



VARMEPUMPER HJERTET I DET INTELLIGENTE ENERGISYSTEM

ELFORSK SIKRER VARMEPUMPE-LØSNINGER
TIL BOLIG, INDUSTRI OG FJERNVARME

VARMEPUMPER BIDRAGER TIL ET INTELLIGENT ENERGISYSTEM

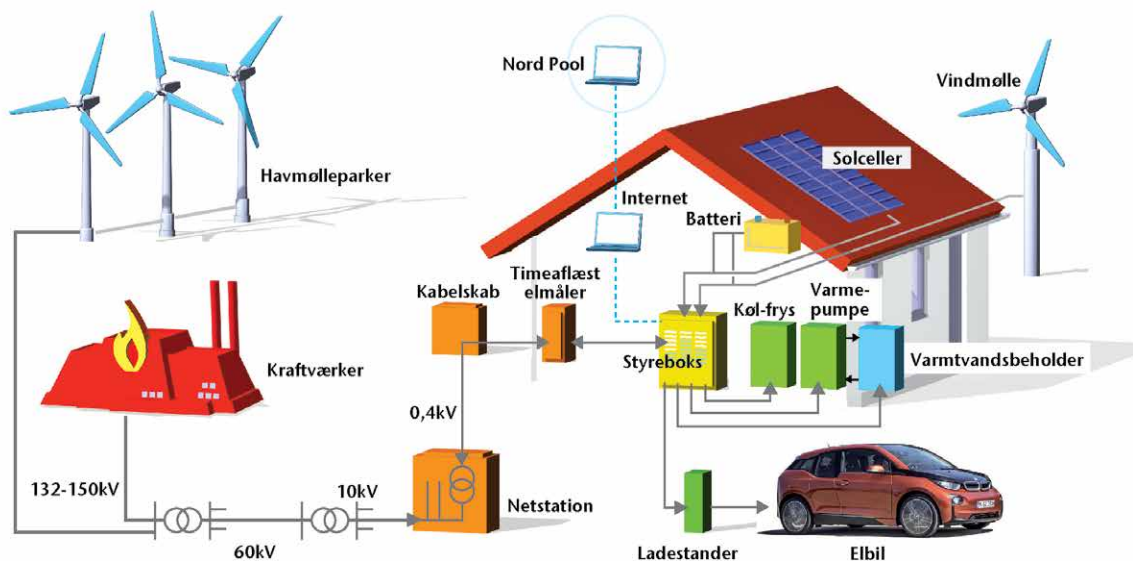
Dansk Energis ELFORSK-program har fra starten i 2002 satset stort på at styrke det danske innovationsmiljø inden for køleteknologi. Den danske kølebranche har i mange år været internationalt førende, og køleteknologi har et stort potentiale inden for opvarmning og procesenergi i varmepumper.

"Varmepumper er nøglen til et mere intelligent og miljøvenligt energisystem"

Jørn Borup Jensen, forskningskoordinator Dansk Energi

"Da ELFORSK-programmet startede, havde elforbrug i flere år været ugleset pga. de kulfyrede kraftværker. Det ramte også 1980'ernes lovende udvikling af dansk varmepumpeteknologi. Men varmepumper kan nu anvende grøn el og dermed være et godt alternativ til olie- og gasforbrug. Samtidig vil de gøre energianvendelsen mere effektiv og fleksibel. Med stadig grønnere el bliver el til varme en nøgle til et mere intelligent og miljøvenligt energisystem", siger forskningskoordinator Jørn Borup Jensen fra Dansk Energi.

Familier og erhvervsliv får nye roller i fremtidens intelligente energisystem. Senest i 2020 har alle elkunder smarte målere, der registrerer elforbruget time for time. Dermed kommer det til at betale sig at flytte forbrug fra tidspunkter, hvor el er dyrt, til tidspunkter, hvor el er billigt. Den eldrevne varmepumpe vil derfor blive en central "spiller" i det intelligente energisystem.



Grafik: Troels Marstrand/Nyhedsbladet Dansk Energi

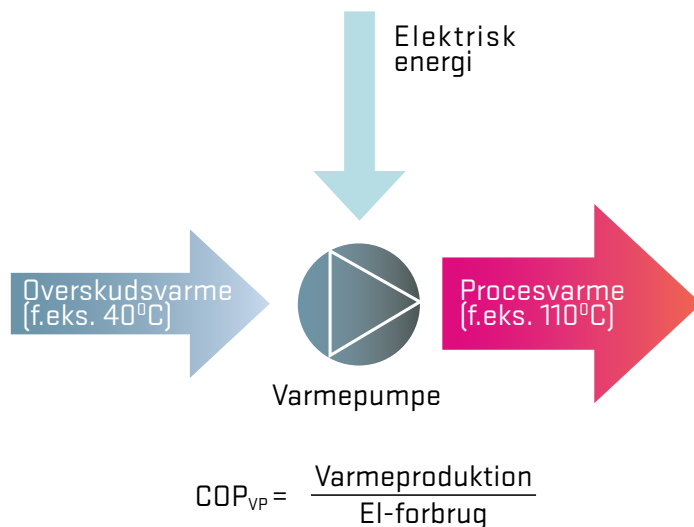
ELFORSK har derfor satset på at udvikle varmepumper til mange forskellige anvendelser. Inden for bygninger drejer det sig bl.a. om at kortlægge potentialet i enfamiliehuse og sommerhuse, analysere adfærdsændringer og teste nye koncepter, f.eks. lodrette borer. Et nyt spændende område er højtemperatur varmepumper, der med høj virkningsgrad kan producere op til en fjerdedel af industriens procesenergi i stedet for kedelanlæg med olie, gas eller biomasse. Endelig kan store varmepumper bidrage til at gøre den danske fjernvarme endnu grønnere.

"Flere varmepumper øger den samfundsmæssige værdi af elproduktionen fra vindmøller"

Karsten Capien, konsulent Dansk Energi

Karsten Capien fra Dansk Energis analyseenhed fremhæver, at varmepumper kan bidrage til at øge den samfundsmæssige værdi af elproduktionen fra vindmøller. Men de meget høje afgifter på den stadig grønnere el gør det mindre attraktivt for boligejere og fjernvarmeværker at vælge varmepumper i stedet for anlæg med afgiftsfri biomasse.

