

### Effektivare kyl- och värmepumpssystem

#### Sökande

Företag/organisation Kungliga Tekniska Högskolan		Organisationsnummer 202100-3054		
Institution/avdelning Energiteknik/Tillämpad Termodynamik och Kylteknik		Postgiro/Bankgiro/Bankkonto PG: 1 56 53-9, BG: 895-9223		
Postadress Brinellvägen 68				
Postnummer 100 44	Ort Stockholm	Länskod 01	Kommunkod 80	Land Sverige
Projektledare (förmamn, efternamn) Joachim Claesson				
Telefon 08 – 790 74 60		Fax 08 – 20 41 61		
E-postadress <a href="mailto:claesson@energy.kth.se">claesson@energy.kth.se</a>		Webbplats <a href="http://www.energy.kth.se/">http://www.energy.kth.se/</a>		
Eventuell medsökande (ange organisation)				

#### Projektet

<input checked="" type="checkbox"/> Ansökan avser nytt projekt	<input type="checkbox"/> Fortsättning på tidigare projekt, ange projektnummer:
Projekttitel (på svenska) TriGen – Uthållig förnybar uppvärmning av små och medelstora hus	
Projekttitel (på engelska) TriGen – Sustainable renewable heating systems for small residential buildings	
Sammanfattning (på svenska). Sammanfattningen skall omfatta max 250 ord och skall skrivas både på svenska och på engelska. Sammanfattningen skall skrivas så att den i ämnet oinvidig med lätthet förstår projektets innehåll och syfte. <p>Syftet med denna förstudie är att undersöka nya tekniska möjligheter som utnyttjar inhemska biobränslen och samtidigt minskar elberoendet för uppvärmning av små och medelstora hus.</p> <p>Värmepumpar (VP) utnyttjar energi från omgivningen för uppvärmning av huset. För detta krävs dock en drivenergi motsvarande ca 1/3 av den energin som avges från värmepumpen. En nackdel som ibland förs fram är att värmepumpen drivs av el, vilket i sin tur påverkar effektbalansen i det svenska elsystemet. VP dimensioneras dessutom inte med full effekttäckning vilket innebär att direktverkande el används som komplementuppvärmning av byggnaden under de kallaste dagarna. Ett annat uppvärmningsalternativ som blir alltmer vanligt är pelletspannor. Fördelen med dessa är att de utnyttjar ett förnybart bränsle. Nackdelen är att bränsleåtgången blir stor.</p> <p>Projektet avser att undersöka olika kombinationer av en värmemotor, t.ex. mikrogasturbin eller en stirlingmaskin, som kan drivas av förnybart bränsle (pellets, etanol, etc), för att generera el, ge avgasvärme samt driva värmepumpen. Enkla överslag visar att bränsleutnyttjandegraden i ett sådant system kan bli över 150 % (mot ca 80 % i en god vedkamin). Detta alternativ är uppenbarligen mycket mer energieffektivt än att enbart bränna bränslet för kraftproduktion eller uppvärmning. Till ett system av detta slag kan även solfångare anslutas för att ge ett bidrag under vår och höst, men framförallt för tappvarmvattenvärmning under de varmare månaderna.</p>	

I projektet skall även kombinationer där värmedriven köldalstring kombineras med systemet undersökas.

Fördelarna som förväntas uppnås med dylika system är:

- ◇ Bränslet utnyttjas bättre jämfört med traditionell pelletpanna.
- ◇ Belastar inte det svenska eldistributionsnätet.
- ◇ Inget utnyttjande av elnätet vid toppeffekt.
- ◇ Bättre redundans, byggnader förlorar inte uppvärmning vid strömavbrott.
- ◇ Värmepumpen använder med säkerhet förnybart bränsle för sin drift.

Sammanfattning på engelska enligt ovan (max 250 ord).

The project is intended as a feasibility study of a heating system for small residential buildings.

