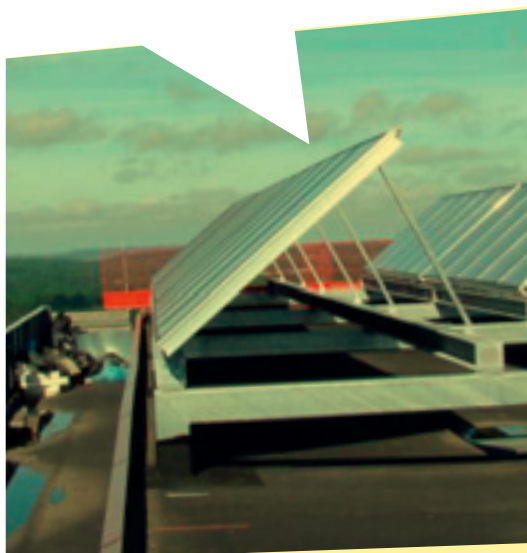




rade på ett höghus i Gårdsten, G
att läge och strax efter att anlägg
rna. Incidenten föranledde en e
å plats i solfångarna.

ran)

ns Kooperativa Bostadsförening
me på ett nytt hus, vilket realis
e solfångare i taket och projekt
erade att medverka i ett demon



SOLVÄRME I FJÄRRVÄRMESYSTEM

UTVÄRDERING AV PRIMÄRKOPPLADE SYSTEM

JAN-OLOF DALENBÄCK GUNNAR LENNERMO
PER-ERIK ANDERSSON-JESSEN PETER KOVACS

FÖRORD

Här utvärderas ett tjugotal solvärmeanläggningar som uppfördes i anslutning till olika fjärrvärmenät under åren 2000 till 2010. Utvärderingen visar på de möjligheter som finns att förbättra systemutformning, installation, driftuppföljning och värmeutbyte. Rapporten är på så sätt en värdefull erfarenhetsbank för projekteringen av framtida anläggningar. Utvärderingen har sålunda avkastat resultat som är i linje med forskningsprogrammets vision om ”ett framtida samhälle där el, värme och kyla kan produceras och distribueras utan utsläpp av växthusgaser eller annan negativ miljöpåverkan” och fjärrvärmebranschens strävan mot att en uppvärmning utan primärenergianvändning.

Studien har genomförts av Jan-Olof Dalenbäck, professor i installationsteknik vid Chalmers tekniska högskola. En referensgrupp har följt arbetet och lämnat synpunkter. Gruppen har bestått av Niklas Lindmark, Gävle Energi, Hans Lund, Fortum Värme, Per Rosén, E.ON Värme Sverige.

Projektet ingår i forskningsprogrammet Fjärrsyn som finansieras av Energimyndigheten och fjärrvärmebranschen. Fjärrsyn ska stärka möjligheterna för fjärrvärme och fjärrkyla genom ökad kunskap om fjärrvärmens roll i klimatarbetet och för det hållbara samhället till exempel genom att bana väg för affärsmässiga lösningar och framtidens teknik.

Jeanette Dackland
Ordförande i Svensk Fjärrvärmes marknadsråd

Rapporten redovisar projektets resultat och slutsatser. Publicering innebär inte att Fjärrsyns styrelse eller Svensk Fjärrvärme har tagit ställning till innehållet.

SAMMANFATTNING

Sverige är ett föregångsland när det gäller att använda solvärme i när- och fjärrvärmesystem. Under perioden 1982 till 1992 byggde vi en serie av anläggningar som alla var större än man byggt i något annat land.

Stora bioenergitillgångar och ett stort behov att hitta ersättning för olja i fjärrvärmesystemen ledde parallellt till en mycket positiv utveckling för biobränsle i fjärrvärmesystem, främst flis, och tillsammans med ändrade villkor för demonstrationsanläggningar, kom intresset för stora solvärmeanläggningar av sig i Sverige.

Med Bo01 i Malmö 2001 introducerades lokala solvärmesystem i fjärrvärme och med stöd från EU-direktiv med byggnadsfokus har det nu byggts ett antal mindre solvärmeanläggningar i anslutning till olika byggnader med fjärrvärme.

De anläggningar som uppfördes på 80- och 90-talet ingick ofta i ett samordnat program med investeringsbidrag och tredjepartsutvärdering och det finns en mängd utvärderingsrapporter. De anläggningar som uppförts under 2000-talet har inte haft samma förutsättningar. Dessutom är det förhållandevis många som anslutits i fjärrvärmesystem. De har ofta initierats genom politiska beslut till del som ett resultat av nya krav på byggnaders energiprestanda och det finns inga andra utvärderingar än anläggningsägarnas egna.

I den här rapporten görs en övergripande dokumentation och utvärdering av 22 solvärmesystem som anslutits direkt till fjärrvärmesystemen och tagits i drift under perioden 2000 till 2010. Utvärdering fokuserar på systemutformning, installation, driftuppföljning och värmeutbyte som kan ligga till grund för rekommendationer till nya anläggningar.

Utvärderingen visar att många av anläggningarna har brister såväl med avseende på systemutformning som på driftuppföljning och värmeutbyte. Det finns anläggningar som ger mer än 300 kWh/år.m² solfångare, vilket får anses acceptabelt, men som medelvärde ger de 8 senast uppförda anläggningarna endast 240 kWh/år.m² solfångare (2011-2012), varför det finns stort utrymme för förbättringar.

Som en övergripande rekommendation föreslås att det bör genomföras ett uppföljningsprojekt under 2013 där de utvärderade anläggningarna följas upp under minst ett år så att alla fås att fungera på ett relevant sätt utgående från dess förutsättningar. Sedan bör erfarenheterna från de utvärderade anläggningarna sammanställas i en enkel projekteringsmall som kan användas i framtida anläggningar.

SUMMARY

Sweden is a pioneer when it comes to large solar heating systems in district heating. A series of demonstration plants, all larger than in other countries, were built from 1982 to 1992.

Large bioenergy resources and a need to replace oil in district heating led in parallel to a very positive development for wood fuels, especially wood chips, in district heating systems. Together with changed conditions for demonstrations plants made the interest in Sweden for large solar heating plants to fade.

However, the Bo01 project in Malmö 2001 introduced local solar heating systems in district heating. Supported by EU-directives, with an expressed building focus, a rather large number of small solar heating systems have now been installed in buildings with district heating.

The plants from the 80's and the 90's were more or less all part of and evaluated within a national development program and there are a number of evaluation reports. The plants built during the last decade do not have the same conditions. They are often initiated by political decisions as part due to new requirements on building energy performance and there are now coordinated evaluations.

This report comprises overview documentation and evaluation of 22 plants connected to district heating systems and put in operation between 2000 and 2010. The evaluation focus is on system design, operation and maintenance (O&M), as well as thermal yield, in order to enable guidelines for new plants.

The evaluation shows that a number of the plants have problems related to system design, O&M and thermal yield. There are plants that yield more than 300 kWh/a.m² solar collector area, which may be considered as acceptable, but the average yield for the latest 8 plants is only 240 kWh/a.m² solar collector area (2011-2012), so there are large opportunities for improvements.

An over-arching recommendation is to perform a follow-up project during 2013, where the evaluated plants are followed during one year to perform in an appropriate way in relation to their circumstances. The experiences from this evaluation and the follow-up project should then be documented in a simple design manual to be used in future plants.

INNEHÅLL

1.1	BAKGRUND	9
1.2	SOLVÄRME I FJÄRRVÄRMESYSTEM	9
1.2.1	Fjärrvärmesystem	9
1.2.2	Närvärmesystem	10
1.3	FJÄRRVÄRMEKUNDER	10
1.3.1	Sekundärsystem (Förvärmning av varmvatten)	10
1.3.2	Primärsystem (Anslutning till fjärrvärmenätet)	12
1.3.3	Fjärrvärmeleverans	13
1.4	BYGGNADERS ENERGIPRESTANDA	13
1.5	SYFTE	14
2.1	E.ON (MALMÖ)	17
2.1.1	Bo01	17
2.1.2	Kockum Fritid	18
2.2	MALMÖ STADSFASTIGHETER	18
2.2.1	Augustenborg	19
2.2.2	Heleneholm	19
2.2.3	Stensjön	20
2.2.4	Sege Park	20
2.3	ALLBOHUS (VISLANDA)	21
2.4	KBAB (NYA JÄRPEN)	21
2.5	BRF ÖRNEN (TIMRÅ)	22
2.6	ESKILSTUNA KOMMUNFASTIGHETER (MÅSTA)	22
2.7	GÅRDSTENS BOSTÄDER (GÅRDSTEN)	22
2.8	SKB (GLOTTTRAN)	23
2.9	KARLSTAD KOMMUN (MOLKOM)	24
2.10	HELSINGBORG SHEM (BJÖRKA/ÖDÅKRA)	24
3.1	BO01	26
3.2	AUGUSTENBORG	27
3.3	ARMATECS CENTRAL	28
3.4	NYA ANLÄGGNINGAR	29
4.1	ÅRLIGT VÄRMEUTBYTE- ALLA ANLÄGGNINGAR	30
4.2	MÅNADSVIS VÄRMEUTBYTE - BO01 OCH KOCKUM FRITID	31
4.3	MÅNADSVIS VÄRMEUTBYTE - MALMÖ STAD	32
4.4	MÅNADSVIS VÄRMEUTBYTE - ÖVRIGA ANLÄGGNINGAR	33

4.5	SOLINSTRÅLNING	34
5.1	UPPHANDLING OCH INSTALLATION	35
5.2	ÖVERVAKNING	35
5.3	SYSTEMUTFORMNING	35
5.4	VÄRMEUTBYTE	35
6.1	FÖRUTSÄTTNINGAR	37
6.2	UPPHANDLING OCH INSTALLATION	37
6.3	SYSTEMUTFORMNING	38
6.4	DRIFTÖVERVAKNING	38

1 INLEDNING

1.1 Bakgrund

Vi insåg tidigt att man måste bygga ganska många och stora solvärmeanläggningar för att solvärme ska märkas i den svenska energitillförseln. Med en stor andel fjärrvärme där man använde förhållandevis mycket olja var vi i Sverige tidigt ute med att demonstrera möjligheterna med solvärme i fjärrvärmesystem. Under perioden 1982 till 1992 byggde vi en serie av anläggningar som alla var större än man byggt i något annat land.