"Et statsligt anlægstilskud kan kompensere den høje elafgift og sikre, at varmepumper opstilles, hvor de giver mest værdi i energisystemet. Samtidig vil statskassen på sigt tjene på en sådan ordning, fordi varmepumperne betaler elafgift. Energisystemet vil blive mere intelligent og effektivt, fordi store varmepumper kan konvertere vind-el til fjernvarme, ligesom de spiller optimalt sammen med de store solvarmeanlæg, som i disse år etableres i mange fjernvarmesystemer", siger han.



Princippet for udnyttelse af industriens overskudsvarme til procesenergi med en højtemperatur varmepumpe.

Varmepumpebranchen er blevet mere innovativ

De mange ambitiøse ELFORSK-projekter har også gjort det danske kompetencemiljø med bl.a. Teknologisk Institut og DTU Mekanik til et af de fagligt stærkeste internationalt. Det gælder ikke mindst brug af naturlige kølemidler, energieffektivitet, systemoptimering og brugervenlige beregningsprogrammer.

DEN SAMLEDE VÆRDIKÆDE OPTIMERET

Sådan opsummerer centerchef Claus Schøn Poulsen fra Teknologisk Instituts Center for Køle- og Varmepumpeteknik effekten af det faglige medspil og den økonomiske støtte fra ELFORSK.

"Da ELFORSK startede i 2002, var den danske kølebranche trængt. Produktionen af små varmepumper var for nedadgående, men i dag er der skabt en betydelig optimisme, fordi de danske virksomheder har udviklet en række innovative produkter, som vi venter en stigende international efterspørgsel på", siger han.

"ELFORSK-projekterne har optimeret køle- og varmepumpebranchens samlede værdikæde"

Claus Schøn Poulsen, centerchef Teknologisk Institut

Denne udvikling er bl.a. skabt gennem opbygning af unikke laboratoriefaciliteter hos Teknologisk Institut, ligesom ELFORSK ifølge centerchefen har bidraget til at optimere branchens samlede værdikæde.

FRA UNIVERSITET TIL INDUSTRI

Den positive vurdering deles af lektor Brian Elmegaard fra DTU Mekanik, der er med til at levere det videnskabelige grundlag for branchens innovation. Samarbejdet med Teknologisk Institut og industrien har også gjort instituttets nyuddannede ingeniører og ph.d.'ere bedre i stand til at tage

springet fra universitetet til industrien. Her bidrager de i høj grad til at omsætte videnskabelig indsigt til konkurrencedygtige produkter.

"Deltagelse i ELFORSK-projekter gør overgangen til industrien lettere for vores kommende ingeniører"

Brian Elmegaard, lektor DTU Mekanik

"Vores videnskabelige resultater har vakt international interesse, og vi medvirker i en række projekter i samarbejde med industri og internationale partnere. De danske energimål frem mod 2050 lægger et mere langsigtet perspektiv ind i branchens forskning og udvikling, og det giver os en central position i et bredt internationalt netværk", siger Brian Elmegaard.

NYTTIGT VÆRKTØJ FOR BRANCHEN

ELFORSK har samlet erfaringerne fra flere af sine varmepumpeprojekter i en lille overskuelig håndbog "Den lille blå om Varmepumper". Den er ifølge centerchef Lau Vørs fra Maskinmesterskolen København et nyttigt værktøj for branchen.

"Den lille blå er et troværdigt undervisningsmateriale for vores studerende"

Lau Vørs, centerchef Maskinmesterskolen København

"Vi bruger "Den lille blå" som et troværdigt undervisningsmateriale i både maskinmesteruddannelsen og på vores efteruddannelseskurser, og vores studerende og kursister lærer at bruge den til at styrke deres kundekontakt", siger han.

Den lille blå om Varmepumper er et opslagsværk for alle, der arbejder med at realisere energibesparelser i nye og eksisterende bygninger. Bogen er en del af serien "Den lille blå" indenfor forskellige teknologier fra Dansk Energi.



ELFORSK-UDVIKLET PRODUKT EN EKSPORTSUCCESS



Vesttherm har hurtigt sat den nye brugsvandsvarmepumpe i kommerciel produktion. Foto: Vesttherm.

ELFORSK-programmet har et centralt strategisk mål om at hjælpe danske virksomheder med at udvikle nye innovative produkter, der ikke alene udnytter energien mere effektivt, men som også kan konkurrere på det internationale marked. Det er i høj grad lykkedes gennem det projekt, som varmepumpeproducenten Vesttherm i Esbjerg har gennemført i samarbejde med Teknologisk Institut.

PRODUKTION OG BESKÆFTIGELSE FORDOBLET

“Vi havde som målsætning, at den nye brugsvandsvarmepumpe skulle være mindst 30 % mere energieffektiv end det bedste produkt på markedet, da vi startede i 2012. Det er lykkedes, og da vi på verdens største VVS-messe, ISH-messen i Frankfurt i marts 2015 præsenterede det nye produkt med det kommende energimærke A+, som er den bedste energiklasse for brugsvandsvarmepumper, vakte det stor opmærksomhed”, fortæller direktør Torben Lauridsen fra Vesttherm.

”Energieffektive produkter har mere end fordoblet vores produktion og beskæftigelse”

Torben Lauridsen, direktør Vesttherm

Virksomhedens succes med at gøre deres produkter mere energieffektive har fordoblet omsætningen siden 2012, og det gennemsnitlige antal medarbejdere er vokset fra 15 til 36. Vesttherm flytter til en ny fabrik på 6.000 m² fra den hidtidige med et produktionsareal på 1.600 m², ikke mindst fordi virksomheden regner med en yderligere fordobling af produktionen frem mod 2018. Stort set hele produktionen går nu til eksport, men forventes fremover også at gå til hjemmemarkedet.

DANMARK ER FOREGANGSLAND

Technology Manager Alexander Cohr Pachai fra den danske afdeling af Johnson Controls oplyser, at den danske køle- og varmepumpebranche har nydt godt af den ambitiøse danske energi- og miljøpolitik.

