der opbygges af standardkomponenter, kan halvere elforbruget i eldrevne industrielle vaskeanlæg med meget kort tilbagebetalingstid

## MÅLSÆTNING:

Med afsæt i resultaterne fra et projekt under Forsknings- og Innovationsstyrelsens Videnkuponordning var det projektets formål at analysere potentialet for at anvende varmepumper i industrielle vaskeprocesser. Flere forskellige eksisterende vaskeanlæg skulle undersøges, og på det grundlag skulle der udvikles en varmepumpeløsning, der efter laboratorietest skulle installeres på et eksisterende vaskeanlæg og måles i en længere periode for at verificere den anslåede energibesparelse.

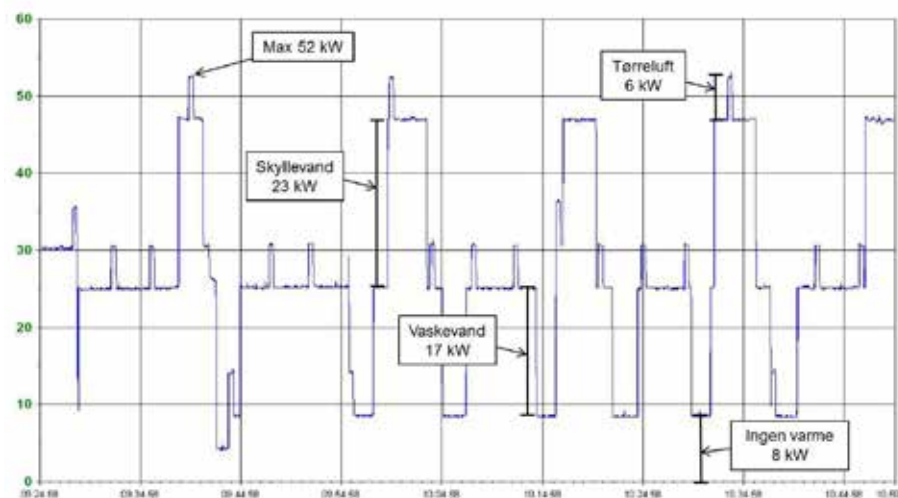
## MÅLGRUPPE:

KSN Industri har som leverandør af industrielle vaskemaskiner en interesse i at kunne markedsføre mere energieffektive systemløsninger til de industrielle slutbrugere. Det potentielle marked for den systemløsning, der udvikles i projektet, er de ca. 3.000 eksisterende industrielle vaskemaskiner i Danmark samt et langt større eksportmarked.

Projektets resultater er også særdeles interessante for energirådgivere og andre konsulenter, der rådgiver industrien om energieffektivisering. Hvis regeringens mål om at reducere industriens forbrug af naturgas til fordel for VE-domineret elforsyning udmøntes i en støtteordning, vil markedet for rentable investeringer kunne udvides til de naturgasforsynede vaskemaskiner.



Vaskeanlæg ved Lego.



Effektrin og varighed for forskellige komponenter i vaskeanlæg.

## PROCESSEN:

Projektet har været ledet i fællesskab af KSN Industri og Teknologisk Institut. TI har også stået for analyser af eksisterende vaskeanlæg, udvikling af prototype og test på eget laboratorium. IPU Køle- og Energiteknik har udmøntet projektets resultater i et operationelt beregningsprogram. Enervision har ydet sparring på udvikling af beregningsprogrammet og bidraget med sine energirådgivningskompetencer. KSN Industri har udviklet og indbygget varmepumpeløsning i eksisterende KSN-vaskemaskineanlæg og har herunder bidraget med systemudvikling, konstruktion og fremstilling af system samt test af dette. Grundfos har været vært for projektets demonstrationsanlæg.