Stora bioenergitillgångar och ett stort behov att hitta ersättning för olja i fjärrvärmesystemen ledde parallellt till en mycket positiv utveckling för biobränsle i fjärrvärmesystem, främst flis, och tillsammans med ändrade villkor för demonstrationsanläggningar, kom intresset för stora solvärmeanläggningar av sig i Sverige.

I kontrast till ovanstående utveckling har man uppfört cirka 20 nya anläggningar (med tillsammans >200 000 m²) i Danmark under de senaste 5 åren. En avgörande anledning till det ökade intresset för stora solvärmesystem i danska (när- och) fjärrvärmesystem är att man använder mycket högt beskattad naturgas och att vindkraftsutbyggnaden lett till minskade möjligheter att använda kraftvärme (Dalenbäck, 2010).

1.2 Solvärme i när- och fjärrvärmesystem

Majoriteten av de tidiga anläggningarna uppfördes av olika energibolag som en del av värmeförsörjningen i egna fjärr- och närvärmesystem.

1.2.1 Fjärrvärmesystem

Den första anläggningen uppfördes av Östersund Energi i Torvalla (2 000 m², 1982). Därefter uppfördes dels en anläggning av Uppsala Energi i Lyckebo (4 300 m², 1983, i kombination med ett stort värmelager i form av ett vattenfyllt bergrum), dels en av Telge Energi i Nykvarn (4 000 m², 1984).

Sedan byggde Falkenberg Energi en anläggning (5 500 m², 1989) och så byggde Telge Energi ut anläggningen i Nykvarn (+ 3 500 m², 1992). Parallellt byggde man också mindre anläggningar i Säter (Säter Energi) och Örebro (Sydkraft).

Anläggningarna i Nykvarn och Falkenberg uppfördes i kombination med traditionella ackumulator-tankar (vattenfyllda isolerade svetsade ståltankar).

Alla ovan nämnda anläggningar uppfördes inom ramen för Byggeforskningsrådets experimentbyggnadsprogram som initierades i slutet av 70-talet och fasades ut under 90-talet (Dalenbäck, 1990 och 1993). Alla ovan nämnda anläggningar har dessutom demonterats efter 10-25 års drift och utvärdering.

En sedan mitten av 80-talet planerad fjärrvärmeutbyggnad i Kungälv ledde i slutet av 90-talet till en realisering. Det nya fjärrvärmesystemet med en fliseldad värmecentral i Munkegärde kompletterades sedan med en större markbaserad solvärmeanläggning (10 000 m², 1999-2000) med stöd från EU.

Därefter har en grupp fastighetsägare utrett möjligheterna att ansluta en större gemensam anläggning till fjärrvärmesystemet i Värnamo, men där nådde man inte ända fram till realisering.

1.2.2 Närvärmesystem

Redan i slutet av 70-talet projekterades och uppfördes närvärmesystem med solvärme för ett radhusområde i Lambohov, Linköping och ett villaområde i Ingelstad, Växjö.

Anläggningen i Lambohov hade 2 900 m² takintegrerade solfångare för 55 bostadsrätter kombinerat med ett stort värmelager (vattenfylld och isolerad berggrop) och värmepumpar. Anläggningen i Ingelstad hade 1 320 m² koncentrerade solfångare för 52 villor kombinerat med ett stort värmelager (vattenfylld och isolerad betongtank) och en oljepanna (Dalenbäck, 1990 och 1993). Båda anläggningar har demonterats efter 10-20 års drift och utvärdering.

I mindre system med biobränslepannor är det en fördel att kunna elda mot en ackumulatortank för att minska låglasteldning (låg pannverkningsgrad) under sommarmånaderna. Då är det också intressant att använda solvärme. Här framstår EKSTA Bostads AB som en föregångare. De har uppfört närvärmesystem där man kombinerar förädlad biobränsle (briketter och pellet) och solvärme (takintegrerade solfångare) sedan mitten av 80-talet och har precis uppfört en ny anläggning i Vallda Heberg.

Andra aktuella exempel på liknande anläggningar är t.ex. det nya närvärmesystemet för Ellös på Orust (flispanna, ackumulatortank och markplacerade solfångare) och värmeförsörjningen av Sturups flygplats (pelletpanna och markplacerade solfångare).

1.3 Lokala solvärmesystem hos fjärrvärmekunder

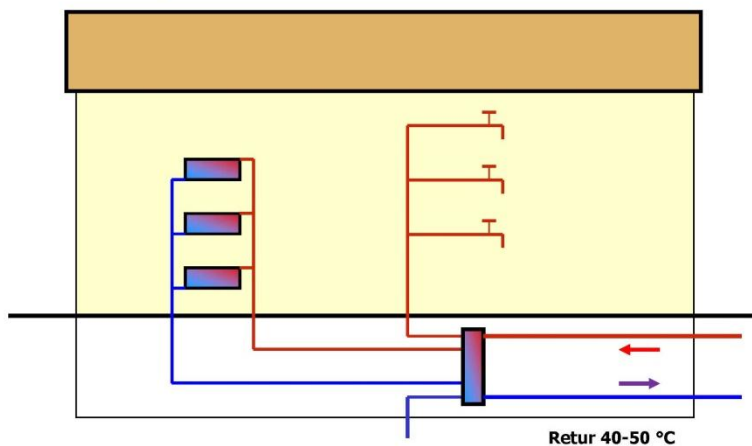
Under åren har det också uppförts ett antal solvärmeanläggningar av bostadsbolag med fjärrvärmeanslutna byggnader. Initialt anslöts anläggningarna på sekundärsidan för att förvärma varmvatten i fastigheterna. Sedan början av 2000-talet har man också anslutit ett antal anläggningar till fjärrvärmesystemets primärledning i samarbete med fjärrvärmeleverantören.

Förenklade principskisser för flerbostadshus med fjärrvärme med och utan solvärme visas i **Figur 1-3**. De olika systemalternativen kan i princip appliceras på alla typer av byggnader med fjärrvärme. Mer detaljerade principskisser finns i kapitel 11 i Svensk Fjärrvärmes rapport 2009:3 "Fjärrvärmecentralen – Kopplingsprinciper.

1.3.1 Anslutning i sekundärsystem

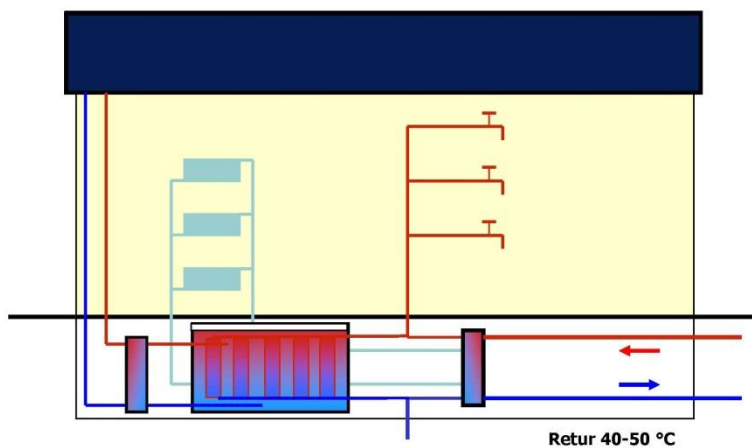
Redan 1985 uppförde Bostadsbolaget i Göteborg cirka 1 700 m² takintegrerade solfångare på två stora miljonprogramsbyggnader i Hammarkullen. Ett av höghusen i Hammarkullen monterades ner på 90-talet (när det fanns för många lägenheter i Göteborg) men det andra finns fortfarande kvar, liksom solvärmeanläggningen.

Fjärrvärme - Flerbostadshus



Figur 1. Flerbostadshus med fjärrvärme – Principskiss.

Solvärme - Sekundärsystem



Figur 2. Flerbostadshus med ett solvärmesystem för förvärmning av varmvatten i sekundärsystemet – Principskiss.

Ett annat exempel från Göteborg är Gårdstensbostäder som i samband med takrenovering installerat takelement med tillsammans cirka 1 400 m² integrerade solfångare på sex höghus under perioden 1999-2004. **Se Bild 1.**

Varje höghus har 230 m² solfångararea som förvärmer varmvatten i 80-talet lägenheter (cirka 3 m² solfångararea per m² lägenhetsarea).



Bild 1. Renoverat flerbostadshus i Gårdsten med takelement med inbyggda solfångare (Derome) och inglasade balkonger.

Den här typen av anläggning dimensioneras utgående från varmvattenbehovet i den undercentral där man ansluter anläggningen med en eller flera ackumulatortankar, värmeväxlare och övrig utrustning. Se **Figur 1 och 2**. Då man dimensionerar för att täcka 30-40% av det årliga värmebehovet för varmvatten kan det årliga värmeutbytet vara i storleksordningen 400 kWh/m².

1.3.2 Anslutning i primärsystem (fjärrvärmenätet)

Då man beslöt att använda solvärme i anslutning till Bo01-projektet i Malmö utvecklade Sydkraft (numera E.ON) ett system där 10-talet solvärmesystem på olika fastigheter anslöts direkt till fjärrvärmesystemet i Västra Hamnen. Se **Figur 3**.

