

Utvärdering av Örebro Bostäder AB:s solvärmeanläggningar anslutna till fjärrvärmenätet.

Stefan Jonsson

Sammanfattning

Örebro Bostäder AB har fem stycken större solvärmeanläggningar för värmeproduktion i kombination med fjärrvärme. Anläggningarna finns på adresserna Visthusgatan 4-8, Varbergagatan 235, Lertagsgatan 53, Krukmakaregatan 29 och Apelvägen 49. Anläggningen på Visthusgatan saknade driftdata, vilket medfört att endast dess funktionalitet har noterats.

Gemensamt för de fem anläggningarna är att de producerar värme som förvärmer tappvarmvattnet. Den årliga energiproduktionen av solvärme vid ordinarie drift är enligt följande:

- Apelvägen	34,7 MWh	eller	538 kWh/m ² år.
- Lertagsgatan	111,3 MWh	eller	495 kWh/m ² år.
- Varbergagatan	105,5 MWh	eller	424 kWh/m ² år.
- Krukmakaregatan	86,5 MWh	eller	346 kWh/m ² år.

Apelvägen 49 förvärmer i första hand inkommande kallvatten, vilket är anledningen till att den producerar mest energi per kvadratmeter solfångare.

Utvärderingen på dessa anläggningar visar att per kvadratmeter boyta förbrukas 1,84 – 2,02 m³ kallvatten och 0,5 - 0,77 m³ varmvatten. Andelen förbrukat varmvatten av förbrukat kallvatten varierar i intervallet 30 - 41%.

Förlusterna för varmvattencirkulation uppgår till cirka 60% av solvärmestillskottet på Apelvägen och cirka 10-15 % för övriga anläggningar under månaderna juni-augusti.

Innehållsförteckning

<u>1. BAKGRUND</u>	3
<u>2. INLEDNING</u>	4
<u>3. MATERIAL, METOD OCH UTFÖRANDE</u>	5
<u>4. SOLVÄRMEANLÄGGNINGARNA</u>	6
4.1 VISTHUSGATAN 4-8.....	7
4.2 VARBERGAGATAN 235.....	8
4.3 LERTAGSGATAN 53	9
4.4 KRUKMAKAREGATAN 29	10
4.5 APELVÄGEN 49	11
<u>5. TEORI</u>	12
<u>6. BERÄKNINGAR OCH RESULTAT</u>	14
ENERGIPRODUKTION SOLVÄRME 1998 - 2005.....	15
ENERGIPRODUKTION PER M ² SOLFÅNGARE.....	15
ALTERNATIV BERÄKNING SOLVÄRMETILLSKOTT	17
FÖRBRUKNING FJÄRRVÄRME, VARMVATTEN OCH KALLVATTEN	19
SOLVÄRMES ANDEL AV TOTALT VÄRMEBEHOV	20
MÅNATLIG FÖRDELNING SOLVÄRMETILLSKOTT OCH VÄRMEBEHOV	20
VARMVATTENCIRKULATION	20
GRADDAGAR 1996 - 2005.....	21
<u>7. NOTERADE DRIFTSTÖRNINGAR</u>	22
<u>8. DISKUSSION OCH SLUTSATSER</u>	23
<u>9. APPENDIX A : DRIFTSDATA SOLVÄRMETILLSKOTT</u>	25
<u>10. APPENDIX B: DRIFTDATA FJÄRRVÄRMEFÖRBRUKNING</u>	29
<u>11. APPENDIX C: DRIFTDATA FÖRBRUKNING KALLVATTEN OCH VARMVATTEN</u>	33
<u>12. APPENDIX D: VARMVATTENCIRKULATION ANDEL AV VÄRMETILLSKOTT</u>	35

1. Bakgrund

Örebro Bostäder AB (ÖBO) är Örebros största hyresvärd med cirka 39000 hyresgäster och totalt 23000 lägenheter. ÖBO bildades 1946 och har som affärsidé är att erbjuda attraktiva bostäder med bredd och variation i god boendemiljö. En klar målsättning är att minimera energibehovet samt att producerad och använd energi ska vara miljövänlig i mesta mån.