“Den tidlige danske udfasning af de problematiske syntetiske kølemedier var en stor teknologisk udfordring, men den har givet det danske kompetencemiljø en stærk position. Det nyder vi som en innovativ produktionsvirksomhed godt af, og der er stor global efterspørgsel efter danskudviklede produkter og løsninger”, siger han.

“Der er stor global efterspørgsel efter dansk udviklede køle- og varmepumpe-produkter og løsninger”

Alexander Cohr Pachai, Technology Manager Johnson Controls Denmark

Advansor i Aarhus, der har fået støtte til flere ELFORSK-projekter, er siden starten i 2006 vokset fra to iværksættere, der kom fra Teknologisk Institut, til omkring 70 medarbejdere i 2015. Virksomheden havde i 2014 en vækst på 53 %, og ca. 80 % af produktionen går til eksport. Det er ifølge direktør Torben Hansen især køleanlæg med CO₂ som kølemiddel, der har skabt den kraftige vækst, men en højtemperatur varmepumpe med transkritisk CO₂ kan blive den næste succes, hvis ellers de økonomiske rammevilkår for industri og fjernvarme bliver indrettet mere rationelt.

“ELFORSK-projekterne har været en af de primære årsager til, at Danmark har succes med køleprodukter indenfor CO₂”

Torben Hansen, direktør Advansor

I erhvervslivet kan man med fordel udnytte overskudsvarmen for industrielle processer. Det kan ske i en varmepumpe, hvor temperaturen af procesvarmen kan hæves til f.eks. 110 °C. Herved undgår man at anvende fossile brændsler til at opnå samme temperatur.



MERE ENERGIEFFEKTIV VARMEPUMPE TIL LAVENERGIBOLIGER



I fremtiden vil danske boligejere få større sikkerhed for en varmepumpes reelle elforbrug, når der fra september 2015 indføres en mere præcis metode til bestemmelse af elforbruget. Den nye metode kaldes Seasonal Coefficient of Performance (SCOP) og bestemmes for flere af varmepumpens arbejds punkter. Metoden kan derfor tage højde for varierende udetemperaturer. Den hidtidige COP-bestemmelse bygger på månedlige gennemsnitstemperaturer, der ikke indregner en varmepumpes relativt højere elforbrug ved meget lave udetemperaturer.

”Den nye SCOP-metode giver incitament til at udvikle mere energieffektive varmepumper”

Pia Rasmussen, Team Leader Grontmij

STÆRKERE INCITAMENT TIL ENERGIEFFEKTIVITET

”Den nye SCOP-metode giver producenter et stærkere incitament til at optimere til de faktiske klimaforhold. Det bør både kunne føre til udvikling af mere energieffektive varmepumper og sikre forbrugerne mod underdimensionerede produkter,” udtaler Pia Rasmussen.

”Når det bliver rigtig koldt om vinteren i Danmark, må boligejere med en underdimensioneret varmepumpe dække en del af varmebehovet med ren elvarme, og det er både dyrt og miljøbelastende”, siger civilingeniør Pia Rasmussen fra Grontmij, der er en af de danske SCOP-eksperter.

MÅLSÆTNING: SCOP PÅ 6,0

Teknologisk Institut er sammen med varmepumpeproducenten NILAN gået i gang med at udvikle en meget energieffektiv varmepumpe. I et forprojekt finansieret af ELFORSK fik de to parter udviklet en prototype, der blev laboratorietestet til en SCOP på 5,17, svarende til den bedste energiklasse A+++ for varmepumper til gulvvarme.

Ambitionerne rækker videre, og i et nyt og større ELFORSK-projekt er målet at nå en SCOP på 6,0, fortæller projektleder Per Henrik Pedersen fra Teknologisk Institut.

"Nye varmepumper skal også kunne matche bedste energiklasse A+++ i 2018"

Per Henrik Pedersen, projektleder Teknologisk Institut

"Ved at optimere nøglekomponenter som inverter, styring, ekspansionsventil, varmeveksler og kølemiddel på en ny prototype satser vi på at forbedre energieffektiviteten med ca. 17 % i sammenligning med forprojektets resultat. Vi tester løbende på TI's laboratorium i Aarhus, hvor den endelige prototype også bliver lydmålt, og den skal testes til både gulvvarme og radiatorvarme", siger han.

Den nye varmepumpe skal også kunne matche effektivitetskravene i den bedste energiklasse, når EU's energimærkningsordning for væske-vand-varmepumper skal revideres senest i 2018. NILAN vil efter afslutning af ELFORSK-projektet sætte varmepumpen i produktion og markedsføre den bredt på det europæiske marked.



På Teknologisk Institut i Aarhus måles på komponent-optimeringen af prototypen på NILAN's nye lavenergivarmpumpe.

BOLIGEJERE ØGER KOMFORTEN MED VARMEPUMPER

Varmepumper med en høj energieffektivitet har et stort potentiale til både at konvertere miljøbelastende opvarmningsformer med grøn el og til at gøre energianvendelsen langt mere effektiv. En varmepumpes evne til at omsætte el-input til varme-output måles som Seasonal Coefficient of Performance (SCOP), og mange luft-til-luft varmepumpe på markedet har en SCOP på 3 til 4. Det betyder, at forbrugeren skal kunne regne med en markant elbesparelse ved at erstatte simpel elvarme med en varmepumpe.



ÆNDRET ADFÆRD VED BRUG AF VARMEPUMPER

Sådan er det imidlertid ikke helt gået. SBI-AAU har i et ELFORSK-projekt, der blev afsluttet i 2012, dokumenteret, at ca. 20 % af det teoretiske potentiale for besparelser på elforbruget i helårsboliger blev omsat til øget komfort, og at besparelsen således var væsentlig mindre end forventet. Blandt et mindre antal sommerhusejere, der også indgik i projektet, sås det, at der i gennemsnit slet ikke var et fald i elforbruget efter installation af en varmepumpe.