Heat pumps utilize energy from the surrounding to heat a building. One drawback sometimes heard of installing more heat pumps is the fact that heat pump requires electricity. In addition, heat pumps are generally dimensioned not to cover the maximal heat load for the building, and auxiliary heating using electricity is utilized to cover the need at the coldest days. Another heating system emerging on the Swedish market is pellet fired boilers replacing oil fired boilers.

This project is to investigate the merging of heat engine (e.g. a micro gas turbine or a Sterling engine) and heat pumps into one single heating system. The heat engine is fired with some renewable fuel, such as Pellet or Ethyl Alcohol, and generates electricity at the same time as it produces heat to heat building using the exhaust gases. The electricity is to be stored in batteries and sub-sequentially used to run the heat pump. Preliminary calculations shows a potential of fuel utilization of more than 150 %.

Additional gain and efficiency may be obtained if the system is equipped with solar collectors.

The benefits from this system is expected to be:

- ◇ Improved fuel efficiency.
- ◇ No impact on the electrical grid, even at the coldest days.
- ◇ Redundancy, heating of the building is maintained even in the event of failure of power supply.
- ◇ Heat pump uses renewable fuel.

<input type="checkbox"/> Enskilt projekt	<input checked="" type="checkbox"/> Forskningsprogram, ange vilket: EFFSYS 2
Datum för projektstart 2006-12-01	Tidpunkt då projektet beräknas vara genomfört 2007-09-30
Totalt sökt belopp 355 000 SEK	

Motivering; Energi-/miljö-/näringslivsrelevans, max 250 ord. Ange koppling till resultat från tidigare genomfört program eller projekt.

Energianvändningen för uppvärmning av hus i Sverige är enligt flera bedömare i alltför hög grad beroende av elektricitet och icke förnybara energislag (Oljekommisionen, 2006). Ett hus som är uppvärmt med direktverkande eller vattenburen el kan förses med värmepump, varpå elförbrukningen för uppvärmning minskas med ca 2/3. På motsvarande sätt kan hus med oljeuppvärmning konverteras för att utnyttja något lämpligt förnybart energislag. Den kan också förses med värmepump men detta innebär att elförbrukningen i huset (och landet) ökar.

En biobränsle driven (pellet, etanol eller annat förnybart bränsle) värmemotor kopplad till en värmepump ger alla de energi- och miljömässiga fördelar som respektive teknik har men uppvisar få av de nackdelar som kan förknippas med respektive teknik.

Systemet kan även kombineras med solfångare för att användas till uppvärmning av tappvarmvatten sommartid, samt bidra till uppvärmning av huset under vår och höst. I de fall där kylbehovet är i paritet med uppvärmningsbehovet kan kombinationer med värmedrivna kylmaskiner av absorptionstyp vara synnerligen intressanta.

De olika möjliga tekniska lösningarna har stark miljörelevans och bidrar till en viktig del i omställningen av energisystemet genom att reducera el- och oljeberoendet för uppvärmning av bostadshus. Svensk industri är internationellt stark inom områden som berörs av projektet, och detta projekt kan leda till en ytterligare stärkt position.

Bakgrund; vad har gjorts tidigare?, vad är nytt i detta projekt?, forskargruppens verksamhet?, samarbeten? etc, max 1 A4-sida

Användning av värmepumpar ger ur systemsynvinkel stora miljövinster, eftersom större delen av den energi som används för uppvärmning hämtas från omgivningen. Eftersom värmepumpar för små- och medelstora byggnader drivs av el finns det dock en risk att elanvändningen ökar om fler och fler installerar värmepumpar (om de inte ersätter direktverkande el). Redan idag är det i vissa delar av Sverige problem med effekttäckningen, framför allt under de kallaste timmarna på året. Här bidrar dagens värmepumpinstallationer då de inte är dimensionerade för 100% av byggnadens effektbehov. Toppeffekten tillförs oftast huset med direktverkande el.

Genom att lokalt producera den elektricitet som behövs för att driva värmepumpen i en mindre värmemotor erhålls ingen av de två ovan nämnda nackdelarna. Vid produktionen av elektriciteten avges som bekant även en hel del värme som med fördel också används för uppvärmning av byggnaden. Värmemotorn kombinerat med värmepumpen ger flexibel drift och relativt sett större redundans.