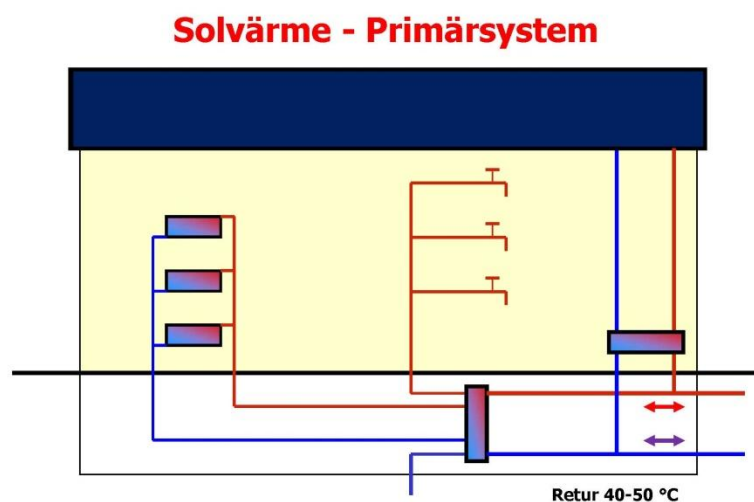
I anslutning fick också Kockum Fritid en uppfärskning med solfångare på fasaderna. Dessa anläggningar följdes sedan upp av Malmö Stadsfastigheter som anslöt fyra anläggningar på motsvarande sätt. Den största med drygt 1 000 m² solfångare uppfördes på Heleneholmskolans tak. De senaste åren har sedan ytterligare 10-talet liknande anläggningar installerats av olika bostadsbolag på olika orter.

Den här typen av anläggning dimensioneras utgående från tillgänglig takarea (ibland fasadarea) och dimensionen på fjärrvärmeledningen till den aktuella byggnaden. Anläggningarna består förutom solfångare i huvudsak av en värmeväxlare (och övrig utrustning, pumpar, ventiler, mm) för överföring av solvärmens till fjärrvärmenätet.

Det ger en enklare anläggning utan ackumulatortank, men kräver en mer avancerad styrning och leder till en högre arbetstemperatur i solfångarna (speciellt om

fjärrvärmesystemet har hög returtemperatur), vilket gör det svårt att få lika högt värmeutbyte som om anläggningen ansluts till byggnadens varmvattenssystem.

Därutöver krävs ett avtal mellan fastighetsägaren och fjärrvärmeleverantören som reglerar hur inmatad solvärme från fastigheten hanteras i förhållande till köpt fjärrvärme till fastigheten.



Figur 3. Flerbostadshus med ett solvärmesystem (solfångare) kopplad direkt till fjärrvärmesystemet – Principskiss.

De första anläggningarna av den här typen installerades i Skive i Danmark på 80-talet och det finns numera också ett par stora anläggningar som anslutits till fjärrvärmesystemet i Graz, Österrike.

1.3.3 Fjärrvärmeleverans

Sett från fjärrvärmeleverantörens sida kommer fjärrvärme till den aktuella fastigheten att minska under sommarmånaderna oavsett om kunderna bygger en egen anläggning i sekundärsystemet eller ansluter anläggningen direkt till fjärrvärmesystemet.

Det senare fallet med en primärvärme Kopplad anläggning kan dock öppna upp nya driftstrategier och affärsmöjligheter för fjärrvärmeleverantören, såväl i större som mindre fjärrvärmenät.

1.4 Byggnaders energiprestanda

På grund av Sveriges implementering av direktivet om byggnaders energiprestanda (EPBD) definieras nu byggnaders energiprestanda som köpt energi. Det innebär att en fastighetsägare kan visa på bättre energiprestanda om han utnyttjar solenergi (dvs installerar solfångare eller solcellsmoduler) på sin fastighet.

Installation av solfångare blir då ett alternativ till tilläggsisolering som ofta är en kostsam åtgärd. Ett aktuellt exempel är Hamnhuset i Göteborg som försetts med ett

solvärmesystem för varmvatten för att klara Göteborg stads krav på högst 60 kWh/m² köpt energi (enl. BBR) i nya byggnader. Ett annat exempel är Fullriggaren i Gävle där byggnaden har såväl solfångare som solcellsmoduler.

I dagsläget väljer fastighetsägaren ofta mellan egen värmeförsörjning (tex värmepump) och fjärrvärme, varför det bör ligga i fjärrvärmeleverantörernas intresse att kunna erbjuda alternativ med solvärme.

1.5 Syfte

De anläggningar som uppfördes på 80- och 90-talet ingick ofta i ett samordnat program med investeringsbidrag och tredjepartsutvärdering och det finns en mängd utvärderingsrapporter. De anläggningar som uppförts under 2000-talet har inte haft samma förutsättningar. Dessutom är det förhållandevis många som anslutits i fjärrvärmesystem. De har ofta initierats genom politiska beslut till del som ett resultat av nya krav på byggnaders energiprestanda och det finns inga andra utvärderingar än anläggningsägarnas egna.

Syftet med det här projektet är att dokumentera och göra en övergripande utvärdering av de solvärmesystem som anslutits direkt till fjärrvärmesystemen och tagits i drift sedan 2000. Dokumentation och utvärdering fokuserar på systemutformning, installation, driftuppföljning och värmeutbyte och ska ligga till grund för rekommendationer till nya anläggningar.

I det fall det är relevant ska utvärderingen också ligga till grund för en revidering av aktuella kopplingsprinciper i Svensk Fjärrvärmes rapport 2009:3 "Fjärrvärmecentralen – Kopplingsprinciper".

2 ANLÄGGNINGAR

Följande sammanställning omfattar majoriteten av de anläggningar som anslutits i fjärrvärmesystem sedan 2000. Se **Tabell 1a**. De kan delas upp i tre generationer, de som utvecklades av Sydkraft (numera E.ON) för Bo01 och Kockum Fritid, de som sedan uppfördes i Malmö och övriga som uppförts på andra orter under de senaste åren.

Tabell 1a. Anläggningar som utvärderats.

Plats	Namn	År	Fjärrvärme-leverantör	Anläggningsägare Driftövervakning
1 Timrå	Brf Örnen	2009	E.ON	Brf Örnen (HSB)
2 Växjö	Vislanda	2009	Alvesta Energi	Allbohus
3 Eskilstuna	Måsta	2009	Eskilstuna Energi	Eskilstuna kommun
4 Molkom	Molkom	2011	Molkom Biovärme	Karlstad Kummun
5 Göteborg	Gårdsten	2010	Göteborg Energi	Gårdstenbostäder
6 Helsingborg	Björka/Ödåkra	2010	Öresundskraft	Helsingborgshem
7 Stockholm	Glöttran	2010	Fortum	SKB
8 Karlstad	Nya Järpen	2009	Karlstad Energi	KBAB
9 Malmö-Bo01	M-Propellern 1:1	2001	E.ON	E.ON
10 Malmö-Bo01	M-Propellern 1:2	2001	E.ON	E.ON
11 Malmö-Bo01	M-Propellern 2	2001	E.ON	E.ON
12 Malmö-Bo01	M-Propellern 3	2001	E.ON	E.ON
13 Malmö-Bo01	M-Salongen 5	2001	E.ON	E.ON
14 Malmö-Bo01	M-Salongen 9:1	2001	E.ON	E.ON
15 Malmö-Bo01	M-Salongen 9:2	2001	E.ON	E.ON
16 Malmö-Bo01	M-Salongen 11	2001	E.ON	E.ON
17 Malmö-Bo01	M-Salongen 12	2001	E.ON	E.ON
18 Malmö	Kockum	2002	E.ON	E.ON
19 Malmö	Augustenborg	2005	E.ON	Malmö stad
20 Malmö	Helenholm	2007	E.ON	Malmö stad
21 Malmö	Stensjön	2008	E.ON	Malmö stad
22 Malmö	Sege Park	2008	E.ON	Malmö stad

Alla anläggningar är anslutna i stora fjärrvärmesystem utom Vislanda och Molkom som är anslutna i lokala närvärmenät.

Anläggningarna i Bo01 och Kockum Fritid skiljer sig från övriga på det sättet att de installerats av E.ON som också svarar för drift & underhåll. Det finns ett avtal med fastighetsägarna som gav E.ON rätt att installera systemen och som säger att fastighetsägarna tar över anläggningarna efter 25 år.

Övriga anläggningar har uppförts av fastighetsägarna som också svarar för drift & underhåll. I dessa finns det ett avtal mellan fastighetsägaren och fjärrvärmeleverantören om inmatning av solvärme i anslutning till fastighetsägarens köp av fjärrvärme.

Tabell 1b. Solvärme-UC, solfångarleverantör och -area i utvärderade anläggningar.

Plats	Namn	UC	Solfångare ¹	Area*) [m2]
1 Timrå	Brf Örnen	Armatec	Aquasol	262
2 Alvesta	Vislanda	Armatec	Aquasol	344
3 Eskilstuna	Måsta	Armatec	Aquasol	230
4 Karlstad	Molkom	Armatec	Aquasol	501
5 Göteborg	Gårdsten	Armatec	ARCON	150
6 Helsingborg	Björka/Ödåkra	Armatec	Sol&Energiteknik	106
7 Stockholm	Glöttran	Armatec	Aquasol	202
8 Karlstad	Nya Järpen	SWEP	Aquasol	227
9 Malmö-Bo01	M-Propellern 1:1	Platsbyggd	Solsam	218
10 Malmö-Bo01	M-Propellern 1:2	Platsbyggd	Solsam	42
11 Malmö-Bo01	M-Propellern 2	Platsbyggd	Solsam	132
12 Malmö-Bo01	M-Propellern 3	Platsbyggd	Solsam	403
13 Malmö-Bo01	M-Salongen 5	Platsbyggd	Solsam	62
14 Malmö-Bo01	M-Salongen 9:1	Platsbyggd	Solsam	62
15 Malmö-Bo01	M-Salongen 9:2	Platsbyggd	Solsam	166
16 Malmö-Bo01	M-Salongen 11	Platsbyggd	Viessmann	56
17 Malmö-Bo01	M-Salongen 12	Platsbyggd	Viessmann	150
18 Malmö	Kockum	Platsbyggd	Aquasol	1 050
19 Malmö	Augustenborg	SWEP	ARCON	426
20 Malmö	Helenholm	Armatec	ARCON	1 128
21 Malmö	Stensjön	ExoHeat	ExoHeat	46
22 Malmö	Sege Park	Armatec	Sol&Energiteknik	230

Tabell 1b visar solvärmecentral (UC), solfångarleverantör och solfångararea i de utvärderade anläggningarna. Där framgår det att de utvärderade anläggningarna är förhållandevis små, i genomsnitt knappt 300 m² per anläggning, varav två har mer än 1 000 m² solfångare. Det framgår vidare att Armatecs solvärmecentral och Aquasols solfångare är vanligast utanför Malmö.