Denna vision har lett till att ÖBO i ett historiskt perspektiv tidigt varit med och satsat på ny teknik och bidragit med vad som kan benämnas testanläggningar. Idag är praktiskt taget alla bostäder anslutna till fjärrvärme, vilket är ett mycket effektivt uppvärmningssätt. ÖBO har ett antal anläggningar där fjärrvärme kombineras med energi producerad från solvärme, bergvärme samt frånluftvärmepumpar.

ÖBO har i nuläget fem stycken större solvärmeanläggningar installerade som kombineras med fjärrvärme. Dessa finns belägna på adresserna:

- Varbergagatan 235, Varberga.
- Krukmakaregatan 29, Norrby.
- Lertagsgatan 53, Markbacken
- Apelvägen 49, Hjärsta.
- Visthusgatan 4-8, Ladugårdsängen.

Samtliga dessa anläggningar installerades under 1990-talet och har sedan dess producerat solvärme. På grund av en rad faktorer, främst tidsbrist, har dessa anläggningar trots stort intresse inte utvärderats beträffande prestation och ekonomisk förtjänst.

På eget initiativ och med ett stort intresse från Örebro Bostäder AB har studenten Stefan Jonsson, Umeå Universitet, utfört en grundlig utvärdering på dessa solvärmeanläggningar. Denna rapport är en del i Stefan Jonssons examensarbete på 20 poäng, som i slutändan genererar en examen till civilingenjör i Energiteknik. Titeln för examensarbetet är *"Hur ska solvärme integreras på fjärrvärmenätet för att vara konkurrenskraftig"*.



Figur 1: Solvärmeanläggning på Apelvägen 49, Örebro.

2. Inledning

Att använda solen som värmekälla till tappvarmvatten och värme är ett alternativ som fått allt större intresse i Sverige. De höga uppvärmningskostnaderna genom el och olja, samt en vilja att vara oberoende i sin egen energiproduktion, kan ses som de främsta orsakerna till detta. Att utnyttja solen i sin egen energiproduktion, som dessutom är gratis, framstår alltmer som den "rätta" lösningen.

Under 1990-talet genomfördes ett statligt subventionerat program för att pröva och utveckla tekniken att ansluta solvärme till fjärrvärmenätet. Örebro Bostäder AB deltog i detta program med en byggnation, men satsade även själva på ytterligare fyra anläggningar av denna typ. Trots stort intresse av anläggningarnas funktion sedan installationen har ingen driftuppföljning utförts tidigare.

Syftet med denna utvärdering var att bestämma anläggningarnas prestanda i dagsläget och historiskt samt vilka faktorer som påverkat resultatet. Utefter producerad energi utförs en ekonomisk beräkning för att avgöra anläggningarnas besparing.

Som underlag att utföra detta finns driftsdata för producerade kilowattimmar (kWh) per månad för varje enskild solvärmeanläggning. Data finns tillgängligt från i drifttagande av anläggningarna (1998-1999) till januari 2005 med ett avbrott maj 2001 – december 2001, då driftsdata saknas. Data för fjärrvärmeförbrukningen med start 1996-2005 (varierande mellan olika anläggningar) fram till idag, samt fördelningen av graddagar över åren 1996-2006. Från anläggningar finns även kallvatten- och varmvattenförbrukningen i varierad utsträckning.

För att utreda eventuella problem/incidenter som medfört driftsstopp av solvärmen har ansvarig personal på varje enskild anläggning intervjuats.

3. Material, metod och utförande

Som första steg att lösa uppgiften var att leta reda på gamla dokument och handlingar från när solvärmeanläggningarna uppfördes. För detta hade jag tillgång i Aquasol AB:s, tillverkare av solfångare på fyra av anläggningarna, samt Örebro Bostäder AB:s arkiv. Syftet i detta var att hitta material som beskrev projektens förlopp, inblandade parter i projektet och framförallt hitta systemskisser över anläggningarna.

När all tänkbar information samlats ihop var första steget att bilda en uppfattning om respektive anläggning samt förstå systemtekniken. Genom att diskutera och analysera systemskisser ökade kunskapen successivt. När en grundlig uppfattning om anläggningarnas funktionen skapats började anläggningarna besökas.

Med hjälpsamma medarbetare från ÖBO:s personal, tåliga för massvis av frågor och långa diskussioner, växte förståelsen för anläggningarna. En viktig process för att öka förståelsen var att ta, känna och följa rör från punkt A till B, och själv rita upp systemscheman. Detta tillvägagångssätt skapade en viktig koppling mellan de teoretiska systemskisserna och de faktiska anläggningarna. Ansvarig personal bidrog gärna med sin kunskap och åsikter om anläggningens prestanda samt faktorer som påverkat energiproduktionen historiskt.

