



Biobränsle och solvärme för 100% förnybar
värmeförsörjning

JAN-OLOF DALENBÄCK
PATRIK OLLAS
TOMAS PERSSON

SVENSK SOLENERGI
Stockholm 2015

Biobränsle och solvärme för 100% förnybar värmeförsörjning

Energimyndighetens projekt nummer 30688-2 (forts. 30688-1)



CHALMERS



HÖGSKOLAN
DALARNA



Rapporten är sammanställd av:

Jan-Olof Dalenbäck, Chalmers tekniska högskola AB
Patrik Ollas, SP Sveriges tekniska forskningsinstitut
Tomas Persson, Högskolan Dalarna

Rapporten kan beställas hos:

Svensk Solenergi
Holländargatan 17
111 60 Stockholm

info@svensksolenergi.se

SAMMANFATTNING

Projektet omfattar provning av fem kommersiella system där man kombinerar en pelletspanna eller en pelletskamin med solfångare och en ackumulatortank för ett typiskt småhus. Provningsen omfattar ett 6-dagarstest som är utvecklat för att representera det kombinerade systemets funktion under ett medelår.

Projektet syftar till att ge underlag för marknadsföring av systemen och öka kunskapen om systemutformning samtidigt som de kan ligga till grund för framtida Energi-märkning av system.

Provningsarna omfattar panna och ackumulatortank medan solfångarkrets, radiatorkrets och varmvattenkrets simuleras med tre olika riggar. Testsekvensen omfattar i princip två sommardagar, två vinterdagar och två mellandagar med avseende på solinstrålning och utetemperatur. Värmebehov och varmvattenbehov utgår från beräknade värden för typiska svenska byggnader. System med pannor provas för 25 000 kWh (varmvatten och uppvärmning) årlig värmelast och system med kamin provas för 16 000 kWh årlig värmelast för att motsvara ett nyare eller mindre småhus.

Projektet bygger på ett tidigare projekt där 6-dagarstestet utvecklades och man genomförde ett antal utvecklingsprovningar. Det nu genomförda projektet ger i allt väsentligt samma resultat som utvecklingsprovningarna med den skillnaden att de nu provade systemen har en mer likvärdig dimensionering med avseende på solfångararea och ackumulatorvolym.

Systemprovningarna utgår från en referenspanna med inbyggd varmvattenberedning och inbyggd radiatorshunt. För de nämnda värmelasterna erfordras pellets motsvarande 37 000 resp. 25 000 kW/år. Systemprovningarna har omfattat tre system med pannor och två system med kaminer. Systemprovningarna visar nu som då att kombinationen med solvärme minskar mängden pellets med i storleksordningen 5 000 kWh/år tack vare solfångarnas tillskott och ytterligare 3 000 – 4 000 kWh/år för en bättre systemverkningsgrad i jämförelse med en referenspanna, det vill säga totalt 8 000 - 9 000 kWh/år.

INNEHÅLL

SAMMANFATTNING	.. 1
INNEHÅLL	.. 3
1 INLEDNING	.. 5
1.1 Projekt 30688-1	
1.2 Projekt 30688-2	
1.3 Ekodesign och Energimärkning	
1.4 Informationsbroschyr	
2 PROVADE BIO-SOLVÄRMESYSTEM	.. 13
2.1 Systembeskrivning	
2.2 Provningar inom 30688-1	
2.3 Provningar inom 30688-2	
2.4 Sammanfattning	
3 RESULTATREDOVISNING	.. 17
3.1 Systemspecifika provningsrapporter	
3.2 Publicering av resultat	
3.3 Internationellt samarbete	
REFERENSER	.. 21
BILAGA "SOLVÄRMESYSTEM – SMÅHUS"	

1 INLEDNING

1.1 Projekt 30688-1

Delprogrammet ”Biobränsle och Solvärme” omfattade ett sammanhållet projekt (30688-1) med ett gemensamt utvecklingsprojekt med >25 företag och två företags-specifika utvecklingsprojekt som administrerades av Svensk solenergi [1], samt ytterligare ett företags specifikt utvecklingsprojekt som administrerades i egen regi (31418-1).

Bioenergi och solvärme har en central uppgift i den svenska och europeiska energi- och klimatpolitiken. Två prioriterade områden i Sverige är att minska användningen av olja och el för uppvärmning i småhus och andra fastigheter.

Tillämpningar med pellets pannor och -kaminer finns redan men marknadsförda system behöver bli bättre och enklare att installera och sköta. För att systemoptimera och undvika låglasteldningens låga verkningsgrad och höga rökgasutsläpp är en kombination med solvärme att föredra. Leverantörer av kombinerade system finns redan men systemtekniken behöver utvecklas.

Delprogrammet skapades för att ge stöd till utveckling av system där man kombinerar biobränsle (pellets) och solvärme. Det konkreta huvudsakliga målet(n) med delprogrammet var bättre marknadsförda system och därmed ökad marknad. Målet(n) skulle uppnås genom stöd till utveckling av system:

- Marknadsanalys (30688-1 A)
- Handbok (30688-1 A)
- Fältprovningmetod (30688-1 A)
- Labbprovning av system (30688-1 A)
- Utvecklingsprojekt (30688-1 B och C; 31418-1)

Visionen var/är att väl integrerade system med hög verkningsgrad som är enkla att installera och sköta får ett betydande genomslag på den svenska värmemarknaden.

Följande projekt som avsåg utveckling av system där man kombinerar biobränsle (pellets) och solvärme ingick i delprogrammet ”Biobränsle och solvärme”.

Integrerade system för bio- och solvärme - SP, Chalmers och SERC (30688-1A)

Samarbete mellan forskare och företag inom branschen för ökad kunskap om hur man bäst integrerar sol- och biovärme till ett effektivt värmeförsörjningssystem ur såväl ett ekonomiskt som ett miljömässigt perspektiv.

Marknadsanalys [4] och Handbok [2] skulle tillsammans med Fältstudier och Labbprovningar [3] ge underlag för systemutveckling. Resultatet skulle användas av branschföretagen i utveckling och marknadsföring av nya och väl fungerande integrerade biobränsle och solvärmesystem på den svenska värmemarknaden.

Komplett integrerat pellet/solvärmesystem - Aquasol AB (30688-1B)

Utveckling av ett kostnadseffektivt värmesystem där pellets- och solvärme integreras med styrsystem och värmelager. Systemet ska infria kundens krav på funktion, ekonomi, miljöprestanda, design, trygghet samt säkerhet. I projektet ingår också kompetensutveckling för installatörer/återförsäljare, energirådgivare, konsulter och husfabrikanter.