Sedan finns det ytterligare ett par nya anläggningar, till exempel i Kv. Uarda i Solna (430 m²; Aquasol), Sjöstadverken i Karlstad (290 m²; Aquasol) och Höjden-

¹ Solsam upphörde med sin solfångartillverkning kort efter Bo01. ExoHeat AB har avvecklats och verksamheten har förts över till S-Solar AB.

vändan i Lerum (420 m²; Solarus), som tagits i drift 2011-2012, samtidigt som en äldre anläggning på Tingvallahallarna i Karlstad (160 m²; ExoHeat) har kopplats till fjärrvärmenätet under 2012.

Dessutom finns det ett par anslutande anläggningar, till exempel tidigare nämnda närvärmesystem i Ellös på Orust (1 000 m², ARCON) och Sturup Airport (500 m², Sol & Energiteknik), som uppfördes 2010, och så t.ex. en mindre anläggning i Hemab Energipark i Härnösand (200 m²; Absolicon).

2.1 E.ON (Malmö)

Alla solvärmecentralerna är platsbyggda utgående från en och samma systembeskrivning och –ritning. Sycon projekterade under överinseende av Sydkraft (E.ON) och man använder styrsystem från Exomatic.

2.1.1 Bo01



Bild 2. Solfångarmontage i Bo01, Västra Hamnen, Malmö.

Det finns totalt 9 anläggningar i Bo01 (Västra Hamnen) med samma systemuppbyggnad men med varierande storlek, den minsta med drygt 40 m² och den största med drygt 400 m² solfångararea.

Förutom att anläggningarna är olika stora är de också orienterade på olika sätt, från horisontellt till vertikalt. Då byggnaderna i princip redan var under konstruktion när man fattade beslut om solvärmesystemen fick solfångarna placeras där det var möjligt och arkitekterna tyckte det var lämpligt.

Det finns två olika solfångare, dels vakuumrörsolfångare från Viessmann (U-rör) som monterats vertikalt på en fasad och på ett tak, dels plana solfångare från Solsam som monterats på olika tak med olika lutning.

Anläggningarna har som nämnts utvecklats och installerats med fokus på hög tillgänglighet av E.ON som också svarar för drift & underhåll. Det uppstod dock problem med läckage i vakuumrörsolfångarnas anslutningsledningar (på grund av invändig korrosion) så de byttes ut efter cirka 5 år. I övrigt har anläggningarna fungerat med hög tillgänglighet utan större problem och det finns driftsstatistik sedan de togs i drift 2001.

2.1.2 Kockum Fritid

Solfångarna på Kockum Fritid är en del av upprustningen genom att de är integrerade i såväl den södra, som den västra och den östra fasaden.



Bild 3. Solfångare monterade på fasader på Kockum Fritid, Malmö.

Med denna montering vet man redan i utgångsläget att värmeutbytet kommer att bli lågt. Tekniskt sett har solvärmesystemet samma utformning som i Bo01 och E.ON svarar för drift & underhåll. Aquasol har installerat solfångarna.

2.2 Malmö stadsfastigheter

Malmö stadsfastigheter har uppfört fyra solvärmeanläggningar som handlats upp och installerats på lite olika sätt. Två av anläggningarna har samma solfångare (ARCON)

och två har samma undercentral (Armatec). En anläggning har uppförts i samband med nybyggnation (Stensjön) medan övriga installerats på befintliga fastigheter.

Initialt hade man tänkt koppla in anläggningarna till byggnadernas egna värme- och varmvattensystem, men under vägen beslöt man att koppla in dem till fjärrvärmenätet på motsvarande sätt som man gjort i Bo01 och hos Kockum Fritid. Energi-analys AB fungerade som konsult i alla anläggningarna på uppdrag av Malmö stadsfastigheter.

2.2.1 Augustenborg

Anläggningen är uppförd på ett förrådstak intill Grönatakinstitutet i Augustenborg. Anläggningen handlades upp i två delar, dels en solfångarentreprenad där man valde ARCON, dels inkoppling, där man valde en prefabricerad solvärmecentral från SWEP som hade stora likheter med de som platsbyggs på Bo01. Climat 80 ansvarade för styranläggningen.

Anläggningen gav ett relativt högt värmeutbyte 2008 och 2009, 360 resp. 380 kWh/m², men har sedan tappat i prestanda av olika anledningar. Hela anläggningen har renoverats under hösten 2012. Solfångarna har renoverats av solfångarentreprenören (ARCON).

2.2.2 Heleneholm

Anläggningen är uppförd på Heleneholmsskolans tak. Anläggningen uppfördes som en totalentreprenad av ARCON där Malmö stadsfastigheter tillhandahöll en prefabricerad solvärmecentral (Armatec) som införskaffades via en separat upphandling.



Bild 4. Solfångare på Heleneholmsskolan, Malmö.

Anläggningen hade från början problem med ventilläckage och startade inte alltid som den borde. Sedan har det uppstått tryckslag vid stagnation under stillestånds-

perioder vilket resulterat i skador som behövt åtgärdas. En planerad slutbesiktning i augusti 2006 förbyttes till en förbesiktning i mars och en slutbesiktning i juni 2007.

Hela anläggningen har renoverats under hösten 2012. Anläggningen har kompletterats med avstängningsventiler för varje rad och styrningen i solvärmecentralen är ombyggd (av Climat 80) så att den påminner om centralen för Augustenborg. Solfångarna har renoverats av solfångarentreprenören (ARCON).

2.2.3 Stensjön

Anläggningen är uppförd på taket på en ny förhållandevis hög byggnad. Upphandlingen sköttes av Ramböll och efter en hel del turer föll valet till slut på ExoHeat som uppförde såväl undercentral som solfångare.

Anläggningen är ganska liten och har en ogynnsam placering då den är delvis skuggad av ett teknikutrymme. Den första värmeleveransen skedde först under 2008 och efter diverse problem och lågt värmeutbyte diskuterar man nu att demontera anläggningen.

2.2.4 Sege Park

Anläggningen har uppförts i anslutning till en omfattande renovering av Sege Park (tidigare Östra Sjukhuset i Malmö). I samband med renoveringen anslöts hela området till fjärrvärme.



Bild 5. Solfångare på det gamla centralköket i Sege Park, Malmö.

Anläggningen är uppförd av Bravida (upphandlade av Serviceförvaltningen). Såväl solfångare som solvärmecentral handlades upp av Bravida med stöd från Energi-

analys AB. Valen föll på Sol & Energiteknik (solfångare) och Armatec (solvärme-central, motsvarande som på Heleneholmsskolan).

Anläggningen består av två kretsar på två olika tak (ett plant där solfångarna står lutade med stöd och ett lutande tak) båda ganska långt från värmecentralen.

Anläggningen har haft problem med läckage (rörbrott på grund av termiska rörelser) och ojämnt flöde i de olika delkretsarna. Det har diskuterats att bygga om anläggningen på olika sätt, men hittills har endast förekommande läckage reparerats av Bravida.

2.3 Allbohus (Vislanda)

Anläggningen har uppförts på ett mindre flerbostadshus som en totalentreprenad av Heat-On AB med solfångare från Aquasol och solvärmecentral från Armatec.

Anläggningen har installerats i närheten av en industri som tidvis ger mycket höga returtemperaturer i det lokala fjärrvärmenätet i Vislanda. Anläggningen och värmemätningen fungerade inte som den skulle 2011-2012, men har rättats till tidigt 2013.

2.4 KBAB (Nya Järpen)



Bild 6. Takmonterade solfångare p Vikengatan 11 i Kv. Järpen, Karlstad.

Karlstad Bostads AB (KBAB) gjorde studiebesök i Malmö och initierade sedan uppförandet av ett antal solvärmeanläggningar. Anläggningen i Kv. Järpen, med befintliga flerbostadshus, utformades i samarbete mellan KBAB, Sweco och Karlstad Energi (som utformat styranläggningen). Solfångare från Aquasol och solvärmecentral från SWEP.

2.5 Brf Örnen (Timrå)



Bild 7. Solfångare monterade på höghus på Brf Örnen i Timrå.

Anläggningen är uppförd i förhållandevis höga radhus. Brf Örnen handlade upp en lokal rörinstallatör (Rex Rör), solfångarleverantör (Aquasol) och materialleverantörer (Armatec).

Anläggningen har haft problem med avluftning i de högt belägna solfångarna och pumphaverier. Dessutom är det osäkert om värmemätningen fungerar som avsett.

2.6 Eskilstuna kommunfastigheter (Måsta)

Anläggningen har uppförts i anslutning till ett nytt äldreboende av Mählqvist Rör AB med solfångare från Aquasol och solvärmecentral från Armatec. Solfångarna utgör till del tak på byggnaden.

2.7 Gårdstensbostäder (Gårdsten)

Anläggningen har uppförts inom ramen för ett samarbete mellan Gårdstensbostäder och Göteborg Energi för att demonstrera direktinkoppling av solfångare mot fjärrvärm nätet. Inkoppling av värmeväxlare mot fjärrvärmesystemet är gjord i en lokal i markplanet som utformats för visning av anläggningen.

Anläggningen som är placerad på taket på ett av höghusen i Västra Gårdsten, har uppförts i tre samordnade entreprenader, solfångarstativ, solfångare, samt en VVS-entreprenad med solvärmecentral (som tillhandahålls av Gårdstensbostäder).