"Energibesparelser fra en teknologi som varmepumper afhænger altid af, hvordan den bruges"

Kirsten Gram-Hanssen, professor Statens Byggeforskningsinstitut (SBI-AAU)

Flere varmepumpeejere har reageret på et mindre elforbrug ved at skrue op for indetemperaturen og begrænse anvendelsen af deres brændeovn. Den forudsete elbesparelse opnås derfor kun delvist.

"Projektets resultater understreger, at en teknologi ikke i sig selv kan være energibesparende. Det afhænger altid af, hvordan den bruges. Flertallet af de boligejere, der medvirkede i vores undersøgelse, ændrede deres opvarmningspraksis samtidig med, at de fik den mere effektive varmeteknologi. De har f. eks. øget rumtemperaturen, opvarmet en udestue eller holdt sommerhuset opvarmet i vinterhalvåret, hvilket de ikke gjorde tidligere", fortæller professor Kirsten Gram-Hanssen fra SBI-AAU, der havde ansvaret for projektet.

Grundvandet kan levere både varme og køling

Da firmaet Enopsol i 2007 fik bevilget støtte fra ELFORSK til at udvikle et beregningsprogram for anlæg med grundvandskøling med inspiration fra ATES-konceptet, var grundvandskøling stort set ukendt land i Danmark. I dag har Enopsol stået bag mere end 30 grundvandskøleanlæg, hvoraf det største sikrer miljøvenlig køling i Kastrup Lufthavn. Men der er mere på vej med en anlægsofbygning, der kan sikre energibesparelser til køling på mere end 90 % og til varme på op til 75 % i forhold til traditionelle kølekompressorer og fyringsanlæg.

Med både kolde og varme borerer bliver det muligt at optimere energiudnyttelsen og sikre termisk balancering af grundvandsmagasinet.

MERE ENERGIEFFEKTIVE SYGEHUSE

"Det har vist sig, at der er særligt gode betingelser for at forsyne landets sygehuse med ATES-energianlæg. Vi forventer, at sygehusene kan afskrive deres investeringer på mellem 2 og 10 år, afhængig af de lokale grundvandsforhold. De opnåede besparelser kan så komme patienter og personale til gavn", siger adm. direktør Stig Niemi Sørensen fra Enopsol.

"Energi fra grundvandet er en oplagt mulighed for energioptimering af sygehusene og varmepumper sikrer en høj energiudnyttelse"

Stig Niemi-Sørensen, adm. direktør Enopsol

Ved at opbygge ATES-anlægget med både en varm og en kold boring er det muligt at sikre den termiske balancering af grundvandsmagasinet hen over året. Om sommeren lagres overskudsvarme i magasinet, der udnyttes om vinteren via en varmepumpe. Tilsvarende kan vinterkulden gemmes til køleformål om sommeren. Varmepumpen er med til at sikre en høj energiudnyttelse i anlægget.

SPILEVANDS-VARME KAN PRODUCERE VARMT BRUGSVAND

I takt med at stadig flere boligetageejendomme bliver gennemgribende energirenoveret, kommer energiforbruget til produktion af varmt brugsvand til at fylde stadig mere i disse ejendommers samlede energiforbrug. COWI A/S har i samarbejde med Geo Heat Ex og Teknologisk Institut udviklet et system, der er i stand til at tappe varme fra ejendommens spildevand, inden det sendes til det lokale rensningsanlæg. Ved at supplere varmevekslingen med en egnet varmepumpe kan den indvundne overskudsvarme ikke alene dække hele produktionen af det varme brugsvand, men også distributionstabet i ejendommen.

”Varmepumper kan være med til at optimere energiudnyttelsen ved at tappe varme fra beboernes spildevand”

Maja Grud Minzari, projektleder COWI A/S

VARMT SPILDEVAND GIVER HØJ COP

”I dag går størstedelen af den overskydende varme fra beboernes bade, opvask og tøjvask til spildevand. Men der kan faktisk hentes megen nyttig energi fra denne hidtil oversete kilde. Det er vores hypotese, at det relativt varme spildevand vil være med til at give optimale driftsbetingelser for at supplere varmeveksling med en varmepumpe, der kan forvente at nå en COP på omkring 4”, siger projektleder Maja Grud Minzari fra COWI A/S.

Konceptet er udviklet i samarbejde med Brabrand Boligforening i Aarhus, Teknologisk Institut og Geo Heat og bliver i et aktuelt ELFORSK-projekt testet i både en eksisterende boligejendom og et nybyggeri på Aarhus Havn.



Det innovative koncept er udviklet til bebyggelsen Skovgaardsparken og bliver efter optimering testet bl.a. i samme boligafdeling og ved de nybyggede Havnehusene i Aarhus Havn.

VARMEPUMPER GØR LUKSUS-SOMMERHUSE MERE ENERGIRIGTIGE

Den kraftige udbygning med store luksussommerhuse til udlejning op gennem 00'erne førte til en betydelig stigning i elforbruget. Hvert af disse sommerhuse med indendørs swimmingpool, spa m.v. har i gennemsnit et årligt elforbrug på mere end 30.000 kWh, svarende til mere end 7 gange det gennemsnitlige elforbrug i helårsboliger. Ekolab fik derfor allerede i 2004 bevilget støtte fra ELFORSK til at analysere mulighederne for at gøre elanvendelsen i luksussommerhuse mere energieffektiv.

ELFORBRUGET KAN HALVERES

“Vores daværende analyser udmøntede sig i forslag til systemløsninger, hvor sommerhusejeren kombinerer solenergi og varmepumper. Med den rigtige systemløsning kan elforbruget halveres. Siden vi afsluttede vores projekt for omkring 10 år siden, er der udviklet mere effektive og billigere løsninger med både varmepumper og solceller. Så i dag burde det være muligt at gøre luksussommerhuse endnu mere energieffektive”, siger civilingeniør og partner Klaus Ellehauge fra Ekolab.

”Med den rigtige systemløsning kan elforbruget i luksussommerhuse halveres”

Klaus Ellehauge, civilingeniør og partner Ekolab



Installation af varmepumper kan være med til at gøre luksussommerhuse mere energirigtige.