Under projektet er eksisterende vaskemaskineanlæg blevet analyseret hos tre industrivirksomheder:

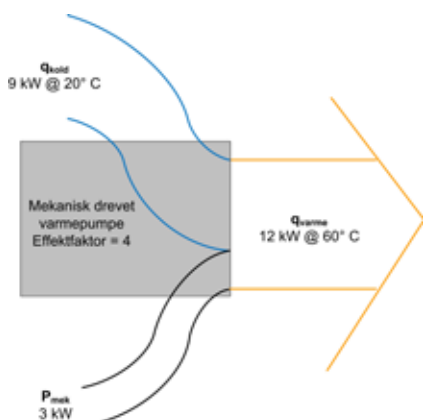
Grundfos har i Bjerringbro et stort antal vaskemaskineanlæg, hvor en detaljeret analyse har vist, at der kan udvikles systemløsninger med god rentabilitet. Når også vandbesparelser

og værdien af første års elbesparelse indregnes, kan elforsynede anlæg optimeres med varmepumpeløsninger, der har en simpel tilbagebetalingstid på mellem 0,8 og 1,8 år. På virksomhedens fabrik i Hvam kan varmepumpeløsningen ikke betale sig, fordi anlægget er fjernvarmeforsynet.

Hos LEGO i Billund viste det sig, at det ikke kunne betale sig at optimere et gasforsyret vaskeanlæg, mens virksomhedens fabrik i Ungarn kan optimere et elforsyret 80 kW vaskeanlæg med en tilbagebetalingstid på kun 0,6 år. Hos Sintex i Hobro har vaskeanlæggene en effekt på ca. 10 kW, og så små varmepumpeløsninger vil KSN Industri ikke udvikle og markedsføre, fordi rentabiliteten er for dårlig med tilbagebetalingstider på mere end 5 år.

Erfaringerne fra de tre virksomheder viser, at det er nødvendigt at måle på de konkrete anlæg for at nå frem til en korrekt dimensionering og design af varmepumpeløsningen.

VARMEPUMPEANLÆG TIL INDUSTRIELLE VASKEANLÆG KAN OPBYGGES AF STANDARD-KOMPONENTER OG LET KOBLES PÅ EKISTERENDE VASKEANLÆG.



Energistrømme i varmepumpe med effektfaktor på 4.

## RESULTATER:

For at kunne dokumentere, at projektets ideer til et energioptimeret koncept for maskinvaskerier kan fungere under faktiske driftsforhold, blev analyserne på de fire produktionssteder fulgt op med et demonstrationsanlæg, der blev installeret hos Grundfos i Bjerringbro. Der blev udviklet en prototype, der først blev testet på TI's laboratorium og derefter installeret på et af Grundfos' vaskeanlæg, der består af en tromlevasker af typen T3500. Vaske-maskinens installerede effekt er 54,1 kW, og det gennemsnitlige effektoptag var 33,9 kW.

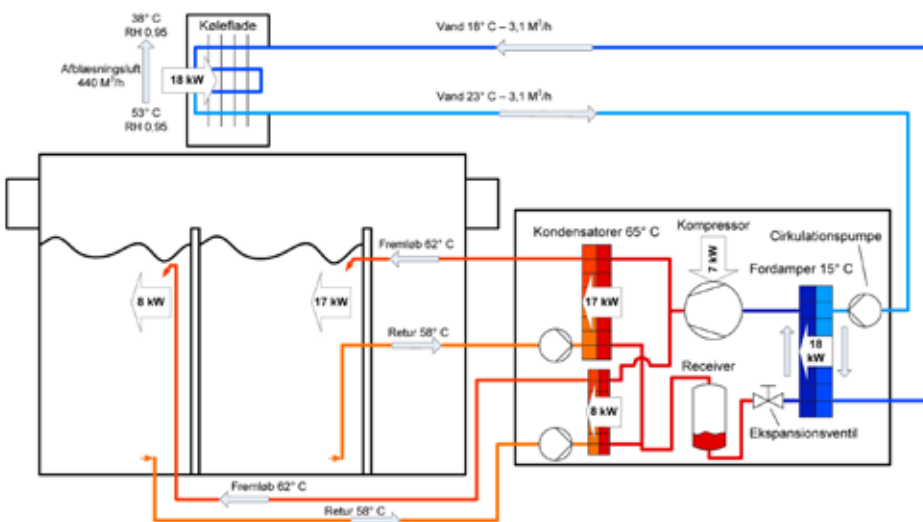
Den valgte løsning indebærer, at varmepumpens energi hentes i vaskeanlæggets afblæsningsluft. Den konstante driftstemperatur i vaskekarrene betyder, at projektgruppen