På grund av byggnadernas speciella takkonstruktion valde Gårdstensbostäder att uppföra stativ i en separat byggentreprenad. Solfångarna och VVS-entreprenaden handlades upp inom LOU. VVS-delen projekterades av Andersson & Hultmark AB. Solfångare från ARCON monterades av Effecta AB. Armatecs prefabricerade solvärmecentral valdes bland annat för att kunna få återkoppling från andra anläggningar.



Bild 8. Solfångare monterade på ett höghus i Gårdsten, Göteborg.

Gårdsten har ett vindutsatt läge och strax efter att anläggningen uppförts lossnade ett par täckglas på solfångarna. Incidenten föranledde en extra säkring av de gummilister som håller täckglasen på plats i solfångarna.

2.8 SKB (Glotttran)

SKB står för Stockholms Kooperativa Bostadsförening. Föreningsstämman hade beslutat att prova solvärme på ett nytt hus, vilket realiserades i Kv. Glotttran i Årsta. Arkitekterna integrerade solfångare i taket och projektgruppen tog kontakt med Fortum som var intresserade att medverka i ett demonstrationsprojekt.



Bild 9. Nya byggnader med solfångare i Kv. Glotttran, i Årsta, Stockholm.

Det gjordes ett separat förfrågningsunderlag för solvärmeanläggningen av Energi-analys AB, för att den skulle kunna lyftas ur byggentreprenaden. Upphandlingen sköttes av SKB och det blev samma entreprenör på solvärmesystemet som på den övriga rördelen, Söbergs Rör AB.

Ambitionen var att använda en platsbyggd solvärmecentral men resultatet blev att Heat-On utsågs till underentreprenör för solfångarinstallationen (Aquasol) och att man köpte en färdig solfjärrvärmecentral från Armatec.

2.9 Karlstad kommun (Molkom)

Anläggningen har sitt ursprung i en politisk ambition att installera solvärme- och sol-elanläggningar i Karlstad kommun. Inledningsvis var det inte tänkt att ha en anläggning kopplad till närvärmesystemet, men dåliga erfarenheter från en sekundärkopplad anläggning i Tingvallahallarna ledde till att man valde en primärinkopplad anläggning.



Bild 10. Solfångare på idrottshallen i Molkom, Karlstad.

Aquasol fungerade som totalentreprenör (egna solfångare), Veosol AB var underentreprenör och Armatec levererade solvärmecentralen.

Solvärmeanläggningen är placerad på taket på en idrottshall och är ansluten till ett lokalt närvärmesystem baserat på biobränsle.

2.10 Helsingborgshem (Björka/Ödåkra)

Anläggningen är uppförd i anslutning till nya radhus med NCC som totalentreprenör och NVS som rörentreprenör.

Den ursprungliga rambeskrivningen omfattade en sekundärinkopplad anläggning, vilket sedan ändrades till en primärinkopplad anläggning i samråd mellan beställare (Helsingborgshem), entreprenör (NCC) och fjärrvärmeleverantör (Öresundskraft).

Solfångarna handlades upp från Sol & Energiteknik. Armatec levererade såväl solvärmecentral som undercentraler till radhusen.

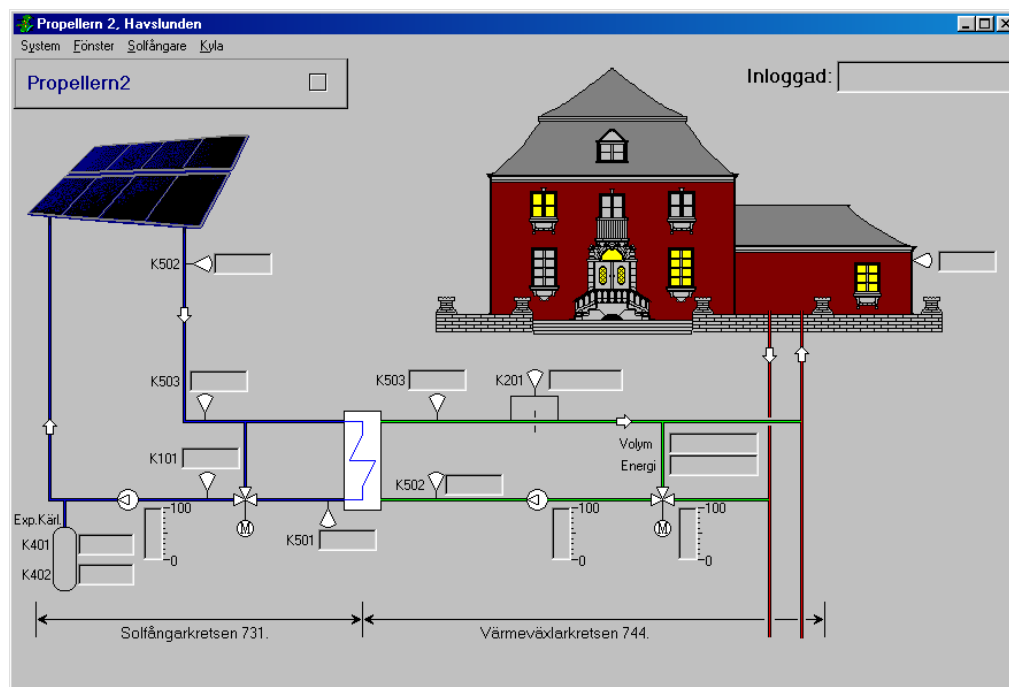
3 SYSTEMUTFORMING

Alla beskrivna anläggningar har mer eller mindre samma systemuppbyggnad, en solfångarkrets med tre eller fyra temperaturgivare, en pump och en trevägsventil för frysskydd, en värmeväxlare och en fjärrvärmekrets med två eller tre temperaturgivare, en pump och en eller flera ventiler. Se **Figur 4-7**.

Grundfunktionen i alla anläggningarna är att man vill leverera ut solvämt fjärrvärmevatten med en mer eller mindre konstant temperatur på fjärrvärmenätets framledning. Därför behöver man styra flödet för att få den temperatur man önskar. Här är det en liten utmaning att styra flödet på ett bra sätt då solinstrålningen, och därmed solfångarens effekt, kan variera ganska snabbt när solen går i eller ur moln.

3.1 Bo01

De första anläggningarna i Bo01 (och Kockum Fritid) har en trevägsventil i fjärrvärmekretsen. Båda pumparna har nära samma varierande flöde. Trevägsventilen öppnar mot fjärrvärmekretsen när man kan leverera ut inställt börvärde (65 °C) till fjärrvärmenätet. Anläggningarna saknar givare uppe vid solfångarna.

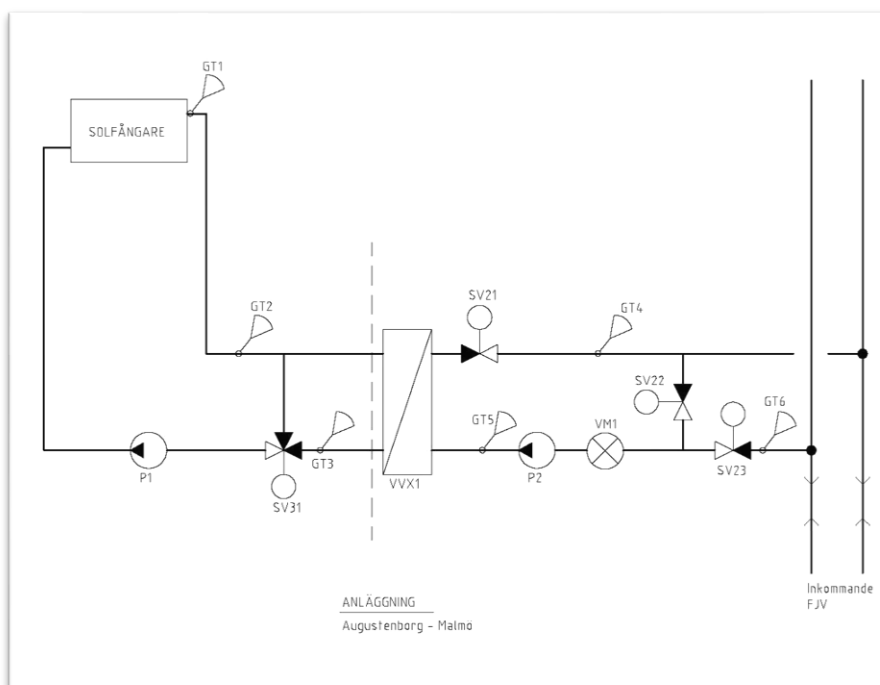


Figur 4. Systemprincip i Bo01

3.2 Augustenborg

Anläggningen i Augustenborg har tre tvåvägsventiler i fjärrvärmekretsen. Pumpen i solfångarkretsen har konstant flöde medan pumpen i fjärrvärmekretsen kan variera flödet.

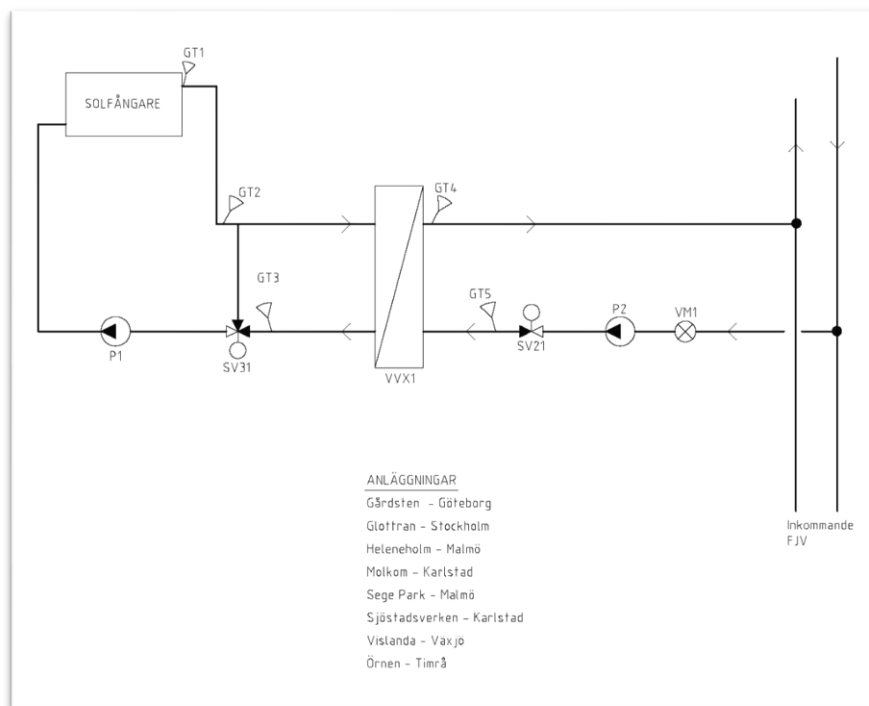
Två av tvåvägsventilerna har i princip samma funktion som trevägsventilen i Bo01, det vill säga att ventilerna öppnar mot fjärrvärmekretsen när man kan leverera ut inställt börtemperatur (75 °C) till fjärrvärmenätet.