Energisparboden - Örebro VVS AB / Aduro AB (30688-1C)

Utveckling av en fristående byggnad, Energiboden, med ett integrerat sol-/pelletsystem för fastigheter, lokaler, villor etc. som inte har utrymme för ett biobränslesystem inom befintlig byggnadsarea. Syftet var att förenkla anslutningen till befintligt vattenburet system, göra monteringsarbetet enklare och billigare samt ge ökad driftsäkerhet. I projektet ingick en kartläggning av marknaden samt undersökning vilka kriterier som avgör målgruppernas val av värmesystem.

Solkompatibel pellets-kamin – Effecta AB (31418-1)

Utveckling av ett pellets-/solsystem med låg servicegrad för villaägare med direktverkande el som ett alternativ till värmepump. Detta delprojekt finns beskrivet i en separat projektrapport från Effecta AB och behandlades inte här.

Medverkande företag

Aquasol, Ariterm och Effecta var de mest aktiva företagen genom sin medverkan i utvecklingsprojekt. Därutöver medverkade främst Värmebaronen, Svesol solvärmesystem AB, Fueltech AB och Stocksbro Energi AB aktivt i anslutning till labbprovingar. Sammantaget medverkade 28 företag med egen tid och egna utvecklingsprojekt motsvarande >3 Mkr inom ramen för ”Biobränsle och solvärme”. Tabell 1.

Projektet och projektresultat presenterades och diskuterades vid fyra projektmöten inom ramen för delprojektet ”Integrerade system för bio- och solvärme”. Ett startmöte våren 2008, ett möte av kurskaraktär med en detaljerad genomgång av handboken hösten 2008, och två seminarier i samverkan med EU-projektet ”Combisol”, dels i anslutning till Fastighetsmässan på Elmia hösten 2009, dels hösten 2010.

Flertalet av företagen medverkade vid alla seminarierna även om de hade olika intressen i projektet. Majoriteten var intresserade av system för befintliga småhus, medan ett par av företagen har visat ett större intresse för biobränslebaserade närvärmesystem (Andersson & Hultmark, Derome Bioenergi, EKSTA, Energianalys, EC Nordic AB och Värmeprodukter AB, m fl) och ett par visade ett större intresse för system i nya småhus (Karlsonhus, LB-Hus och BWG Homes).

Aquasol (och Ariterm) utvecklade och marknadsförde ett komplett integrerat pellet-/solsystem med panna och ackumulatortank(ar) och Effecta utvecklade ett system med en ny pellets-kamin, en ny ackumulatortank och ett nytt pelletförråd, båda inom ramen för delprogrammet.

Tabell 1. Medverkande företag i projekt 30688-1.

Företag	Kontakt	Medverkan
Acaso AB	Magnus Granehed	
Aduro AB	Tomas Almkvist	Delprojekt
Andersson&Hultmark AB	P-E Andersson-Jessen	
Aquasol AB	Susanne Andersson	Delprojekt/Labbprovsn.
Ariterm AB	David Wiman	Labbprovning/Delproj.
Armatec AB	Pia Andersson	
BWG Homes AB	Mathias Karlstad	
Derome Bioenergi AB	Arne Georgsson	
Effecta AB	Erik Andersson	Delprojekt
EKSTA Bostads AB	Lars Tirén / Verner	
Energianalys AB	Gunnar Lennermo	
Energi-Center Nordic AB	Sven-Ove Axelsson	
ESBE	Henrik Hallberg	
ExoHeat AB *)	Robert Sundqvist	
Fueltech Sweden AB	Marcus Eklund	Labbprovning
HeatAcc	Ingvar Johansson	
Karlsonhus	Kennet Karlsson	
LB Hus	Lars B. Bergman	
Nibe	Torkel Nyström	
PM Pellet	Patrik Miettinen	
Skanska Nya Hem AB	Jonas Gräslund	
Svesol solvärmesystem AB	Klaus Lorenz	Labbprovning
Stocksbro Energi AB	Leif Michaelsson	Labbprovning
Sunstrip AB *)	Jonas Sillén	
Sv. Solgruppen Ek förening	Nils Larsson	
Viessmann Värmeteknik AB	Per Johan Carlsson	
Värmebaronen	Per-Åke Lindstrand	Labbprovning
Värmeprodukter	Anders Löfgren	

*) ExoHeat och Sunstrip uppgick i S-Solar under projekttiden.

Fueltech AB utvecklade och marknadsförde ett helt nytt koncept ”EcoScience” med en ny ackumulatortank i aluminium, Värmebaronen utvecklade och marknadsförde ett nytt pellet/solsystem, medan Svesol solvärmesystem och Stocksbro Energi utvecklade och marknadsförde nya ackumulatortankar, alla inom ramen för delprojektet ”Integrerade system för bio- och solvärme”.

1.2 Projekt 30688-2

Projekt 30688-1 rapporterades våren 2011 samtidigt som en ny projektansökan skickades in till Biobränsleprogrammet. Ansökan tillstyrktes med ett mindre belopp än ansökt under hösten 2011, men ett formellt positivt beslut fattades av olika anledningar inte förrän 2013-08-27.

Ursprungligt sökt belopp 5 324 tkr reducerades till 2 246 tkr på rekommendation från programrådet och i samråd med sökanden. Projekttiden flyttades fram med start 2013-08-27 och med avslut 2015-06-30 i samråd med sökanden. Den främsta anledningen till förseningen var diskussioner kring Energimyndighetens regler för

samfinansiering i en period då flera solvärmeföretag backade på grund av att regeringen tog bort solvärmestödet.

Målet med projekt 30688-2 är ”att utveckla och dokumentera en provningsmetod som ansluter till gällande och kommande krav på provning och märkning, så att metoden kan användas av företag som vill prova och utveckla biobränsle- och solvärmebaserade system.”

Projektet är indelat i fyra delar:

1. Komplettering och dokumentation av provningsmetod.
2. Kompletterande utvecklingsprovningar i labb.
3. Labbprovning av medverkande företags system
4. Resultatsammanställning och spridning.

Den ursprungliga ansökan omfattade 11 företag. Vid projektstart hoppade ett antal företag av projektet och fick ersättas med nya företag. Se **Tabell 2**.

Tabell 2. Medverkande företag i projekt 30688-2.