ikke som oprindeligt ønsket kunne bruge CO<sub>2</sub> som kølemiddel, men i stedet måtte anvende HFC-kølemidlet R134a. Det har stillet særlige krav til indkapsling af kølekredsen for at forebygge udslip af den kraftige drivhusgas.

Varmepumpeanlægget er udstyret med en kompressor, der har en effekt på 7 kW. Fra vaskeanlæggets ventilationsluft hentes 18 kW, således at der via to varmevekslere kan afleveres hhv. 8 kW til vaskekarret og 17 kW til skyllekarret. Det kondenserede kølemiddel opsamles i en væskebeholder, der fungerer som buffertank, og som bidrager til at stabilisere driftsforhold. Konstruktionen med hele kølekredsen er samlet i varmepumpens kabinet for at minimere risiko for udslip, og

brugen af pladevarmevekslere gør det muligt at operere med en minimal kølemiddelfyldning.

Ved varmepumpeanlæggets afsluttende indkøring er der blevet målt på anlæggets energiforbrug og driftstider for at kunne verificere den beregnede besparelse. I en periode i maj 2011 var der en produktion af metalemner af nogenlunde ensartet størrelse, der gjorde dagene velegnet til sådanne målinger. I et par dage blev vaskeanlægget opvarmet via varmepumpe med et effektoptag på gennemsnitlig 15,7 kW. Ugen efter blev vaskeanlægget drevet uden brug af varmepumpe, og her voksede effektoptaget til ca. 31 kW, svarende til en besparelse med varmepumpe på 49 procent.



Princip af varmepumpe i forbindelse med vaskeanlæg hos Grundfos.

I det følgende år har anlægget været testet under meget fluktuerende forhold, og den forventede energibesparelse på ca. 50 procent er blevet bekræftet. Det valgte koncept og styring har også fungeret efter hensigten.

For at gøre projektets erfaringer tilgængelige for energirådgivere og industrielle slutbrugere er resultaterne udmøntet i et operationelt beregningsværktøj, der kan downloades fra [www.elforsk.dk](http://www.elforsk.dk) under projekt 342-040 eller rekvireres hos Morten Juel Skovrup, e-mail: [mjs@ipu.dk](mailto:mjs@ipu.dk). Det enkle program kan hurtigt afklare, om det i det konkrete tilfælde kan betale sig at udvikle en specifik varmepumpeløsning.

## EFFEKT:

Projektet har vist, at det i praksis udmærket kan lade sig gøre at installere varmepumper til eksisterende industrielle vaskeanlæg. På grundlag af sit detaljerede markedskendskab anslår KSN Industri, at der er ca. 3.000 større industrielle vaskemaskiner i Danmark, og hvis de alle forsynes med varmepumper, der reducerer elforbruget med ca. 50 procent, vil det give en årlig besparelse på op mod 240 GWh.

Beregningerne af vaskeanlæg hos både Grundfos og LEGO har vist, at varmepumper også kan medføre omkring en halvering af energiforbruget i naturgasforsynede vaskeanlæg. Men da naturgas med de eksisterende prisforhold i industrien er en langt billigere energikilde end el, er der ikke økonomi i den type konverteringsprojekter, med mindre der politisk træffes beslutning om at ændre på afgiftsbelastningen af el og naturgas som led i målsætningen om at frigøre Danmark for fossile brændsler.