Figur 5. Systemprincip i Augustenborg.

3.3 Armatecs central

Armatecs central, som använts i flera anläggningar, har bara en tvåvägsventil i fjärrvärmekretsen. Solfångarpumpen går normalt med (inställbart) konstant flöde. Pumpen och tvåvägsventilen i fjärrvärmekretsen styrs i sekvens för att leverera ut inställt börvärde (70-80 °C) till fjärrvärmenätet.



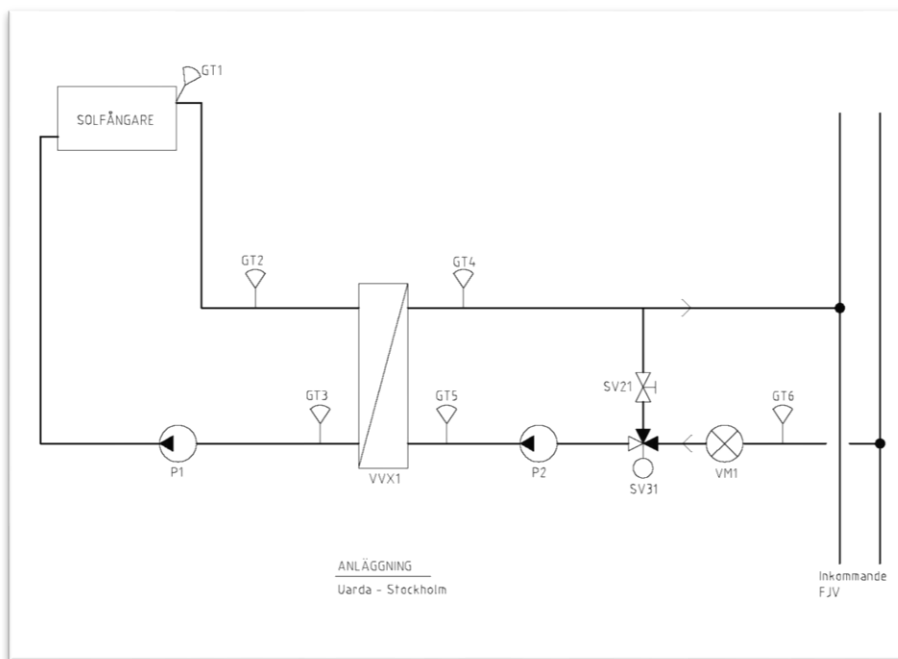
Figur 6. Systemprincip i Armatecs central.

Anläggningarna har ofta problem med att de startar och stoppar alltför ofta vid varierande solinstrålning.

3.4 Nya anläggningar

Ett par nya anläggningar, till exempel den i Kv Uarda i Stockholm, och har återigen en trevägsventil i fjärrvärmekretsen som anläggningarna i Bo01, men saknar ventil för frysskydd i solfångarkretsen. Frysskydd erhålls istället genom att pumpen på fjärrvärmesidan startar när det är frysrisk.

Solfångarpumpen går normalt med (inställbart) konstant flöde medan pumpen i fjärrvärmekretsen har variabelt flöde. Trevägsventilen (SV31) öppnar mot fjärrvärmekretsen när man kan leverera ut inställbart börvärde (70-80 °C) till fjärrvärmenätet. Tvåvägsventilen (SV21) ställs in som funktion av differenstrycket i fjärrvärmenätet.

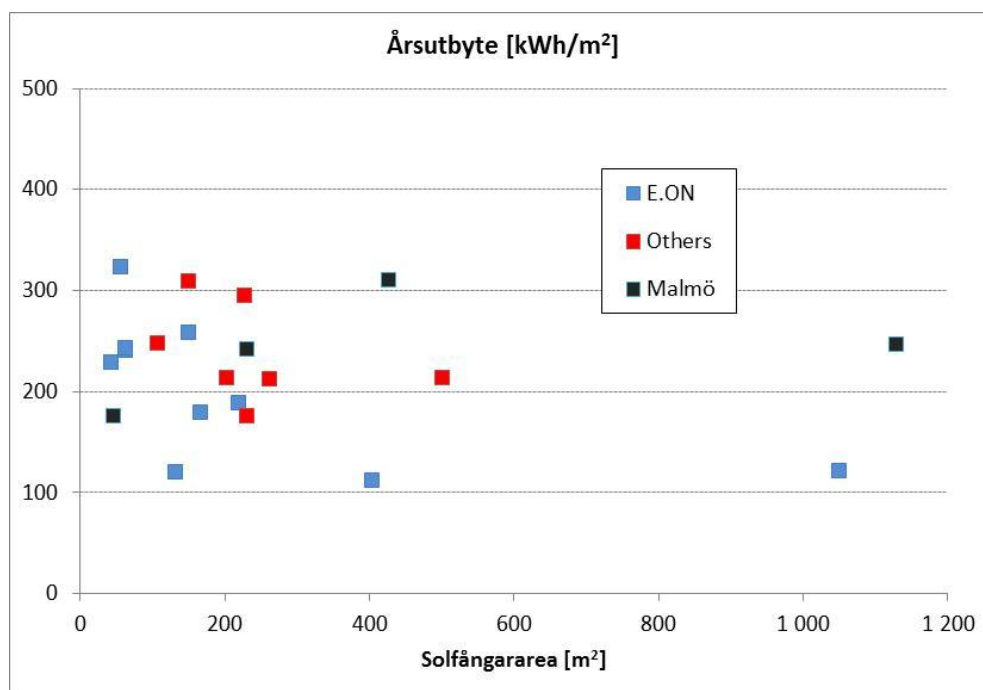


Figur 7. Systemprincip i Kv Uarda.

4 VÄRMEUTBYTE

4.1 Årligt värmeutbyte - Alla anläggningar

Uppgifter om solvärmesystemens värmeutbyte under 2011 och 2012 har samlats in från de olika anläggningsägarna och några fjärrvärmeleverantörer. Det årliga värmeutbytet i de olika anläggningarna (förutom Vislanda), företrädesvis under 2011, har sammanställts och visas i **Figur 8**.



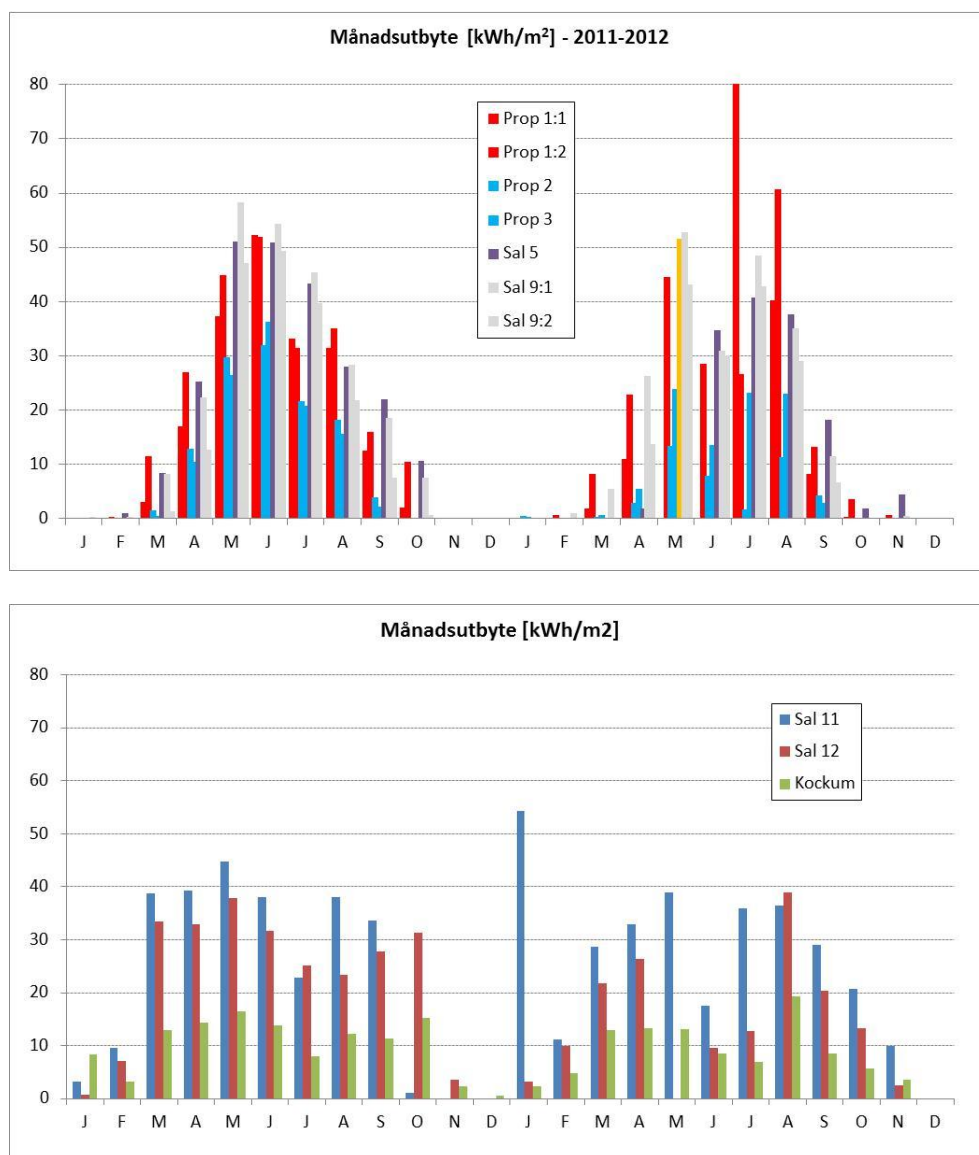
Figur 8. Årligt värmeutbyte som funktion av solfångararea.