Företag	Kontakt	Medverkan
Agrola AB*	Lars Åbom	Ansökan/Labbprovning
Aquasol AB*	David Wiman	Ansökan/Referensgr.
Baxi AB*	Gunnar Grann	Ansökan/Referensgr.
EcoScience AB (Fueltech)*	Yngve Svensson	Ansökan/Labbprovning
Effecta AB*	Erik Andersson	Ansökan/Labbprovning
Energi-Center Nordic AB	Sven-Ove Axelsson	/Labbprovning
Euronom AB	Åke Hjort	/Referensgr.
Lesol AB*	Bo Ferm	Ansökan
Sfinx Solar*	Stig Felldén	Ansökan
Sol & Energiteknik SE AB*	Peter Johansson	Ansökan
Svesol solvärmesystem AB	Stefan Enerud	/Referensgr.
Stocksbro Energi AB*	Leif Michaelsson	Ansökan/(Labbprovning)
Sv. Solgruppen Ek förening	Benny Gruvesäter	/Labbprovning
Termoventiler AB	Magnus Thomasson	/Referensgr.
Ulma AB	Ulf Eliasson	/Referensgr.
Viessmann Värmeteknik AB*	Per Johan Carlsson	Ansökan/Referensgr.
Värmebaronen*	Fredrik Karlsson	Ansökan

Företag med * i Tabell 2 medverkade i ansökan före projektstart. Företag i **fetstil** har medverkat i projektets genomförande i olika grad. Vid projektstart ersattes Lesol AB av Sv.solgruppen medan Sfinx, Sol & Energiteknik och Värmebaronen hoppade av och ersattes av EC Nordic, Svesol och Euronom. I anslutning till labbprovningarna har Termoventiler och Ulma tillkommit i samarbete med Sv.solgruppen.

Komplettering och dokumentation av provningsmetod.

Projektet bygger på utveckling och användning av det 6-dagarstest som utvecklades inom 30688-1 [3]. Vid de inledande projektmötena beslöts dels att ha ambitionen att testa både system med pannor och system med kaminer, dels att ändra system testet på så sätt att system med pannor skulle provas med en större värmelast och ett större

varmvattenbehov än i tidigare provningar. Detta för att den främsta marknaden för system med pannor finns i äldre och större småhus. Däremot skulle kaminer provas med samma värmelast som i tidigare provningar. Se Tabell 3. Detta innebär att nya och tidigare provningar inte är helt jämförbara när det gäller system med pannor, men fördelarna med den större värmelasten övervägde.

Tabell 3. Värmelaster i 6-dagarstest av bio-solvärmesystem.

[kWh/år]	30688-1	30688-2
Pannor	16 000	25 000
Radiatorlast	13 000	21 000
Varmvattenlast	3 000	4 000
Kaminer	16 000	16 000
Radiatorlast	13 000	13 000
Varmvattenlast	3 000	3 000

Därutöver beslöts ett par mindre ändringar när det gäller placeringen av ingående test av varmvattenkapaciteten, varefter testprovningar inleddes hos SP och HDa samtidigt som företagen skickade in beskrivningar av de system som de var intresserade att prova.

Kompletterande utvecklingsprovningar i labb.

HDa gjorde testprovningar på referensspannan (med två olika värmelaster) och SP gjorde en testprovning av ett av de nya systemen som skulle provas. I anslutning till testprovningarna diskuterades två sätt att öka radiatorlasten, dels genom att höja framledningstemperaturen med bibehållet flöde, dels att höja flödet med bibehållen framledningstemperatur. Efter diskussion i projektgruppen och testprovning med de två alternativen beslöts att välja samma framledning och ökat flöde.

I anslutning diskuterades också möjligheterna att kombinera 6-dagarstestet med erforderlig kompletterande provning (främst ackumulatortankar) för Energimärkning, men reglerna för ”package label” med fastbränslepannor var fortfarande inte klara.

Labbprovning av medverkande företags system

Inledningsvis fanns det intresse att prova 6-8 olika system, men efterhand föll en del system bort av olika anledningar och provningarna omfattade i slutändan 5 olika system, 3 med pannor och 2 med kaminer.

Tabell 4. Företag som provade system hos SP och HDa.

Företag	Kontakt	Testplats
(Referenspanna)		HDa
Agronola AB	Lars Åbom	SP
EcoScience AB (Fueltech)	Yngve Svensson	SP
Effecta AB	Erik Andersson	SP
Energi-Center Nordic AB	Sven-Ove Axelsson	HDa
Sv. Solgruppen Ek förening	Benny Gruvesäter	SP

Labbprovningarna genomfördes under hösten 2014 och våren 2015. Provningsresultaten sammanställdes och redovisades i separata provningsrapporter som företagen fick ta del av och kommentera.

Resultatsammanställning och spridning.

Vid ett avslutande projektmöte i oktober 2015 diskuterades provningsresultaten och vad som låg bakom skillnaderna i resultat med de olika företagen. Samtidigt beslöts att, förutom i obligatorisk slutrapport till Energimyndigheten, publicera resultaten i en populärvetenskaplig artikel i VVS Forum och Bioenergitidningen samt att presentera resultaten mer i detalj i form av ett konferensbidrag vid IEA SHC's konferens i början av december 2015 i Istanbul. www.shc2015.org

Då reglerna för Energimärkning inte blev helt klara under projekttiden beslöts vidare att samarbeta kring densamma efter avslutat projekt.

1.3 Ekodesign och Energimärkning

Ekodesigndirektivet sätter minimikrav på energiprestanda hos produkter och förbjuder de mest energi- och resurskrävande produkterna på EU-marknaden. Energimärkningsdirektivet syftar till att synliggöra produktens energianvändning och underlätta för konsumenter att välja produkter.

Akkumulatortankar

Från och med **26 september 2015** gäller kraven från ekodesignförordningen (814/2013) för ackumulatortankar med en volym ≤ 2000 liter. Krav ställs då på att produktinformation enligt a)-d) nedan finns tillgänglig för alla tankar som säljs på marknaden:

- a) Information som identifierar den modell (de modeller), inbegripet likvärdiga modeller, som informationen gäller
- b) Informations om ackumulatorvolym och resultat från mätningar av varmhållningsförlusterna, S
- c) Eventuella särskilda försiktighetsåtgärder som ska vidtas vid montering, installation eller underhåll av ackumulatortanken
- d) Uppgifter om demontering, materialåtervinning och/eller omhändertagande av uttjänta produkter

Energimärkningsförordningen för ackumulatortankar (812/2013) börjar också gälla från och med **26 september 2015** och ställer krav på att produkten är märkt med en energimärkningsetikett och att all marknadsföring och energirelaterad information om produkten innehåller hänvisningar till produktens energieffektivitet.