Tidigare har det inte funnits små kommersiella alternativ för lokal distribuerad småskalig elproduktion med värmemotorer, speciellt värmemotorer med uthålliga förnybara bränslen. Idag finns det däremot alternativ som är tänkbara alternativ, t.ex. Compower i Lund med en pelletseldad mikrogasturbin för elproduktion och uppvärmning av småhus. Även ett tyskt företag säljer gaseldad stirlingmaskin för el- och värmeproduktion där aggregaten har en eleffekt mellan 2 kW till 7 kW.

Just kombinationen av en stirlingmotordriven kylmaskin/värmepump har studerats av tidigare av Granryd et. al. (1987). Vid detta tillfälle fanns dessa maskiner inte kommersiellt tillgängliga på samma sätt som de gör idag. Resultat från den refererade undersökningen pekar på att en av stirlingmotorn direkt driven (mekaniskt kopplad) värmepump kan ge en bränsleutnyttjandegrad på ca 190%. Om istället kopplingen mellan värmemotorn och värmepumpen var elektriskt pekade beräkningarna att en bränsleutnyttjande grad på mer än 150% kan förväntas, vilket även ett nyligen genomfört elevprojekt (2006) vid KTH indikerar.

Institutionen för energiteknik på KTH besitter kunskap att driva flera delar av projektet. Avdelningen för Tillämpad Termodynamik och Kylteknik har en gedigen bakgrund och stort kunnande inom värmepumpande tekniker, bland annat för uppvärmning av hus, samt även byggnaden och dess brukares interaktion med omgivningen. På Avdelningen för Kraft och Värme på institutionen för Energiteknik på KTH finns omfattande kunnande inom förbränning, förgasning, speciellt utnyttjande av bioenergi, gasturbiner och mikrogasturbiner för kraftproduktion. Inom flera av båda dessa avdelningars arbetsområden befinner vi oss i forskningens framkant internationellt sett.

Eftersom projektet spänner över flera arbetsområden inom Energimyndigheten är avsikten att eventuellt även ansöka för medel inom andra fokusområden. Detta är något som skall identifieras i denna förstudie.

Mål: Ange enkla, tydliga och mätbara mål i exempelvis kWh, max 250 ord.

Målen med projektet kan sammanfattas enligt följande. Projektet skall:

- Utvärdera möjligheterna att realisera ovan beskrivna system och till vilken kostnad
  - Identifiera nödvändiga och tillgängliga komponenter
  - Diskutera erforderligt utvecklingsbehov
- Utvärdera olika systemlösningar
  - Direktdrift kontra eldrift av VP
  - Olika värmemotortyper
  - Olika värmepumpstyper
  - Komfortkyla
  - Solfångare
- Utvärdera institutionella förutsättningar (möjlighet att sälja överskottsel).
- Påvisa signifikant bättre bränsleutnyttjande (50%), jämfört med annat system (Pellettpanna alt. Värmepump).
- Utvärdera modeller för driftsoptimering för att säkerställa energieffektiv drift under alla årets timmar
- Rekommendera en eller två lovande systemlösningar för eventuell vidare studie

Genomförande, max 250 ord.