Efter varje besök sammanställdes informationen, vilket bland annat innebar att samtliga systemskisser ritades upp i datorn. Genom detta förfarande repeterades systemen ytterligare en gång och ingående komponenter utreddes i minsta detalj.

Efter detta samlades tillgänglig driftdata in och analysen av anläggningarna startade.

4. Solvärmeanläggningarna

Sammanlagt har Örebro Bostäder uppfört fem stycken större solvärmeanläggningar anslutna till fjärrvärme. Samtliga dessa anläggningar är:

- Byggda för att bidra med värme till tappvarmvattnet.
- Installerade så solvärmen förvärmer inkommande kallvattnen.
- anslutna till fjärrvärmenätet med en 2-steps koppling för värmeväxling.
- installerade på 1990-talet.

Anläggningarna är installerade mellan 1992 och 1999 och redovisas i kronologisk ordning. Nedan följer en kort beskrivningen av anläggningarna.

4.1 Visthusgatan 4-8

Installerades 1992 i bostadsområdet Ladugårdsängen. Anläggningen har plana solfångare av fabrikatet Solsam med en total yta på 128 m². Systemet har en ackumulatortank med volymen 12 m³ och är öppet.

4.2 Varbergagatan 235

Installerades 1997 i bostadsområdet Varberga. Anläggningen har plana solfångare tillverkade av Örebroföretaget Aquasol AB med en total yta på 230 m². Till detta finns en ackumulatortank på 27 m³ med öppet system.

4.3 Krukmakaregatan 29

Installerades 1998 i bostadsområdet Norrby. Anläggningen har plana solfångare tillverkade av Aquasol AB, med en total yta på 250 m². För att lagra solvärmen finns en 18 m³ stor ackumulatortank med ett öppet system.

4.4 Lertagsgatan 53

Installerades 1998 i bostadsområdet Markbacken. Denna anläggning har solfångare tillverkade av företaget Aquasol AB med en total yta på 230 m². Lagringsvolymen är i detta fall 12 m³ i ett slutet system med ett expansionskärl på 500L. Varje solfångare har en reflektorplåt placerad ihop med solfångarna för att öka solinstrålningen.

4.5 Apelvägen 49

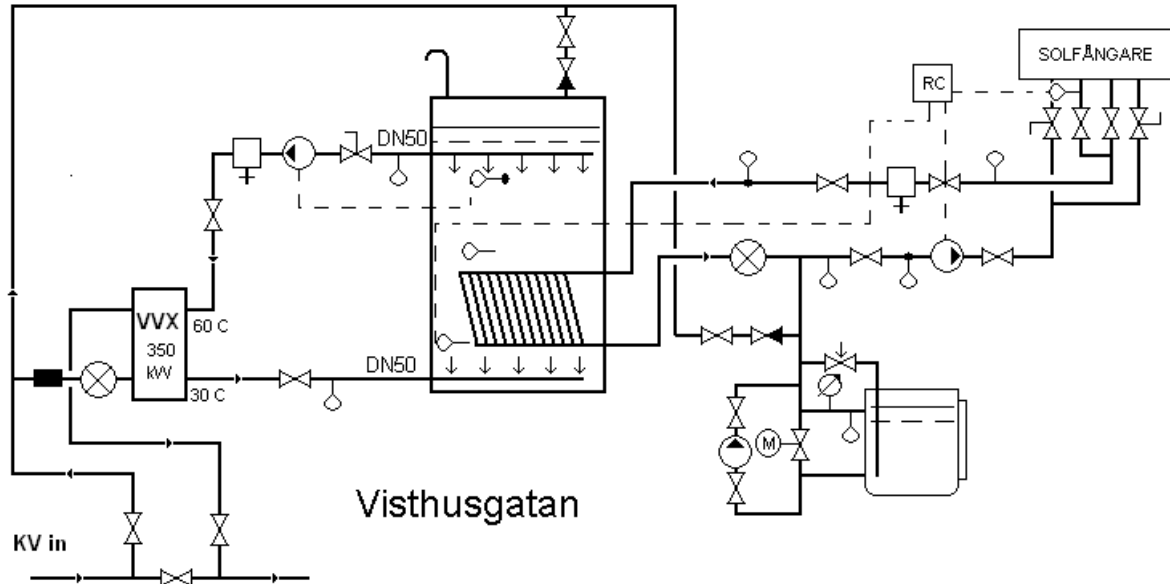
Installerades 1999 i bostadsområdet Hjärsta. Denna anläggning har solfångare tillverkade av Aquasol AB med en total yta på 65 m². Till detta finns ett öppet system med en total lagringsvolym på 4 m³.