Redovisningen ovan och nedan är uppdelad i tre delar, E.ON's anläggningar (Bo01 och Kockum Fritid), Malmö stads anläggningar och övriga anläggningar. Sammantaget är det en stor spridning i årsvärmeutbyte mellan de olika anläggningarna, från låga 113 till som högst 324 kWh/m² solfångare (aperturarea²) där merparten har ett lågt värmeutbyte. Under 2011 gav E.ON's anläggningar i genomsnitt 200 kWh/m², medan Malmö stads och de övriga anläggningarna gav i genomsnitt 240 kWh/m². I det följande redovisas månadsvis värmeutbyte för en bättre jämförelse mellan de olika anläggningarna.

² Det bör noteras att vakuumrörsolfångare har en mindre aperturarea i förhållande till bruttoarea (modulens yttermått) än plana solfångare och ger därför per definition ett 20-50% högre värde på värmeutbytet per aperturarea än plana solfångare.

4.2 Månadsvis värmeutbyte - Bo01 och Kockum Fritid

Redovisning av månadsvärmeutbyte i E.ON's anläggningar har delats upp i två diagram i **Figur 9**. Det övre diagrammet visar alla anläggningar i Bo01 utom de där solfångarna monterats vertikalt på fasad och tak. Det nedre visar anläggningarna som monterats vertikalt tillsammans med Kockum Fritid som har fasadintegrerade solfångare i tre väderstreck.



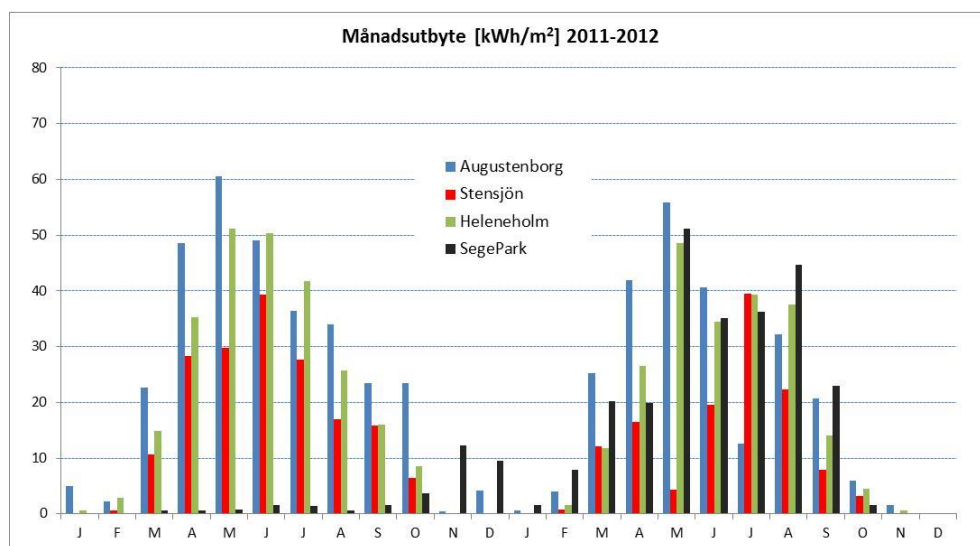
Figur 9. Månadsvis värmeutbyte i Bo01 och Kockum Fritid (E.ON).

Diagrammen är ganska prydliga för 2011 men visar att det krävs lite handpåläggning för 2012.

Som helhet ser man en tydlig skillnad när det gäller värmeutbytets variation över året när man jämför det övre och det nedre diagrammet i **Figur 9**. Solfångare som monterats vertikalt ger väsentligt lägre värmeutbyte under sommarmånaderna och högre värmeutbyte under vår och höst. Sammantaget visar till exempel Propellern 2 och 3 (horisontella solfångare, övre diagrammet), liksom Kockum Fritid (fasadintegrerade solfångare, nedre diagrammet), ett relativt sett lågt värmeutbyte.

4.3 Månadsvis värmeutbyte - Malmö stad

Månadsvärmeutbyte i Malmö stads anläggningar visas i **Figur 10**. Malmö stads anläggningar har i genomsnitt 20% högre värmeutbyte än E.ON's anläggningar (240 jämfört med 200 kWh/m²), sannolikt främst tack vare bättre orientering av solfångarna.

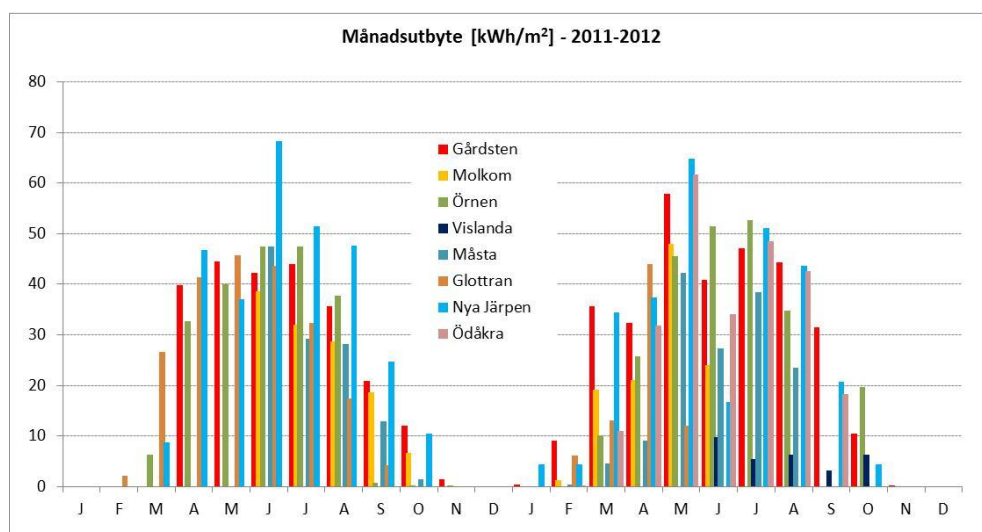


Figur 10. Månadsvis värmeutbyte i Malmö stads anläggningar.

Anläggningen i Stensjön har genomgående ett lägre värmeutbyte än de övriga, sannolikt främst på grund av sämre orientering av solfångarna. Anläggningen eller värmemätningen i Sege Park var ur funktion under 2011.

4.4 Månadsvis värmeutbyte - Övriga anläggningar

Månadsvärmeutbyte i övriga anläggningar med olika anläggningsägare visas i **Figur 11**. De övriga anläggningar har i genomsnitt 20% högre värmeutbyte än E.ON's anläggningar (240 jämfört med 200 kWh/m²), sannolikt främst tack vare bättre orientering av solfångarna.

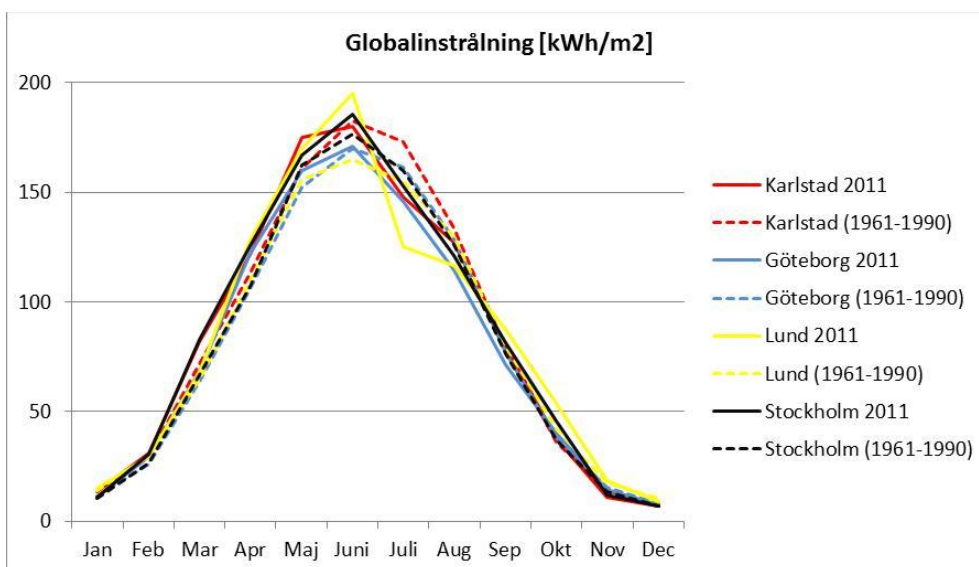


Figur 11. Månadsvis värmeutbyte i övriga anläggningar med olika anläggningsägare.

I sammanhanget bör det noteras att de övriga anläggningarna är uppförda på olika ställen så här kan variationer i solinstrålningen vara en anledning till olika värmeutbyten.

4.5 Solinstrålning

Anläggningarna är placerade på olika ställen med lite olika solinstrålningen och solinstrålningen varierar en del mellan olika år. Figur 12 visar globalinstrålningen för orter i anslutning till merparten av anläggningarna.



Figur 12. Globalinstrålning 2011 och medelvärde 1961-1990.

Globalinstrålningen för de olika orterna är i storleksordningen 1 000 kWh/m² under ett normalår. Diagrammet visar fördelningen över årets månader för en jämförelse med uppmätt värmeutbyte i de olika anläggningarna.