GRØN EL KAN LEVERE EN FJERDED



Den udviklede
Rotrex kompressor
for vanddamp

Gennem de seneste år har ELFORSK-programmet satset målrettet på at støtte udviklingen af energieffektive højtemperatur varmepumper, og det giver ifølge sektionsleder og civilingeniør Lars Reinholdt fra Teknologisk Institut rigtig god mening. Udvikling af varmepumper med transkritisk CO₂ eller vanddamp og kaskade varmepumper med ammoniak som kølemidler gør det muligt at levere procesenergi ved temperaturer i intervallet 80-200 °C. Det betyder, at op mod en fjerdedel af industriens procesenergiforbrug teoretisk kan leveres med grøn el i stedet for fossile brændsler som olie og naturgas.

HØJERE TRYK OG TEMPERATUR

“De projekter, som ELFORSK støtter, kan bringe den danske varmepumpeteknologi helt frem i første række internationalt. Med forskellige naturlige kølemidler og mere effektive kompressorer øges trykket og dermed temperaturniveauet. Det gør varmepumper mere anvendelige i industrien, men det er ikke uden nye udfordringer”, siger Lars Reinholdt.

”Det skal gøres attraktivt for industrien at konvertere til højtemperatur varmepumper”

Lars Reinholdt, sektionsleder Teknologisk Institut

Han understreger, at varmepumper i industrien skal projekteres som en integreret del af procesudstyret. Det kræver en kvalificeret analyse af samspillet mellem køle- og varmebehov, og teknologiudviklingen er endnu ikke nået så langt, at industrien kan tilbydes simple standardløsninger.

EL AF INDUSTRIENS PROCESENERGI

GEVINST FOR ENERGISYSTEMET

“Virksomhederne får i dag meget af deres procesenergi fra olie- eller gasfyrede dampkedler, så de kan i princippet godt klare sig uden varmepumper. Men for energisystemet vil det være en stor gevinst, hvis det gøres attraktivt for industrien at konvertere dampkedler til avancerede varmepumper. Det forudsætter, at vi kan tilbyde egnede teknologier, at vi bliver bedre til systemdesign, at vi får kortlagt industriens reelle behov, og at de økonomiske rammevilkår gør det attraktivt for beslutningstagerne at skifte til nye varmepumper”, siger Lars Reinholdt.

”Varmepumper i industrien skal projekteres som en integreret del af procesudstyret”

Lars Reinholdt, sektionsleder Teknologisk Institut

Men det gælder også, at mange virksomheder kan anvende energien mere effektivt ved at analysere deres reelle varmebehov, for mange steder leveres procesenergi stadig ved højere temperaturer end nødvendigt.

Prototypen af Rotrex kompressoren opstillet til test ved Spirax Sarco i Cheltenham, UK.



HØJTEMPERATUR VARMEPUMPE MED NATURLIGE KØLEMIDLER

Teknologisk Institut har i samarbejde med Alfa Laval, Svedan Industri Køleanlæg og Grundfos udviklet et koncept for en højtemperatur varmepumpe med ammoniak som kølemiddel. Den er udstyret med en to-delt kondensator, som kan designes fleksibelt efter den enkelte virksomheds behov. Konceptet har under test på Teknologisk Institut dokumenteret en COP på 4,3.

PASSER MED AMBITIØS KLIMAPOLITIK

Ved at opdele kondensatoren bliver det muligt at operere med to forskellige procestemperaturer samtidigt, f.eks. 100 °C og 75 °C. Afgangstemperaturerne afhænger af, hvordan varmepumpen designes. Konceptet er nu under optimering og produktmodning i et demonstrationsprojekt under EUDP-programmet.

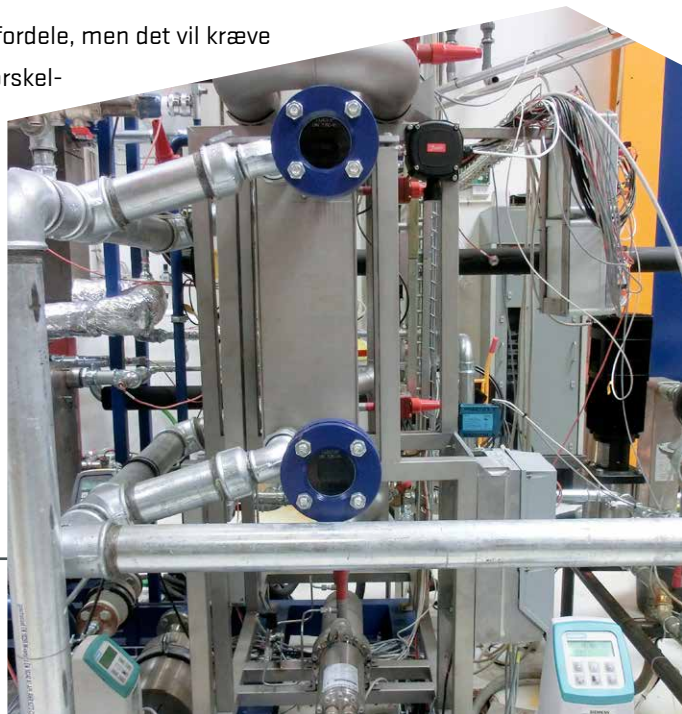
"Højtemperatur varmepumpen er velegnet til virksomheder med en stærk grøn profil"

Claus Madsen, seniorkonsulent Teknologisk Institut

"Det nye anlægsdesign indebærer store energimæssige fordele, men det vil kræve en mere kompliceret styring af anlægget at anvende to forskellige temperaturer samtidigt. Til gengæld passer denne varmepumpe fint til virksomheder, der ønsker at opbygge en stærk grøn profil", siger seniorkonsulent Claus Madsen fra Teknologisk Institut.

Sideløbende med anlægsoptimeringen arbejder Teknologisk Institut i et nyt ELFORSK-projekt på at udvikle en pinch point optimeret semikaskadevarmepumpe, der kan levere procesenergi ved over 100 °C med høj energieffektivitet.

Fordampersiden af ammoniak varmepumpen med komponenter fra Alfa Laval og Grundfos.