4.1 Visthusgatan 4-8

Installerades 1992 på området Ladugårdsängen och har en total solfångarearea på 128 m². Solfångarna är plana och av fabrikatet Solsam. Värmen som produceras av solfångarna lagras i en ackumulatortank på 12 m³. Systemet är öppet vilket innebär att det inte är trycksatt. Detta medför att ackumulatortanken inte behöver ett expansionskärl. Solvärmeslingan har ett expansionskärl på 1000L. Ackumulatortanken och expansionskärlet kan båda fyllas på via tillskott av tappvatten.

Uppvärmning av tappvatten sker i första hand av solvärmen och därefter med hjälp av fjärrvärmen. Värmebehovet till hushållens radiatorer sker via fjärrvärme. Solsystemet i denna anläggning kan beskrivas enligt figur 2.

I denna anläggning värmeväxlas solen via en sluten solslinga i ackumulatortanken. Solslingan är placerad i botten av ackumulatortanken och flödet går nedåt i tankens riktning. Detta medför bästa förutsättningarna för god värmeväxling då temperaturen i tanken är högre uppåt på grund av skiktning. För att utnyttja lagrad värme i tanken optimalt sitter uttaget i toppen på tanken och inloppet i botten. Vattnet cirkuleras med en pump och värmeväxlas genom en plattvärmeväxlare till inkommande kallvatten. Solvärmen förvärmer på detta vis inkommande kallvatten.



Figur 2: Systemskiss över solvärmeanläggningen på Visthusgatan, Ladugårdsängen i Örebro.

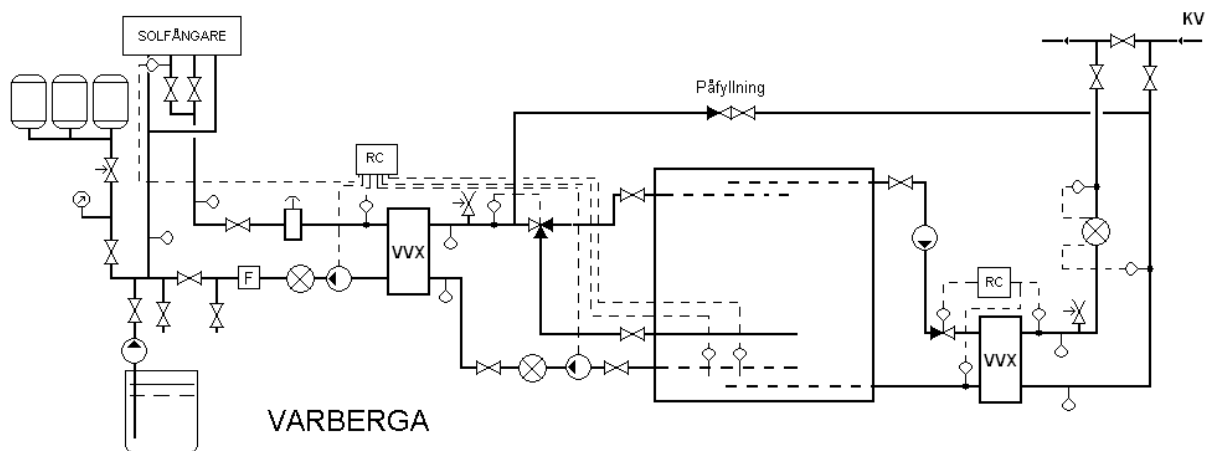
4.2 Varbergagatan 235

Installerades 1997 i bostadsområdet Varberga och har en total yta på 250 m². Solfångarna är plana och levererade av företaget Aquasol AB. Producerad värme lagras i en öppen ackumulatortank med volymen 27 m³. Solsystemet i denna anläggning beskrivs i figur 3.