Kraven för ackumulatortankar kommer sedan att skärpas ytterligare från och med **26 september 2017** då ett krav på varmhållningsförlusterna införs. Varmhållningsförlusterna, S (uttryckt i watt), för en ackumulatortank med volym, V (uttryckt i liter), får då inte överstiga följande gränsvärde:

$$S \leq 16,66 + 8,33 \cdot V^{0,4}$$

För en 750 liters ackumulatortank innebär det att varmhållningsförlusterna inte får vara högre än 134 W. Det är endast ett fåtal av de tankar som säljs idag som klarar det kravet. Ett problem i sammanhanget är också att det finns olika metoder att prova varmhållningsförlusterna som inte ger identiska resultat.

Fastbränslepannor och kaminer

Kraven för fastbränslepannor (LOT 15) och kaminsystem (LOT 20) börjar gälla från och med **1 januari 2020** respektive **1 januari 2022**. Båda förordningarna ställer krav på säsongsmedelverkningsgraden och utsläppsnivåer för partiklar (PM), organiska gasformiga föroreningar (OGC), kolmonoxid (CO) och kväveoxider (NO_x) samt produktinformation. Mer information om de olika kravnivåerna finns att läsa i förordningarna 1185/2015 och 1189/2015.

Enerigmärkningskraven för fastbränslepannor (LOT 15) och kaminer (LOT 20) börjar gälla från och med den **1 april 2017** respektive **1 januari 2018** och ställer bland annat krav på att produkten förses med en tryckt etikett där energieffektivitetsklassningen finns tydligt visualiserad. Mer information om de olika kravnivåerna finns att läsa i förordningarna 1186/2015 och 1187/2015.

Möjligheterna med solvärme

Solfångare som enskild produkt innefattas inte av ekodesign- eller energimärkningsdirektiven. Däremot erbjuds möjligheten inom energimärkningsförordningen för fastbränslepannor (1187/2015) att kombinera ett pannsystem med en solvärmeanläggning¹ och därmed öka energieffektiviteten och klassningen för hela system-/paketlösningen. Tillskottet från solvärmeanläggningen ger då ett positivt tillskott till den sammanlagda systemverkningsgraden och öppnar då upp möjligheterna att nå de högre energieffektivitetsklasserna.

1.4 Informationsbroschyr

För att underlätta kommunikationen mellan leverantörer av system och återförsäljare av solvärmesystem för småhus inleddes (i anslutning till ansökan 30688-2) ett samarbete mellan Svensk Solenergi och VVS Företagen för att definiera och använda standardsystem för intern och extern kommunikation.

Resultatet av detta samarbete är en broschyr ”SOLVÄRMESYSTEM – SMÅHUS” som distribuerats till alla medlemsföretag i de två organisationerna under våren 2014.

De tre systempaket som beskrivs i broschyren är:

- Solvärmte varmvatten (SOL-VV) för hus med elradiatorer
- Solvärme och biobränsle (SOL-BIO) för hus med radiatorer och golvvärme
- Solvärme och värmepump (SOL-VP) för hus med radiatorer och golvvärme

¹ Solvärmeanläggningen består av solfångare och ackumulatortank med tillhörande utrustning.

De provningar som beskrivs i den här rapporten är då relaterade till systempaketet Solvärme och biobränsle (SOL-BIO) som traditionellt omfattat en kombination med ved, men som alltmer omfattar en kombination med pellet.

Förutom systembeskrivningar innehåller broschyren också inledande information om Energimärkning och en förteckning av medlemsföretag hos Svensk Solenergi som kan leverera hela eller delar av de solvärmesystem som beskrivs i broschyren.

Tabell 5. Medverkande företag i ”SOLVÄRMESYSTEM – SMÅHUS”.

Företag	Kontakt	Medverkan
Aquasol AB	David Wiman	www.aquasol.se
Baxi AB		www.baxi.se
Bosch Termoteknik		www.bosch-climate.se
EcoScience AB	Yngve Svensson	www.ecoscience.se
Effecta AB	Erik Andersson	www.effecta.se
Energi-Center Nordic AB	Sven-Ove Axelsson	www.energi-center.se
Euronom AB	Åke Hjort	www.euronom.se
Evi Heat		www.eviheat.se
Free Energy		www.free-nrj.com
Svenska solgruppen	Benny Gruvesäter	www.lesol.se
Sol & Energiteknik		www.solenergiteknik.se
Svesol solvärmesystem	Stefan Enerud	www.svesol.se
Thermotech		www.thermotech.se
Viessmann Värmeteknik	Per Johan Carlsson	www.viessmann.se
Värmebaronen		www.varmebaronen.se

Företag i **fetstil** har medverkat i projektets genomförande i olika grad. De som saknas är Agronola (återförsäljare för Svesol), Stocksbro (ackumulatortankar som används av flera solvärmeleverantörer), liksom ULMA (pellets pannor) och Termoventiler. Bosch, Evi Heat och Free Energy marknadsför SOL-VP och Sol & Energiteknik är uppköpta av Nibe.