**ET ENKELT BEREGNINGSPROGRAM GØR DET MULIGT FOR ENERGIRÅDGIVERE OG SLUTBRUGERE HURTIGT AT AFKLARE, OM EN VARMEPUMPELØSNING KAN GØRES RENTABEL PÅ ET KONKRET VASKEANLÆG.**



Hovedkomponenter i kabinettet til varmepumpe i demonstrationsanlægget hos Grundfos.



## HVORDAN PROJEKTRESULTATERNE KAN BRUGES I PRAKSIS!



KSN har udviklet en "energikuffert", der gør det let at foretage de nødvendige målinger på konkrete vaskeanlæg.

### Projektledelse:

Carsten Brødsgaard  
KSN Industri A/S  
Baldersvej 2, 8850 Bjerringbro  
E-mail: cbc@ksn.dk  
Telefon: 86 68 03 00 · Web: ksn.dk

Bjarke Paaske  
Center for Køle- og Varmepumpeteknik  
Teknologiparken, Kongsvang Allé 29  
8000 Aarhus C.  
E-mail: bjpa@teknologisk.dk  
Telefon: 72 20 20 37 · Web: teknologisk.dk

### Projekt:

Titel: Varmepumper i  
industrielle vaskeprocesser  
Nr. 342-040  
PSO Program 2010  
Budget i alt: 2.746.531 kr.,  
hvoraf 1.227.173 kr. i tilskud fra Dansk Energi  
Tidsplan: 01.03.2010-30.06.2012

### Program-kordinator:

Forskningskordinator  
Jørn Borup Jensen  
Dansk Energi

E-mail: jbj@danskenergi.dk  
Telefon: 35 300 934  
Web: www.elforsk.dk

Det relativt store energisparepotentiale (ca. 50 procent), og den fordelagtige rentabilitet med tilbagebetalingstider på ned til 1,5 år for mange vaskeanlæg gør varmepumpeløsningerne til et attraktivt indsatsområde for de rådgivere, der bistår industrien med at gennemføre energibesparelser. Det koncept, som TI og KSN Industri har udviklet i fællesskab, består af gennemprøvede standardkomponenter, og demonstrationsanlægget hos Grundfos har vist stabil drift.

Udfordringen for rådgivere og slutbrugere ligger i, at der skal gennemføres en præcis kortlægning af energiforbrug, temperaturniveauer, driftstider og varmekilder i hvert enkelt vaskeanlæg for at kunne dimensionere og designe varmepumpeløsningen optimalt. For at give målgrupperne et godt grundlag for at træffe beslutning om at gå i gang med denne type projekter har projektgruppen v/IPU Køle- og Energiteknik udmøntet erfaringerne fra projektet i et simpelt program, hvor man hurtigt kan beregne, om det kan betale sig at gå i gang med en mere detaljeret analyse. Programmet findes også i en engelsk version og kan derfor også bruges i rådgivernes

internationale markedsføring af energieffektivisering. Programmet kan downloades fra [www.elforsk.dk](http://www.elforsk.dk).

Varmepumpen skal installeres som en selvstændig enhed, der enten kobles på eksisterende vaskeanlæg eller leveres sammen med nye. På eksisterende anlæg kræves kun minimale indgreb med kortvarigt stop af vaskeanlæggets drift. Som en ekstra sikkerhed kan virksomhederne vælge at beholde det eksisterende varmesystem som back-up, hvis der skulle opstå fejl på varmepumpen.

Varmepumpens energikilde kan altid være afblæsningsluft fra vaskeanlægget. Men i mange virksomheder kan varmepumpen også fungere som køleanlæg og varetage frikøling eller mekanisk køling, og dermed bidrage til at gøre varmepumpeløsningen endnu mere rentabel.

Selv om KSN Industri endnu ikke har igangsat en systematisk markedsføring af det nye energieffektive varmepumpe-koncept, har virksomheden allerede solgt knap en halv snes anlæg og har store forventninger til det fremtidige salg.



Gennemløbsvasker (tromle) hos Grundfos, der var vært for projektets demonstrationsanlæg