AFGIFTER OG TILSKUD EN BARRIERE FOR VARMEPUMPER I INDUSTRIEN

I de senere år har ELFORSK bidraget til at skabe nye teknologiske muligheder for at konvertere produktion af procesenergi fra traditionelle naturgasfyrede dampkedler til energieffektive højtemperatur varmepumper. Men selv om teknologiudviklingen har været særdeles lovende, er der kun etableret ganske få af disse anlæg i industrien og i fjernvarmesektoren.

TIL UGUNST FOR VARMEPUMPER

Advansor A/S, der har produktmodnet en varmepumpe med transkritisk CO₂ som kølemiddel, har således ikke været i stand til at følge sit demonstrationsanlæg hos Jensen Foods op med afsætning af flere anlæg. Ifølge direktør Torben Hansen fra Advansor er der ellers et stort teknisk potentiale i bl.a. fødevarerindustrien for en varmepumpe, der kan levere procesenergi ved 80-90 °C.

”Tilskud og afgifter er i dag udformet til direkte ugunst for industrielle varmepumper”

Torben Hansen, direktør Advansor A/S

“Sådan som afgiftssystemet og tilskudsordningen VE til proces er udformet, er de økonomiske rammevilkår direkte til ugunst for de energieffektive varmepumper. Når man tænker på det store behov for at skabe mere værdi ud af elproduktionen fra vindmøller og målsætningen om at gøre industriens procesenergi fossilfri, er det svært at forstå”, siger Torben Hansen.

“Teknisk er markedet meget lovende, men hvis ikke afgifter og tilskud hurtigt indrettes mere hensigtsmæssigt, vil Advansor miste den first mover fordel, som støtten fra ELFORSK ellers havde givet os”, fortsætter Torben Hansen.



Afgiftssystemet og tilskudsordningen VE til proces afgøres af politikerne på Christiansborg.

Varmepumper halverer elforbruget i industrielle vaskemaskiner

KSN Industri A/S har i et ELFORSK-projekt påvist, at energiforbruget i industrielle vaskemaskiner kan halveres ved at lade en varmepumpe være vaskemaskinens energikilde. Varmepumpen henter sin energi fra vaskeanlæggets afblæsningsluft, der ellers går til spilde. Under projektet blev der først testet et pilotanlæg hos Teknologisk Institut, og derefter blev der målt på et demonstrationsanlæg hos Grundfos gennem et års tid. Målingerne bekræftede konceptets høje energieffektivitet.

LOVENDE MARKED FOR ENERGIRÅDGIVERE

Der er ifølge KSN Industri et ganske stort dansk marked på omkring 3.000 større industrielle vaskemaskiner, hvor energiforbruget kan halveres, svarende til en elbesparelse på ca. 240 GWh/år. På elopvarmede vaskemaskiner kan installation af en varmepumpe tjene sig hjem på ca. 1,5 år, og et sådant projekt er ganske ukompliceret at gennemføre. Tilbagebetalingstiden afhænger dog af maskinens drift og opbygning.

"Varmepumper til industrielle vaskemaskiner er en god mulighed for energirådgiverne"

Carsten Brødsgård, medejer KSN Industri A/S

"Selv om markedet er spændende, og ELFORSK-projektet har skabt overbevisende resultater, har vi siden projektets afslutning i 2012 kun haft kræfter til at sælge denne løsning til 4 virksomheder. Der er derfor nogle lovende muligheder for forsyningsselskabernes energirådgivere, når de skal opfylde deres omfattende energispareforpligtelser", mener medejer Carsten Brødsgård fra KSN Industri.



Demonstrationsanlæg hos Grundfos har dokumenteret, at varmepumper kan halvere energiforbruget i industrielle vaskemaskiner.

Lettere at identificere de optimale varmepumpe-løsninger

For at gøre det lettere for rådgivere at projekttere en bygnings mest energioekonomiske anlægsløsning med et godt indeklima har ELFORSK givet støtte til at integrere de to beregningsprogrammer BSim og PackCalculation (PackCalc). BSim bruges bl.a. til at beregne termisk indeklima, mens PackCalc beregner årsenergiforbrug, levetidsomkostninger og CO₂-emissioner.

"Brugere af PackCalc kan nu også regne på de mest energioekonomiske varmepumpe-løsninger"

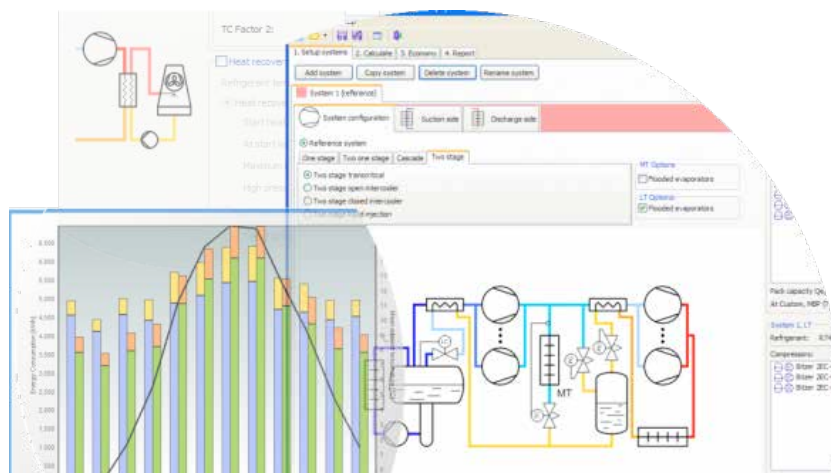
Morten Juel Skovrup, civilingeniør og ph.d. IPU

PACKCALC UDVIDET MED VARMEPUMPER

Som et vigtigt element i ELFORSK-projektet blev PackCalc udbygget fra primært at arbejde med køle-anlæg til også at regne på varmepumpe-løsninger. Integrationen med BSim betyder, at man ikke alene kan beregne et køle- eller varmebehov, men også angive, hvordan dette skal dækkes og konsekvenserne for energioekonomi og indeklima. Dermed får rådgiverne mulighed for at øge fokus på energioekonomiske løsninger. Brugere af de to programmer har også fået lettere ved at analysere konsekvenserne af fleksibelt elforbrug.

Uddrag fra beregningsprogrammet PackCalc.