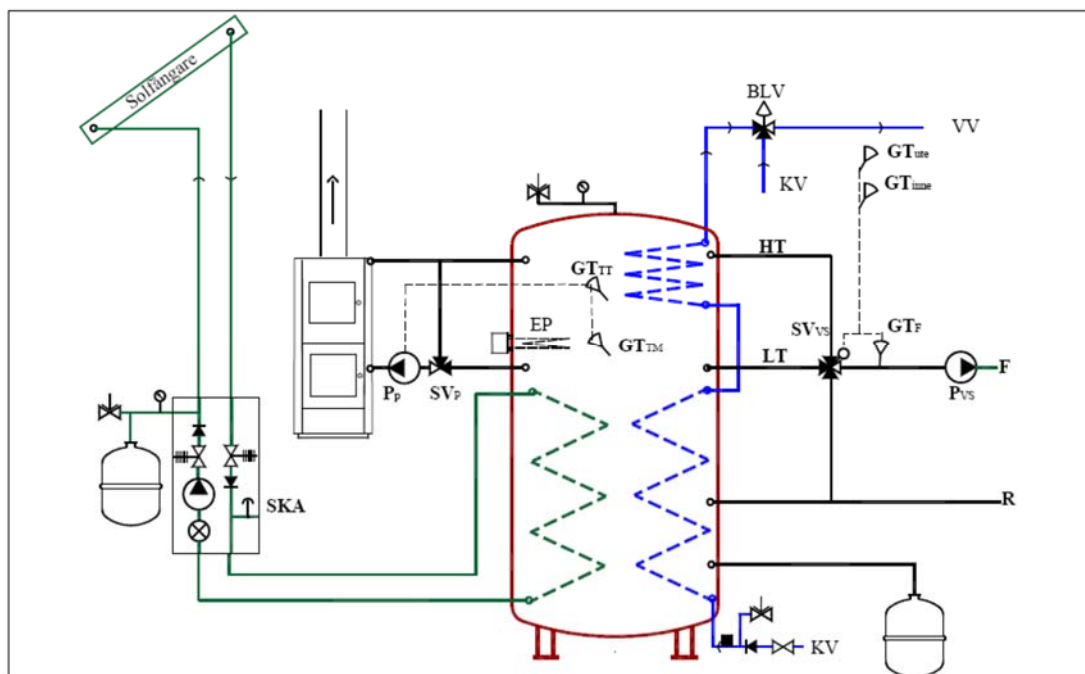
Då den framtagna broschyren är viktig för marknadsföring och beskrivning av de solvärmesystem som provats inom projektet ingår den som en **Bilaga** till projekt-rapporten.

2 PROVADE BIO-SOLVÄRMESYSTEM

2.1 Systembeskrivning

Projektet bygger på provning som visar systemfunktionen hos ett kombinerat bio-bränsle- och solvärmesystem med avseende på dimensionering, komponentval, styrning, installation, mm. Ett väl fungerande system har hög verkningsgrad (liten pellet-åtgång, minimala utsläpp, osv.), är enkelt att sköta och som dessutom är enkelt att installera till ett attraktivt pris.

Genomförd marknadsanalys visar på en förhållandevis stor potential och tidigare framtagen handbok beskriver hur man utformar och dimensionerar system där man kombinerar biobränsle (pellets) och solvärme. 30688-1 omfattade utveckling och utvärdering av ett 6-dagarstest för labbprovningar som underlag för utvecklingsprovning och framtida provningsmetoder.

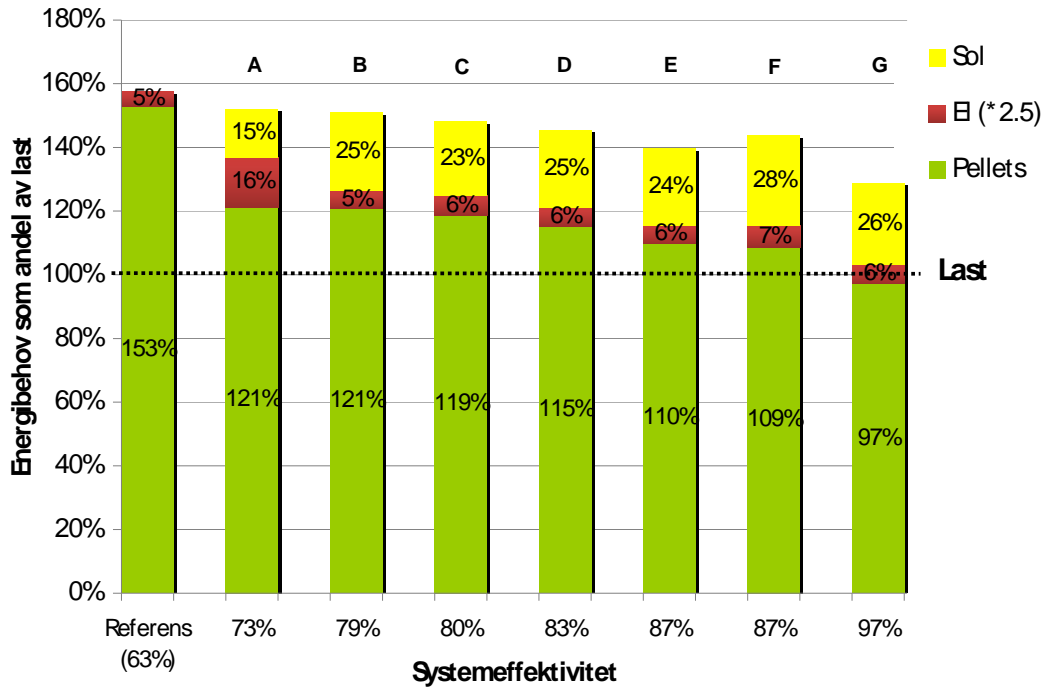


Figur 1. Kombinerat bio(pellets)- och solvärmesystem – Principskiss.

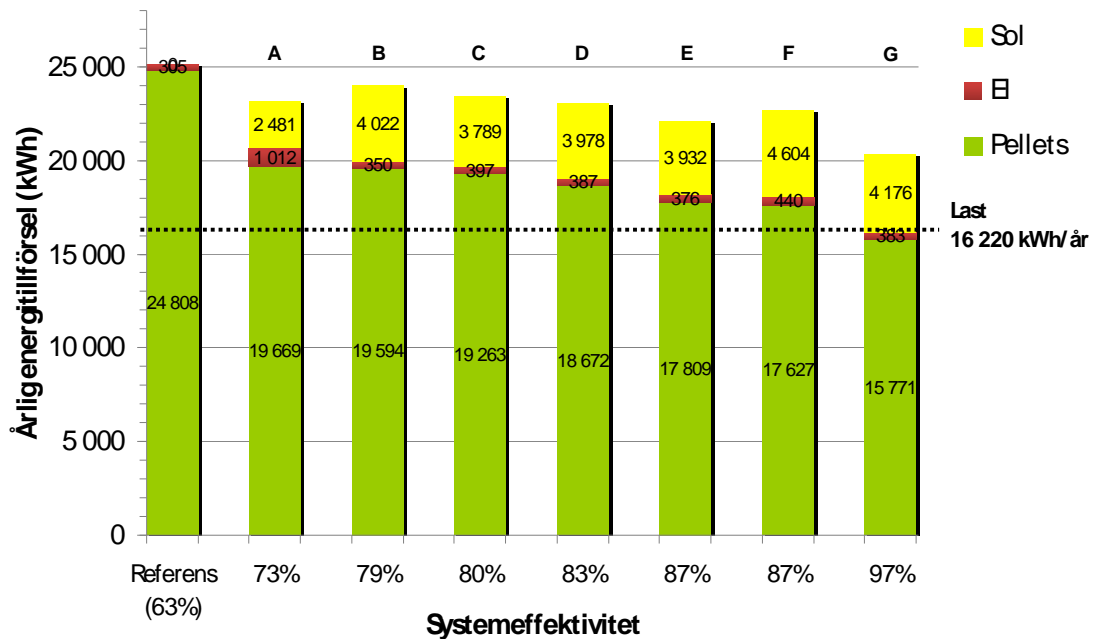
6-dagarstestet utgår från ett motsvarande test som utvecklats för tankprovning. Ett kombinerat bio(pellets)- och solvärmesystem, som visas i Figur 1, provas på så sätt att pelletspanna eller -kamin och ackumulatortank, med tillhörande styr- och regler-system, ansluts till riggar som simulerar solfångare, radiator- och varmvattenkrets. Provriggarna styrs av en dator med en speciell utvecklad klimatfil med sex dygn som ska vara representativ för ett års verklig drift. En detaljerad beskrivning av provningsmetoden och en sammanfattande beskrivning av provningsresultaten inom 30688-1 finns redovisad i en specifik SP-rapport [3].

