

<b>Forskningsprogram</b> EFFSYS 2		<b>Projekt</b> P2 <input type="checkbox"/> Pågående <input checked="" type="checkbox"/> Avslutat	
Total kostnad 1.220.000	Tidplan, förväntade delrapporter Slutrapport efter 081031		
Universitet/Högskola/Företag KTH		Avdelning/Institution Energiteknik, EGI/ETT	
Adress Brinellvägen 68			
Fullständigt namn och E-post till forskningsledare/kontaktperson Åke Melinder                      ake@energy.kth.se			
Slutrapport, namn och förlag			

## Sammanfattning

### **Uppnådda huvudresultat**

Projektet har bidragit till framtagandet av två publikationer:

1: HANDBOK OM INDIREKTA KYL- OCH VÄRMEPUMPSYSTEM

2. PROPERTIES OF SECONDARY WORKING FLUIDS FOR INDIRECT SYSTEMS

Syftet med dessa publikationer är tänkt som hjälp för dimensionering av värmepumpar och indirekta kylsystem.

### **Tolkning av dessa i förhållande till forskningens syfte/mål**

De uppnådda huvudresultaten är i linje med ett yfte med Effsys 2 programmet, dvs. ”kunskaps-sammanställning och informationsspridning” inom detta område, där Sverige har en ledande roll.

## Projektpresentation

### **Problemställning**

För att ta fram nämnda publikationer har relevant information spårats upp och använts. Nytt material har tagits fram, bl.a. om Indirekta CO<sub>2</sub> system och Optimering av köldbärarsystem. Projektledaren har parallellt arbetat systematiskt med att uppdatera en tidigare publikation om köldbärarens egenskaper och att göra detta material mer användarvänligt.

### **Syfte och mål**

Som nämnts ovan har syftet varit att ta fram dessa publikationer som hjälp för dimensionering av värmepumpar och indirekta kylsystem.

### **Förväntad nytta med forskningen i relation till Energimyndighetens uppdrag att ställa om energisystemet.**

Det är vår förhoppning att de publikationer som Effsys2 P2 projektet bidragit till att ta fram skall bli till nytta för kyl- och värmepumpsindustrierna och för de personer som arbetar med indirekta system inom såväl forskning som industri.

## BILAGA: SLUTRAPPORT: EFFSYS2 - P2

### Handbok och beräkningsprogram som underlag för dimensionering av värmepumpar och indirekta kylsystem med köldbärare

Projektledare:

Åke Melinder, Tekn. Dr.

Inst. Energiteknik, KTH, Stockholm

Effsys2 P2 projektet har löpt från hösten 2006 t.o.m. 31 oktober 2008. Syftet har varit att ta fram material som hjälp för dimensionering av värmepumpar och indirekta kylsystem. Detta är i linje med ett av syftena med Effsys 2 programmet, dvs. ”kunskapssammanställning och informationsspridning” inom detta område, där Sverige har en framträdande roll.

För att konkret bidra till detta syfte bestämdes tidigt att projektet skulle bidra till framtagandet av två publikationer:

1: HANDBOK OM INDIREKTA KYL- OCH VÄRMEPUMPSYSTEM

2. PROPERTIES OF SECONDARY WORKING FLUIDS FOR INDIRECT SYSTEMS

**Publikation 1: HANDBOK OM INDIREKTA KYL- OCH VÄRMEPUMPSYSTEM** utgör en sammanställning av befintlig kunskap och nya avsnitt vad gäller indirekta system och deras komponenter, olika arbetsfluider, deras korrosionsegenskaper och materialpåverkan, brandfarlighet, giftighet och miljöegenskaper. Krav för beställare, konsulter och installatörer.

En hel del relevant information har spårats upp och använts. Bl.a. Köldbärlagets utgåvor, BFR rapporter, doktorsavhandlingar tidskriftsartiklar, företagsmaterial har spårats upp. Nytt material har tagits fram, bl.a. om Indirekta CO<sub>2</sub> system och Optimering av köldbärarsystem.

Publikationen kommer att ges ut av Svenska Kyltekniska Föreningen.

Följande kapitel ingår:

- 1 Direkta och indirekta system
- 2 Indirekta systemlösningar
- 3 Komponenter i indirekta system och deras funktion
- 4 Köld- och värmebärare som sekundära arbetsmedier
- 5 Korrosion i köldbärarsystem
- 6 Miljöaspekter vid indirekta köldbärarsystem
- 7 Projektering och dimensionering
- 8 Utformning och kontroll av system, fukt och kondens
- 9 Systemkonstruktion och installationsanvisningar
- 10 Optimering av köldbärarsystem

Följande företag och experter har varit med att ta fram materialet som till stor del utgör en sammanställning av vad som tagits fram om detta ämne:

KTH: Åke Melinder, Jaime Arias, Monika Ignatowicz  
NIBE, David Kroon; IVT, Jim Fredin, Urban Kronström; Frigotech, Kjell Svensson;  
ICT, Bengt Bredberg; Kemetyl, Joakim Ruchatz; ÅF, Nils Dafgård;  
Brenntag Nordic, M. Feltwall; Nowab, Jan-Erik Nowacki; Univar, Mats Hannander;  
COOP, Gösta Andersson; WICA, Peter Rylander, Niklas Rindhagen;  
Temper, Jan Hellsten, Roger Rosander; WILO, Rolf Jonasson;  
Stainless Eng., P. Holmström; SKTF, Bo Westman;  
Benny Ekman; Eric Granryd, Tommy Nilsson, Lennart Rolfsman.