Detta projekt är en förstudie för att utreda potentialen i bättre bränsleutnyttjande med olika systemlösningar, samt lämpliga driftsstrategier. Kortfattat kan målbeskrivningen användas även för genomförandefasen. Den typ av frågeställning som används i projektet innebär en vidare syn på ordet system än bara "värmepumpsystemet" eller "uppvärmningssystemet". För en god bild av hur dessa delsystem beter sig behövs ett vidare system, byggnaden. Dessutom interagerar byggnaden med sin omgivning. Steg ett i projektet är att definiera vilket/vilka typer av husobjekt som skall beaktas i projektet. När väl detta är bestämt kan uppvärmningssystemets detalj bestämmas. De valda komponenterna och systemlösningarna skall sedan interagera med varandra samt med huset. Denna interaktion skall beskrivas och implementeras i den/de modell/-er som skapas i projektet. Modelleringsverktyg skall väljas. När väl alla delar av systemet är beskrivna matematiskt, genomförs årliga simuleringar, för utvärdera uppvärmningssystemens prestanda. Olika driftstrategier undersöks och dess inverkan på prestanda fastställs. Utifrån simuleringarna kan rekommendationer gällande lämpliga systemlösningar och driftstrategier göras, baserat på de olika huskaraktärerna som undersökts. Arbetet kommer huvudsakligen att genomföras med senior personal (seniorforskare) tillsammans med projektets andra aktörer. Studenter kan även komma att medverka på olika sätt i projektet genom t.ex examensarbeten.

**Kostnader**

KALENDERÅR	Projektets totala kostnad	Projektets totala kostnader per år				% av heltid
		2006	2007	2008	2009	
Lönekostnader			906 600			
Laboratoriekostnad						
Datorkostnad			20 000			
Utrustning			5 000			
Material						
Resor			40 000			
Övriga kostnader			10 000			
Ev förvaltningskostnader			96 810			
<b>SUMMA</b>			<b>1 078 410</b>			

**Finansiering inkl. samfinansiärer**

FINANSIÄR	Andel i kronor och procent av projektets totala kostnader/år						
	2006	2007	2008	2009	2010	Total	(%)
Energimyndigheten		355 000				355 000	32
Thermia		50 000				50 000	5
NIBE		70 000				70 000	6
IVT		40 000				40 000	4
IFLA		30 000				30 000	3
Compower		33 000				33 000	3
Sköldin Teknik		112 000				112 000	10
ClimateWell		120 000				120 000	11
Cetra Group – Trälyftet AB		30 000				30 000	3
SRM		240 000				240 000	22
TalOil		30 000				30 000	3
<b>SUMMA</b>		<b>1 110 000</b>				<b>1 110 000</b>	<b>100</b>

Detta projekt är  i sin helhet  
 i vissa delar lika med ansökan till annan myndighet,  
 ange vilken:

Sökt stöd för dyr utrustning (Vetenskapsrådet, Wallenbergsstiftelsen e.d.) Gäller endast högskola.

Namn på doktorand	Namn på doktorand
Namn på doktorand	Namn på doktorand

Övriga samarbetspartners (ange organisation och namn)

Thermia

NIBE

IVT

IFLA

Compower

Sköldin Teknik

ClimateWell

Cetra Group – Trälyftet AB

SRM – Svenska Rotormaskiner

TalOil

Resultatredovisning (ange här om resultatet kommer att redovisas på något ytterligare sätt än det obligatoriska, se information).

Detta är ett projekt med bred förankring inom industrin. Det kan komma att redovisas i såväl vetenskapliga publikationer (tidskrifter, konferenser, avhandling) som i tekniska publikationer (bransch-tidskrifter, industriseminarier etc). Därutöver kommer resultaten också att redovisas i samband med Effsys regelbundna möten. Delar av resultaten kan också komma att ingå i kursmaterial på civilingenjörsutbildningen och i andra utbildningssammanhang.

#### Bilagor

Intyg med underskrifter från samfinansierare

Enligt instruktioner från Effsys styrelse så bifogas enbart utdrag ur e-brev där motfinansieringen godkänns. Undertecknade medgivanden översändes senare.

Thermia  
NIBE  
IVT  
IFLA  
Compower  
ClimateWell  
Cetra Group – Trälyftet AB  
SRM – Svenska Rotormaskiner  
TallOil

Övriga bilagor  
Inga

Datum 2006-11-06	Datum 2006-11-06
Behörig firmatecknares (prefekt motsv.) underskrift	Projektledarens underskrift
Namnförtydligande, titel och telefon Björn Palm, proprefekt, 7907453	Namnförtydligande och titel Joachim Claesson, Tekn. Dr.