2.2 Provingar inom 30688-1

Provingarna inom 30688-1 omfattade utvecklingsproving av en referenspanna och sju olika kombinerade bio(pellets)- och solvärmesystem. Figur 2 och 3 visar resultaten från utvecklingsprovingarna.



Figur 2. Energitillförsel angiven som andel av total värmelast.



Figur 3. Energitillförsel omräknat till årskilowattimmar.

Provningarna visar att referensspannan erfordrar pellet motsvarande cirka 25 000 kWh (årsverkningsgrad 63%) för att täcka en typisk årlig värmelast, här 16 000 kWh, i ett småhus. I jämförelse erfordrar alla kombinerade sol- och pelletsystem från knappt 20 000 till knappt 16 000 kWh, det vill säga från cirka 20 till 35% mindre pellet än referensspannan.

Labbprovningarna tjänade två syften, dels som underlag för utveckling av provningsmetoden, dels som underlag för systemutveckling. Förslag till utveckling av provningsmetoden liksom resultat från utvecklingsprovningarna har dokumenterats i en detaljerad rapport [3].

Systemen bygger i princip på de erfarenheter och rekommendationer som redovisas i handboken, men det finns ganska stort utrymme för systemutveckling. De provade systemen visar varierande utvecklingsgrad från system som finns att köpa till system som utvecklats inför provningen och omfattar långt ifrån alla system som marknadsförs. De provade systemen visar också varierande prestanda beroende på val av pannor och pannstyrning (från knappt 1 000 till drygt 6 000 start o. stopp per år), val av ackumulatortank (300 - 1 000 liter, isoleringsgrad) och val av solfångartyp (plana resp. vakuumsolrör) och area (7 – 18 m² byggarea).

Tabell 4. Huvuddata för provade system 30688-1. Solf.area = Aperturarea.

		A	B	C	D	E	F	G
Solf.area	[m ²]	6,4	11,5	8,0	9,1	9,1	9	9,5
Ack.volym	[m ³]	320	750	500	750	750	1 000	750
Panna/kamin	[kW]	-	-	-	-	-	-	-

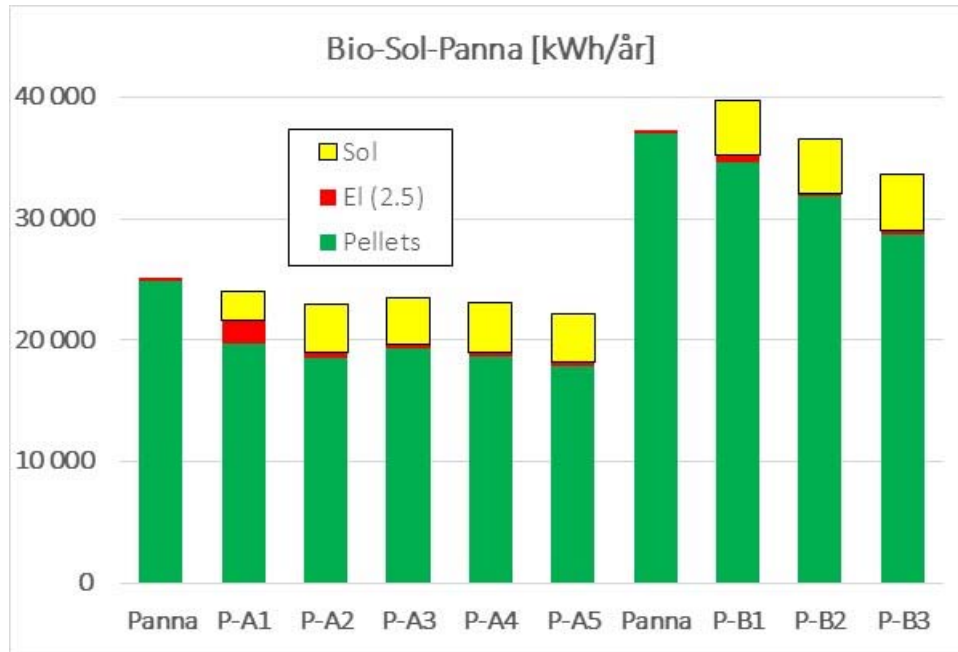
Alla provade system kräver väsentligt mindre pellet (20-35%) än en referenspanna för samma värmelast. Det bästa systemet är givetvis det som ger lägst livscykelkostnad (kundpris + installation + nuvärdet av framtida bränslekostnad). Någon sådan utvärdering har inte rymts inom projektet, men det är ganska klart att de provade systemen sprider i kundpris och installation samtidigt som flera av de provade systemen kan modifieras för bättre prestanda utan att systemkostnaden behöver öka.

2.3 Provningar inom 30688-2

Provningarna inom 30688-2 har omfattat en referenspanna och fem olika kombinerade bio(pellets)- och solvärmesystem. Figur 4 visar provningarna av system med pannor inom 30688-2 i en jämförelse med resultaten från motsvarande provningar inom 30688-1.