**Examensarbeten:** Två examensarbeten har utförts i anslutning till projektet och två kontantbidrag har använts för detta ändamål. Två studenter engagerades för att sammanställa och föra in friskt material från Internet m.m. Det ena examensarbetet gäller korrosion i indirekta system med köldbärare och det andra deras allmänna egenskaper, miljö, m.m. Dessa två examensarbeten redovisades i december 2007.

1. Monika Ignatowicz: "Corrosion in Indirect Systems with Secondary Working Fluids".
2. Liu Xin: "General Characteristics of Secondary Working Fluids in Indirect Systems".

Presentationerna resulterade i livliga samtal och mycket av materialet som samlats kan komma väl till nytta i samband med slutförandet av de två handböckerna.

**Projektmöten:** Projektmöten har hållits i mars och december 2007 samt april och oktober 2008. Ett tiotal av industriparterna och experterna har varit med vid de olika mötena som varit konstruktiva och för projektet framåt. Dessutom har flera varit med vid de två senaste Effsysdagarna i Eskilstuna.

**Publikation 2:** PROPERTIES OF SECONDARY WORKING FLUIDS \*/ FOR INDIRECT SYSTEMS (\* / Secondary refrigerants, Secondary coolants). Svenska: Köldbärare, kylmedel  
Författare: Åke Melinder Tekn. Dr., Inst. Energiteknik, KTH, Stockholm  
Publikationen kommer att ges ut på engelska av Int. Institute of Refrigeration, IIR, Paris. Den kommer även att spridas av Svenska Kyltekniska Föreningen.

Denna publikation bygger på den tidigare handboken: "Thermophysical properties of liquid secondary refrigerants - Tables and Diagrams " som år 1997 gavs ut av Int. Institute of Refrigeration, IIR, Paris (engelska/franska), samt Svenska Kyltekniska Föreningen (svenska/engelska). Den nya publikationen är väsentligt uppdaterad med bl.a. andra egenskaper som påverkar användningen i systemen. En kort definition ges av de olika termiska storheter som behandlas.

En ny typ av tabeller som hjälp att blanda till lämplig koncentration för en viss tillämpning har tagits fram. Dessa tabeller ger fryspunkt och kokpunkt samt när följande data vid 20°C: Densitet, volymkoncentration (för glykoler, alkoholer, glycerol), blandningsmängder, brytningsindex, ytspänning och elektrisk ledningsförmåga (för salter).

Avsnitt har tillkommit om tvåfasmedier. Ett kortare avsnitt ges om koldioxid som tvåfas-köldbärare med valda data från NIST, Refprop. Ett utförligare avsnitt ges om vissa "ice slurry"- data, speciellt med fas diagram som ger entalpi, temperaturer och iskoncentration som funktion av tillsatskoncentration. Jämviktsdata för entalpi, iskoncentration och densitet finns även i diagram- och tabellform för etylalkohol och propylenglykol.

Dessutom har arbetet med att insamla, bearbeta och utvärdera termofysikaliska data för vattenlösningar fortsatt. Data för högre temperaturer har tillkommit, främst för glykoler. Data för låga tillsatskoncentrationer har tillkommit, bl.a. som hjälp för "ice slurry" tillämpningar. Tabeller ger såväl data vid jämna tillsatskoncentrationer (grunddata) som data vid jämna fryspunkter (data från datorprogram). I diagrammen för varje köldbärartyp går det att observera överensstämmelsen mellan grunddata (heldragna kurvor) och data från datorprogrammet (streckprickade kurvor). Koncentrationer som är högre än vad som kan rekommenderas för vanliga tillämpningar har markerats på ett avvikande sätt.

En CD-skiva kommer att göras i ordning. Den kommer att innehålla publikationen i pdf-version samt ett beräkningsprogram i Excel där ekvationer för bl.a. värmetransport, värmeöverföring och tryckfall finns för grundläggande beräkningar. Jämförelser mellan de olika köldbärarna kan enkelt göras.

**Vetenskapliga arbeten** i anslutning till projektet:

Under våren 2007 avslutade Åke Melinder sin doktorsavhandling: THERMOPHYSICAL PROPERTIES OF AQUEOUS SOLUTIONS USED AS SECONDARY WORKING FLUIDS. Disputationen ägde rum 8 juni 2007.

Åke Melinder har under projektets gång även skrivit och framfört följande konferensbidrag:

EQUILIBRIUM PROPERTIES OF ICE SLURRY BASED ON TWO CHOSEN TYPES OF AQUEOUS SOLUTIONS, 2006, 7<sup>th</sup> IIR Conference on Phase Change materials and Slurries, Dinan, France.

DETERMINING THERMOPHYSICAL PROPERTIES OF LITHIUM AND CALCIUM CHLORIDE AQUEOUS SOLUTIONS AS LOW TEMPERATURE SECONDARY WORKING FLUIDS, 2007, 22<sup>nd</sup> IIR Int. Congress of Refrigeration, Beijing, China.

CHOOSING SECONDARY WORKING FLUID FOR TWO COMMON TYPES OF INDIRECT SYSTEM APPLICATION, 2007, 22<sup>nd</sup> IIR Int. Congress of Refrigeration, Beijing, China.

GENERAL PROPERTIES AND CHARACTERISTICS OF AQUEOUS SOLUTIONS USED IN INDIRECT SYSTEMS, 2008, 8<sup>th</sup> IIR Gustav Lorentzen Conference on Natural Working Fluids, Copenhagen, Denmark.

Genom doktorsavhandlingen och dessa artiklar har det mesta som är nytt i publikationen haft en vetenskaplig prövning vilket känns värdefullt när en publikation med nytt material skall ges ut.

Det är vår förhoppning att de publikationer som Effsys2 P2 projektet bidragit till att ta fram skall bli till nytta för kyl- och värmepumpsindustrierna och för de personer som arbetar med indirekta system inom såväl forskning som industri.