Globalinstrålning är den som mäts i horisontalplanet så en solfångare som är lutad mot söder ser mer av solen, får mer solinstrålning under vår och höst, och lite mindre mitt på sommaren.

Diagrammet visar att 2011 är ett förhållandevis normalt år med avseende på solinstrålning, förutom Lund som hade mer solinstrålning i juni och mindre i juli jämfört med ett normalår.

5 ERFARENHETER

Sammantaget fungerar alla 22 anläggningarna, men det finns en hel del brister, såväl i anslutning till planering av anläggningarna, som vid uppförandet, i driften och underhållet av dem. Detta har i stor utsträckning påverkat funktionen hos de utvärderade anläggningarna.

5.1 Upphandling och installation

Bortsett från Bo01 (och Kockum Fritid) har alla anläggningar handlats upp och installerats på lite olika sätt. Därutöver har det i flera fall uppstått olika typer av problem och det är tveksamt om alla anläggningar besiktigats, och/eller om besiktningssamrörningarna åtgärdats, på ett relevant sätt.

Detta är ett resultat av att det saknats krav på samordning, att det generellt sett saknas kompetens hos beställarna och att det generellt sett är brist på kompetens med endast ett begränsat antal erfarna konsulter och entreprenörer.

En begränsad lönsamhet och därmed en ambition att hålla nere kostnaderna, tillsammans med små marginaler hos anläggningsentreprenörer och solfångarleverantörer, har sannolikt påverkat såväl uppförande som funktion negativt.

5.2 Övervakning

Det har i flera fall krävts en betydande insats för att få fram månadsvärden på värmeutbytet, som inte alltför sällan innehåller orealistiska värden, vilket i de flesta fallen kan härledas till en bristfällig driftuppföljning. Sammantaget verkar det vara ett lågt intresse att följa upp anläggningarna hos en del av anläggningsägarna och fjärrvärmel leverantörerna.

5.3 Systemutformning

Alla beskrivna anläggningar har mer eller mindre samma systemuppbyggnad, en solfångarkrets med en pump och en trevägsventil för frysskydd, en värmeväxlare och en fjärrvärmekrets med en pump och en eller flera ventiler. Grundfunktionen i alla anläggningarna är att man vill leverera ut solvärt fjärrvärmevatten med en mer eller mindre konstant temperatur på fjärrvärmenätets framledning.

En ambition att förenkla och hålla nere kostnaderna i de prefabricerade centralerna har sannolikt lett till en sämre funktion, speciellt vid varierande solinstrålning och varierande differenstryck i anslutningspunkten.

5.4 Värmeutbyte

Sammantaget har anläggningarna väsentligt lägre värmeutbyte än vad som bör vara möjligt att uppnå.

Det är stor spridning med avseende på lutning och orientering av solfångarna, vilket tillsammans med förhållandevis långa anslutningsledningar, förklarar det låga värmeutbytet i flera anläggningar.

Brister med avseende på styrning och övervakning är en annan viktig förklaring till lågt värmeutbyte i flera anläggningar. Dessutom har ett par anläggningar varit ur drift under perioder pga läckage.

En tredje anledning till ett förhållandevis lågt värmeutbyte är sannolikt höga returtemperaturer i anslutningspunkten, men den aspekten har endast framkommit i en anläggning (Vislanda).

6 REKOMMENDATIONER

Det bör genomföras ett uppföljningsprojekt under 2013. Inom det projektet bör de utvärderade anläggningarna följas upp under minst ett år så att alla fås att fungera på ett relevant sätt utgående från dess förutsättningar. Sedan bör erfarenheterna från de utvärderade anläggningarna sammanställas i en enkel projekteringsmall som kan användas i framtida anläggningar.

6.1 Förutsättningar

För att kunna erhålla ett relevant värmeutbyte, i storleksordningen 300 kWh/m² och år och högre, bör man vara mer restriktiv när det gäller var och hur man installerar framtida anläggningar.

Solfångarna bör placeras lutade (30-60 grader) och riktade mot söder (inom SV och SO). Avståndet mellan solfångarna och värmecentralen med värmeväxlaren bör vara rimligt. Långa ledningar ger värmeförluster och försvårar styrningen.

Temperaturen i fjärrvärmenätet bör vara rimligt låg, medelvärde väl under 50 °C åtminstone under sommarhalvåret. Eventuella åtgärder för att sänka returtemperaturen ökar inte bara verkningsgraden i solfångarna utan kommer fjärrvärmeleverantören tillgodo i form av lägre värmeförluster och bättre avkyllning i värmecentralen.

Som en jämförelse ger merparten av de solvärmeanläggningar som installerats i danska fjärrvärmesystem i storleksordningen 400 kWh/m² och år eller mer, tack vare att de är större och har bra lutning och orientering (markplacerade solfångare), sannolikt bättre styrning, lägre returtemperaturer (ofta direktanslutna radiatorer) och bättre driftövervakning (engagerade anläggningsägare).

6.2 Upphandling och installation

I en fortsättning bör den här typen av anläggningar handlas upp som en entreprenad med funktionsansvar och omfatta en ordentlig genomgång av drift- och underhållsinstruktionerna med aktuell driftpersonal. Det kan också vara ett alternativ att köpa in driftövervakning från en extern part som är specialiserad på solvärme.

Dagens solfångare har väl dokumenterade momentana prestanda och det är mängden solinstrålning, anläggningens utformning och värmelastens karaktär (varaktighet, temperatur, mm) som bestämmer värmeutbytet.

Det går, men det är förhållandevis omständligt och komplicerat (och därmed dyrt), att ställa krav på och utvärdera värmeutbytet i en specifik anläggning. Däremot är det förhållandevis enkelt för en erfaren besiktningsman att genomföra en relevant funktionskontroll i samband med entreprenadbesiktning. Det kan också vara ett alternativ att entreprenören ansvarar för en provdrift under en period.

6.3 Systemutformning

Då man önskar en mer eller mindre konstant temperatur från anläggningen och solinstrålningen varierar behöver man styra flödet för att få den temperatur man önskar. Dessutom behöver pumpen på fjärrvärmesidan dimensioneras för det differenstryck som råder i den aktuella anslutningspunkten. Solinstrålningen, och därmed solfångarkretsens effekt, kan variera ganska snabbt när solen går i eller ur moln. Sammantaget ställer dessa förutsättningar speciella krav på de komponenter man väljer och det styr- och reglersystem man använder.

För det första bör man gå igenom alla anläggningarna och stämma av så att de fungerar på ett relevant sätt utgående från dess förutsättningar. I något fall kan det bli aktuellt med mindre ombyggnader. I sammanhanget kan noteras att Malmös stadsfastigheter uppdaterat två av sina anläggningar (Augustenborg och Heleneholmskolan) under hösten 2012.

Sedan bör de erfarenheter man har i de utvärderade anläggningarna sammanställas i en enkel projekteringsmall som kan användas i framtida anläggningar.

6.4 Driftövervakning

För att upprätthålla det lilla intresse som skapats genom detta projekt föreslås att alla anläggningsägare rapporterar värmeutbyte varje månad under 2013 till någon som kan göra en sammanställning och återkoppla till alla anläggningsägare. För att öka intresset för uppföljning och rapportering skulle till exempel den anläggning som uppvisar högst värmeutbyte presenteras på Svensk Solenergis hemsida varje månad.

En uppkoppling av anläggning, inklusive värmemängdsmätare, mot ett överordnat styr- och övervakningssystem är nära en förutsättning för en kontinuerlig driftövervakning.

I det fall inte anläggningsägaren har ett överordnat styr- och övervakningssystem bör man överväga att låta fjärrvärmeleverantören överta övervakning och uppföljning av anläggningens funktion.

I anslutning till ett uppföljningsprojekt bör det göras en uppföljning av de avtal som tecknats mellan fastighetsägare och fjärrvärmeleverantör (undantaget Bo01 och Kockum Fritid).

7 REFERENSER

- Dalenbäck, J-O. (Ed.) (1990). *Central Solar Heating Plants with Seasonal Storage - Status Report*. Document D14:1990, Swedish Council for Building Research, Stockholm. (Final report, IEA SH&CP, Task VII)
- Dalenbäck, J-O. (1993). *Solar Heating with Seasonal Storage - Some Aspects of the Design and Evaluation of Systems with Water Storage*. Document D21:1993, Dept. of Building Services Engineering, Chalmers University of Technology, Göteborg.
- Dalenbäck, J-O. (2010). *Success factors in Solar District Heating*. EU-project SDH. www.solar-district.heating.eu CIT Energy Management AB, Göteborg.
- Svensk Fjärrvärme (2009). *Fjärrvärmecentralen – Kopplingsprinciper*. Rapport 2009:3, Svensk Fjärrvärme, Stockholm..

SOLVÄRME I FJÄRRVÄRMESYSTEM

Sverige är ett föregångsland vad gäller solvärme i fjärrvärmesystem. Det har byggts ett antal mindre solvärmeanläggningar i anslutning till olika byggnader med fjärrvärme. Och det finns också ett ökat intresse hos fastighetsägare att installera solvärmeanläggningar och att sälja eventuellt överskott till sin fjärrvärmeleverantör.

Det här är en övergripande dokumentation och utvärdering av de 22 solvärmesystem som har tagits i drift mellan år 2000 och 2010 och som har anslutits direkt till fjärrvärmesystem. Nio av dessa anläggningar ägs av energibolaget E.ON, övriga ägs av olika fastighetsbolag och kommuner.

Utvärderingen visar att många av anläggningarna har brister såväl med utformningen av systemen som med uppföljning av drift och framför allt med värmeutbytet. Det finns anläggningar som ger mer än 300 kWh per år och kvadratmeter solfångare vilket är acceptabelt. Men de senaste anläggningarna ger endast 240 kWh per år och kvadratmeter solfångare och här anser rapportförfattarna att finns det ett stort utrymme för förbättringar.