Som nämnts inledningsvis beslöts att nu prova system med pannor med en större värmelast (25 000 kWh) än vid tidigare utvecklingsprovning (16 000 kWh). Då de provade systemen är ungefär lika stora bör det innebära att solvärmestillskottet ökar något samtidigt som andelen solvärme minskar något, vilket också visade sig i provningarna. System med den mindre värmelasten (16 000 kWh) minskar mängden pellets med som mest 28% medan systemen med den större värmelasten (25 000 kWh) minskar mängden pellets med upp till 22%. Samtidigt representerar 22% av 25 000 kWh cirka 20% högre solvärmeutbyte än 28% av 16 000 kWh.

De nu provade systemen är mer jämförbara storleksmässigt än de som provades tidigare, speciellt när det gäller solfångararea och ackumulatorvolym (Tabell 4), men de ger en större spridning i verkningsgrad vilket främst beror på styrningen. System P-B1 har endast en panngivare i ackumulatortanken vilket kräver en mer avancerad injustering jämfört med om man som i de andra två systemen har två givare. Denna injustering var inte tillräckligt bra i det provade systemet.



Figur 4. Energitillförsel omräknat till årskilowattimmar för system med panna. System P-A1-A5 från 30688-1 och system P-B1-B3 från 30688-2.

Betydelsen av styrningen framgår med all tydlighet då P-B1 dessutom har större solfångararea än i de två andra systemen och samma ackumulatortank som ett av de andra systemen. Dessutom är det så att skillnaden i prestanda mellan P-A4 och P-A5 är en injustering av samma system.

Jämför vi de två bästa systemen från 30688-1 (P-A5) och 30688-2 (P-B3) har de i väsentligt samma funktion och prestanda. System (P-B3) använder drygt 8 000 kWh mindre pellets än referenspannan, medan solfångarna endast tillför knappt 5 000 kWh, resterande minskning beror på den högre verkningsgraden hos systemet i jämförelse med referenspannan.

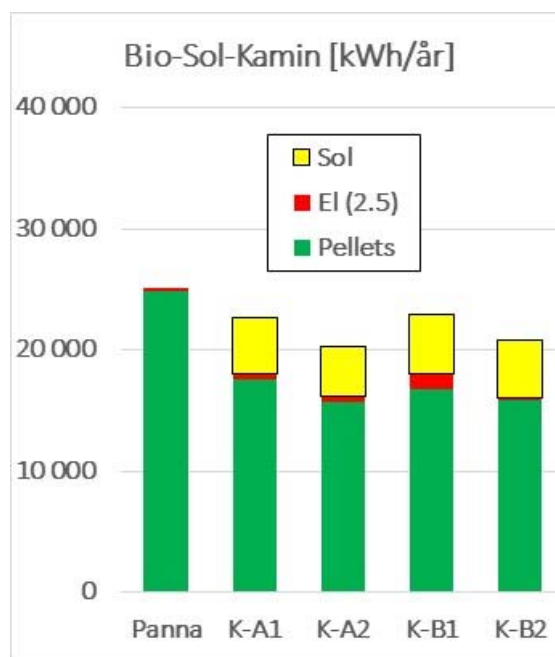
Tabell 4. Huvuddata för provade system 30688-2. Solf.area = Aperturarea.

		P-B1	P-B2	P-B3	K-B1	K-B2
Solf.area	[m ²]	9,5	8,0	8,0	7,0	10,0
Ack.volym	[m ³]	750	750	750	520	750
Panna/kamin	[kW]	12	20	20	2,3-7,8	11,5

Figur 5 visar provningarna av system med kaminer inom 30688-2 i en jämförelse med resultaten från motsvarande provningar inom 30688-1. När det gäller systemen

med kamin blir jämförelsen lite enklare då såväl de tidigare som de nu provade systemen har samma värmelast.

De nu provade systemen med kaminer skiljer mer storleksmässigt än de med pannor. System K-A1 har nära dubbelt så stor ackumulatortankvolym som system K-B1, men ger i stort sett samma funktion.



Figur 5. Energitillförsel omräknat till årskilowattimmar för system med kamin. System K-A1-A2 från 30688-1 och system K-B1-B2 från 30688-2.

De två bästa systemen, K-A2 och K-B2, har i princip samma storlek och funktion. System K-B2 använder cirka 9 000 kWh (36%) mindre pellets än referenspannan, medan solfångarna endast tillför knappt 5 000 kWh, resterande minskning beror på den högre verkningsgraden hos systemet i jämförelse med referenspannan.

Denna högre verkningsgrad för kaminsystemen beror dels på den mindre värmelasten, dels på att värmeavgivningen från kaminen till rummet räknas som nyttig värmelast, medan värmeavgivningen från pannan till rummet räknas som värmeförluster.

2.4 Sammanfattning

Det var i princip fyra systemleverantörer som medverkade i utvecklingsprovningarna inom 30688-1. Då endast en av deltagarna återkom till provningarna inom 30688-2 kan man tänka att de övriga fick ny kunskap eller sin kunskap bekräftad i anslutning till utvecklingsprovningarna för att kunna utveckla sina system vidare.

Det var sedan ytterligare fyra systemleverantörerna som deltog i labbprovningarna inom 30688-2, vilket innebär att vi nu har åtta systemleverantörer som bör kunna ta systemen vidare och göra ytterligare förbättringar, då labbprovningarna även denna

gång visar att det fortfarande finns en utvecklingspotential när det gäller kombinerade bio(pellets)- och solvärmesystem.

Sammanfattningsvis är det inga väsentliga skillnader mellan resultaten i de nya labbprovningarna (30688-2) och den första provningsomgången (30688-1) annat än att de nya labbprovningarna omfattar system med en mer likformig dimensionering med avseende på solfångararea och ackumulatorvolym.

Systemprovningarna visar nu som då att kombinationen med solvärme minskar mängden pellets med i storleksordningen 5 000 kWh/år tack vare solfångarnas tillskott och ytterligare 3 000 – 4 000 kWh/år för en bättre systemverkningsgrad i jämförelse med en referenspanna.

Projektet har inte omfattat en ekonomisk utvärdering av systemen. Men med allmän kännedom om systemkostnader är det tveksamt om den minskade kostnaden för pellets ensamt kan kompensera den högre systemkostnaden med dagens blygsamma försäljningsvolym av solfångare och ackumulatortankar.

De pann-/kaminverkningsgrader som uppmättes under första provningsomgången (30688-1) varierade mellan 73 och 87% för pannorna och 83 % respektive 86 % för de båda kaminerna. I den nya provningsomgången (30688-2) var motsvarande variation 79 % till 84 % för pannorna, där den lägsta kan hänföra till ett system med bristfällig styrning, och de något högre 86 % respektive 90 % för de båda kaminerna.