"Integrationen med BSim har gjort det muligt for brugere af PackCalc også at analysere energioekonomi og indeklimakonsekvenser for installationer til bygningskomfort, herunder især varmepumper. Det kan forhåbentlig være med til at udbrede anvendelsen af varmepumper", siger projektleder Morten Juel Skovrup fra IPU.



STORT POTENTIALE FOR VARMEPUMPER TIL FJERNVARME

De varmepumpeteknologier, som ELFORSK har ydet projektstøtte til at udvikle med sigte på industri og husholdning, har ifølge Dansk Energi også et potentiale i de decentrale fjernvarmesystemer. Disse varmepumper udmærker sig ved at bruge naturlige kølemidler, levere varme ved høje temperaturer og omdanne el til varme med høj effektivitet COP-værdier på 4 til 5.

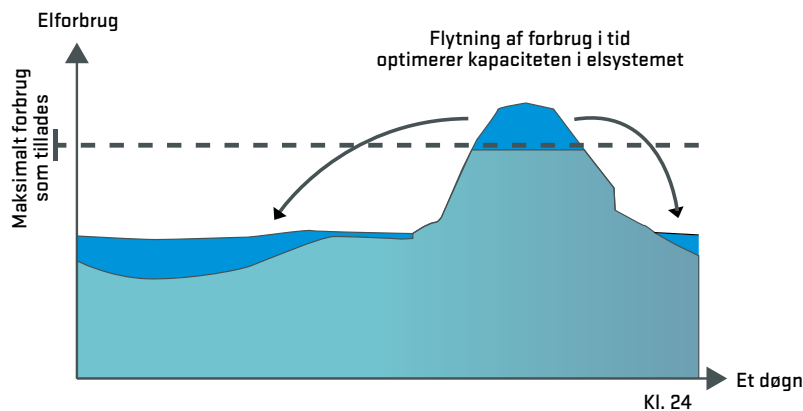
”Store varmepumper i decentrale fjernvarmeværker er systemmæssigt og samfundsøkonomisk fordelagtige”

Richard Schalburg, chefkonsulent Dansk Energi

SAMFUNDSØKONOMISK INTERESSANTE

Disse ELFORSK-støttede varmepumpeteknologier benytter forskellige naturlige kølemidler, afhængig af anlægskoncept, temperaturbehov samt varmekildens tilgængelighed og temperatur. Har fjernvarmeværket f.eks. adgang til overskudsvarme ved relativt høje temperaturer, kan der med kendt teknologi etableres varmepumper med en relativ høj COP. Mange værker har imidlertid alene adgang til omgivelsesvarme, f.eks. havvand, grundvand, renseanlæg eller søer, og må derfor regne med lavere COP.

”Store varmepumper i decentrale fjernvarmeværker er en systemmæssig fordel, fordi de kan bidrage til at øge den indenlandske udnyttelse af el fra vindmøller. Samtidig har værkerne i forvejen etableret lagringsmuligheder i akkumuleringsstanke, der derfor rummer store muligheder for fleksibelt elforbrug”, siger chefkonsulent Richard Schalburg fra Dansk Energi.



Varmepumper i de lokale fjernvarmesystemer kan bidrage til at udjævne spidslast i elsystemet.

Havvand bliver til fjernvarme med varmepumpe

Augustenborg Fjernvarme ser frem til igen at kunne producere miljøvenlig fjernvarme ved at anvende innovativ køle- og varmepumpeteknologi. Sidst fjernvarmeverket brugte en varmepumpe fra midten af 1980'erne, betød stigende elafgifter, at driftsøkonomien blev forringet så meget, at anlægget måtte opgives. Nu håber formanden for fjernvarmeverkets bestyrelse Mogens Elmvang, at optimeret teknologi kan give den miljøvenlige varmeproduktion et come-back.

"Udnyttelse af havvand til fjernvarme med varmepumper ligger lige til højrebænet"

Mogens Elmvang, bestyrelsesformand Augustenborg Fjernvarme

HAVVAND LIGE TIL HØJREBÆNET

Augustenborg Fjernvarme indgår i et ELFORSK-projekt, hvor Teknologisk Institut sammen med Johnson Control udvikler en kompakt, effektiv og billig direkte kontaktvarmeveksler, der integreres i et køle- eller varmepumpeanlæg med en vanddampkompressor.

Udviklingen af den energieffektive kontaktvarmeveksler kombineres med en vanddampkompressor, der tidligere er afprøvet hos LEGO.

"Vi ønsker at producere både miljøvenlig og billig fjernvarme, og dette projekt ser ud til at give os mulighed for at øge udnyttelsen af vedvarende energi i fjernvarmesystemet på en måde, der også kan skabe større værdi for vindmøllernes elproduktion. Det ligger lige til højrebænet at udnytte havvand til fjernvarme i Danmark, og politikerne vil gøre energisystemet og forbrugerne en stor tjeneste ved at justere afgifter og tilskud, så det bliver attraktivt at træffe de valg, der er bedst for energisystemet", siger Mogens Elmvang.

Teknologien vurderes at have særlige fordele for fjernvarmesystemer i kystnære byer.



SMÅ VARMEPUMPER KAN OPTIMERE FJERNVARMEN

Små varmepumper hos nye fjernvarmeforbrugere tegner til at blive en spændende mulighed for at optimere samspillet mellem elsystemet og fjernvarmen på en måde, der optimerer energiudnyttelsen i det lokale fjernvarmesystem. AAEN Rådgivende Ingeniører A/S har i samarbejde med Aars Fjernvarme og en række fjernvarmeselskaber analyseret potentialet og testet en eksisterende varmepumpe til formålet.

BEDRE UDNYTTELSE AF RETURVANDET

Ideen er udviklet i et ELFORSK-projekt, hvor der til en stikledning for returvandet er koblet en varmepumpe i en bygning, der tidligere blev opvarmet med oliefyr.