Referenspannans verkningsgrad ökade något i den nya labbprovningen då värme-lasten ökades från 16 000 till 25 000 kWh/år för pannorna. Det finns inget tydligt samband mellan någon speciell parameter som vattenvolym och antal start och stopp och pannornas verkningsgrad, men ett svagt samband kan urskiljas mellan pannvolym och verkningsgrad, dvs att ökad pannvolym ger minskad verkningsgrad. Dock visar simuleringsstudier att parametrar som pannvolym, förekomst av tjuvdrag genom pannan, och utformning av styrfunktionen har en stor inverkan på systemprestanda.

Akkumulatortankarnas prestanda sett till relationen mellan total last och behovet av köpt energi över de sex dygnen kan benämnas termisk systemeffektivitet. För att solvärmens skall kompensera för alla tankförluster skall systemeffektiviteten överstiga 100 %. Den varierar mellan 103 % och 120 % under första provningsomgången (30688-1) och mellan 94 % och 123% i den nya provningsomgången (30688-2). Då den lägsta verkningsgraden gäller ett system med bristfällig styrning finns det ingen väsentlig skillnad med avseende på ackumulatortankarnas prestanda.

3 RESULTATREDOVISNING

3.1 Systemspecifika provningsrapporter

Labbprovningarna har dokumenterats i provningsrapporter som delgetts de fem systemleverantörer som provat system. Rapporterna innehåller energibalans under testet liksom systemets kapacitet med avseende på varmvatten för alla provade system. Rapporterna innehåller dessutom systemspecifika tidsserier med hög upplösning för flöden och temperaturer i de olika delkretsarna. De ger därmed detaljerad information om systemfunktionen som underlag för ytterligare systemförbättringar.

3.2 Publicering av resultat

De samlade resultaten av provningarna (som de presenteras i den här rapporten) kommer att publiceras i artiklar i VVS Forum och Bioenergitidningen. De systemleverantörer som provat system kan använda sina provningsresultat, till exempel för att visa hur mycket bättre de kombinerade system är i förhållande till referensspannan, i sin marknadsföring av systemen. Men de får inte jämföra sitt system med andra system.

Resultaten kommer också att publiceras i ett konferensbidrag vid IEA's solvärme-konferens "International conference on Solar Heating and Cooling for Buildings and Industry" (SHC 2015 – www.shc2015.org) i Istanbul i början av december 2015. Detta som ett bidrag till det internationella samarbetet inom området och som underlag för utvärdering av kommande Energimärkning.

3.3 Internationellt samarbete

Provningsmetoder för villavärmesystem har utvecklats parallellt vid ett par olika institut i Europa med syftet att utvärdera systemprestanda och att identifiera fel i systemfunktionen. Vid SPF i Rapperswil (CH) och CEA INES (FR) har det som exempel utvecklats 12-dagarssekvenser för provning av kombisolvärmesystem med pellets och värmepump.

Inom EU-projektet MacSheep som behandlar kombinationen solvärme och värmepump har ett första steg tagits för att harmonisera de tre olika metoderna till ett gemensamt harmoniserat förslag till provningssekvens. En ny sexdagarssekvens baserad på samma klimat som används i den svenska metoden har utvecklats liksom en ny 12-dagarssekvens [5].

Det finns en samstämmig önskan att kunna utveckla en sex-dagarssekvens med tillräcklig noggrannhet vid alla institut, då det innebär lägre provningskostnader. Dock medför kortare provningstid att det blir svårare att bestämma prestanda för olika stora system på ett rättvist sätt.

Valbart för provningen är en husmodell som ger en värmelast på cirka 8000 kWh per år eller en värmelast på cirka 17 000 kWh/år. Varmvattenlasten är cirka 3000 kWh/år, och har ett betydligt högre antal mindre tappningar jämfört med den svenska provningssekvensen.

Harmoniseringen innebär att resultaten skall vara jämförbara mellan olika system, vilket innebär att den svenska modellen implementeras, där samtliga system skall provas med samma värmelast. I den harmoniserade metoden styrs värmeförseln av det provade systemet och korrigeras dygnsvis av riggen som stryker radiatorflödet när den förutbestämda lasten uppnåts. Och för att kunna mäta och jämföra pumpenergibehov har en metodik utarbetats där tryckfallet skall justeras i kretsarna. På den europeiska marknaden är det dessutom vanligt med system som inte kan leverera värme till uppvärmningssystemet under perioder med varmvattenproduktion.

För att det provade systemet skall få uppgift om aktuell rumstemperatur och utetemperatur simuleras också en byggnadsmodell parallellt med mätningen och uppmätt energi från radiatorkretsen används som input i simuleringen. Detta innebär en ökad komplexitet i provningen, men motiveras med att det ger en större flexibilitet i vilka system som kan provas. Trots denna utveckling är provningsmetoden fortfarande svårtillämplig för system med smarta självlärande styralgoritmer och väderprognosstyrda system.

REFERENSER

- [1] **Biobränsle och solvärme – Småskalig värmeförsörjning.**
Projekt rapport 30688-1 daterad juni 2011.
Jan-Olof Dalenbäck (CHALMERS).
- [2] **Kombinerade bio- och solvärmesystem: Handbok för systemutformning.**
Projekt rapport daterad maj 2010.
Tomas Persson (SERC, HDa).
<http://du.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A523103&dswid=4572>
- [3] **Provningsmetod för integrerade sol-biosystem: Årsverkningsgrad med korttidsmätning.**
SP-rapport daterad juni 2011 (SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut).
Ulrik Pettersson, Mathias Johansson, Henrik Persson och Marie Rönnbäck (SP), Tomas Persson (SERC, HDa) och Jan-Olof Dalenbäck (CHALMERS)
<http://du.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A523264&dswid=-674>
- [4] **Marknadspotential för bio- och solvärmesystem**
Niklasson, Fredrik Persson, Tomas. 2008. SP Energiteknik och Högskolan Dalarna
<http://du.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A523095&dswid=-1839>
- [5] **Testing of combined heating systems for small houses: Improved procedures for whole system test methods.**
Deliverable 2.3. Institute for Solar Technology SPF, HSR University of Applied Sciences, Rapperswil, Switzerland Robert Haberl, Michel Y. Haller, Philippe Papillon, David Chèze, Tomas Persson, Chris Bales.
<http://macsheep.spf.ch/Reports-Deliverables.245.0.html>