”Små varmepumper kan forbedre udnyttelsen af fjernvarmens returvand”

Rasmus Aaen, projektleder AAEN Rådgivende Ingeniører A/S

”På den måde kan vi reducere tab i fjernvarmesystemet, vi forbedrer kraftvarmeværkets effektivitet ved at sænke retur-temperaturen, og fjernvarmen kan konvertere bygninger med f.eks. oliefyr til miljøvenlig varme. Fjernvarmesystemets samlede COP

kan blive højere end ved traditionel jordvarme, og fjernvarmeværket kan få flere forbrugere uden at skulle øge systemets kapacitet”, siger projektleder Rasmus Aaen fra AAEN Rådgivende Ingeniører A/S.

Projektet viste dog, at der er brug for at optimere designet af varmepumpen, så den bliver bedre til at udnytte, at temperaturen er højere i fjernvarmens returvand end i et jordvarmeforsynet varmepumpeanlæg.

Et oliefyr blev erstattet af denne varmepumpe for at optimere energiudnyttelsen i det lokale fjernvarmesystem.



Varmepumper kan sikre landsbyer fælles varme

180.000 enfamiliehuse uden for fjernvarme- og naturgasområderne har vist sig at være en stor udfordring for omstillingen til et fossilfrit energisystem. Men nu er Enopsol i kraft af et ELFORSK-projekt på vej med et columbusæg. På grundlag af positive erfaringer med ATEs-grundvands køleteknologien har firmaet udviklet et koncept, hvor grundvandsmagasiner og forskellige former for vedvarende energi kan kombineres med individuelle varmepumper i en fælles løsning med "landsbyvarme".

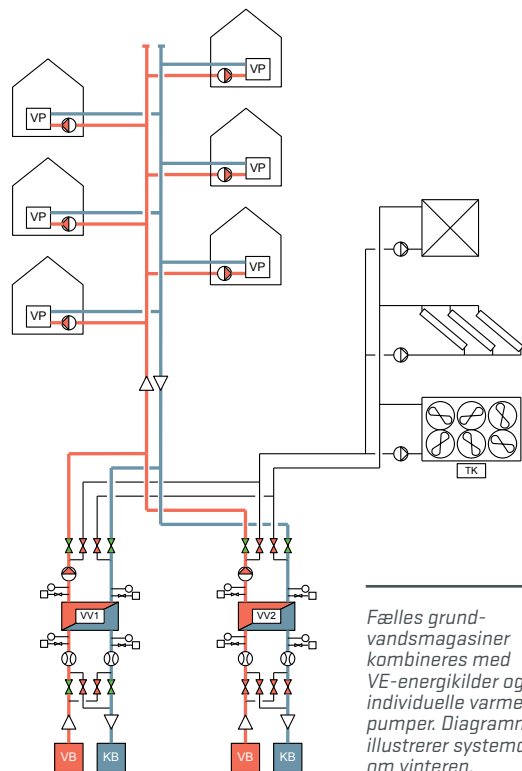
"Landsbyvarme kan give beboerne en stor økonomisk og miljømæssig gevinst"

Stig Niemi-Sørensen, adm. direktør Enopsol

MODERNE ANDELSLØSNING

"Ved at operere med lave temperaturer i den fælles forsyning kan vi uden varmetab benytte billige uisoleerede plastrør i distributionsnettet, og varmepumperne i de enkelte huse sørger for lokalt at opgradere til den ønskede rumtemperatur. Vi regner med at kunne tilbyde beboerne en stor økonomisk besparelse, hvis de skifter fra oliefyr til landsbyvarme. Hertil kommer, at lokalsamfundet kan skabe et aktivt fællesskab omkring en moderne andelsløsning", siger adm. direktør Stig Niemi Sørensen fra Enopsol.

Han ser også en oplagt mulighed for forsyningsselskaberne i at gå ind som investor, bygherre og operatør af denne type systemer. Forsyningsselskaberne kan overtage risikoen og til gengæld levere store energibesparelser til myndighederne. Foreløbige beregninger tyder på, at en landsbyvarme-løsning kan afskrives på mindre end 10 år.

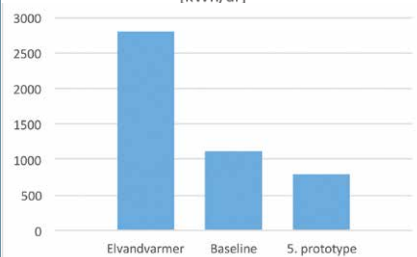


VP = Varmepumpe
TK = Tørkøler
VV = Varmerveksler
VB = Varm brønd
KB = Kold brønd

Mest effektive brugsvandsvarmepumpe på markedet

VINDER AF
**ELFORSK
PRISEN
2015**

Elforbrug til opvarmning af varmt vand til typisk familie [kWh/år]



Med Vesttherms nye brugsvandsvarmepumpe kan der spares omkring 2.000 kWh om året ved at skifte fra en traditionel elvandvarmer.

Et samarbejde mellem Teknologisk Institut og Vesttherm i Esbjerg, der producerer brugsvandsvarmepumper til det europæiske marked, har udviklet en ny varmepumpe til brugsvand, der som den første er i energiklasse A+ i den europæiske energimærkningsordning for brugsvandsvarmepumper.

"Der kan spares ca. 70 % ved at skifte en elvandvarmer ud med den nye varmepumpe"

Per Henrik Pedersen, projektleder Teknologisk Institut

32 % MERE ENERGIEFFEKTIV

Teknologisk Institut har opnået den høje energieffektivitet ved systematisk at optimere varmepumpens enkelte nøglekomponenter i en række prototyper. Med 5. prototype lykkedes det at nå en COP på 3,15, hvilket er højt for en brugsvandsvarmepumpe. Prototypen er 32 % mere energieffektiv end den varmepumpe, som Vesttherm forhandlede ved projektets start i 2012.

"En gennemsnitlig boligejer med en traditionel elvandvarmer kan regne med at spare ca. 70 % af elforbruget til varmt brugsvand med den nye varmepumpe. Det svarer til en årlig gevinst på ca. 4.000 kr. Vi arbejder imidlertid på at gøre varmepumpen endnu mere effektiv med en ny type kompressor, ligesom vi vil forsøge at gøre den egnet til at bruge naturlige kølemidler", fortæller projektleder Per Henrik Pedersen fra Teknologisk Institut.



Vesttherms nye brugsvandsvarmepumpe.