I denna anläggning växlas solvärmen till ackumulatortanken via en extern plattvärmeväxlare. Värmeväxlaren kan tyckas vara omotiverad, då värmen leds in i ackumulatortanken efter värmewäxlingen. Finessen med värmeväxlaren är att förvärmning av rören i solkretsen möjliggörs, liknade varmvattencirkulation. Genom att cirkulera köldmediet i kretsen på solsidan innan cirkulationspumpen till ackumulatortanken startas, undviks risken att köldmediet är kallare än vattnet från ackumulatortanken. I ett sådant fall skulle solfångaren ta i stället för ge värme. Levererad värme från solfångarna styrs via en temperaturstyrd 3-vägssshunt in i ackumulatortankens topp eller mitt, för att eftersträva skiktning i tanken.

Solvärmen värmeväxlas till inkommande kallvatten via en plattvärmeväxlare. Flödet från ackumulatortanken till värmeväxlaren regleras via en temperaturstyrd shunt.

Från kallvattnet finns ett tapp rör till ackumulatortanken för att vid behov kunna fylla på med vatten.



Figur 3: Systemskiss över solvärmeanläggningen på Varbergagatan, Varberga i Örebro.

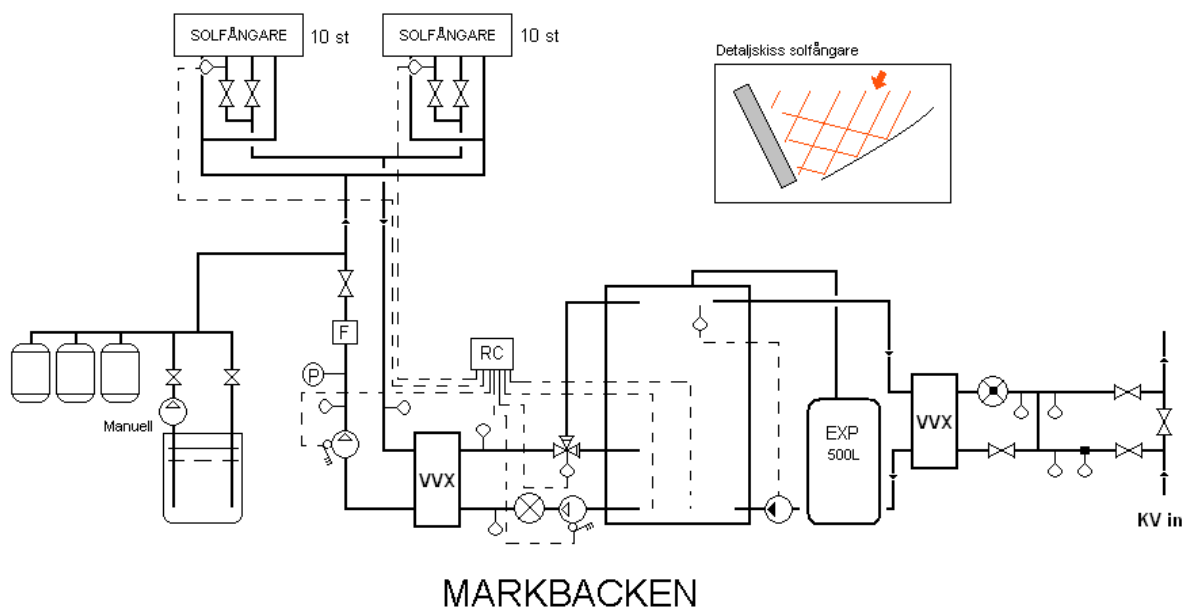
4.3 Lertagsgatan 53

Denna anläggning ingick som en av nio anläggningar i ett utvecklingsprojekt för nya tekniker finansierat av staten under åren 1996-1999, där denna installerades 1998. På denna anläggning sitter reflektorplåtar placerade jäms med solfångarna, som reflekterar solljuset in på solfångarna och ökar totala instrålningen. Reflektorplåt är mycket billigare än solfångare per kvadratmeter och en kostnadseffektiv lösning om den fungerar.

Anläggningen ligger i bostadsområdet Markbacken och har en total yta på 230 m² med solfångare av modellen Aquasol Long 6,0, tillverkade av Aquasol AB. Solfångaren är ansluten till tre parallellt kopplade slutna ackumulatortankar med en total volym 11 m³. Tankarna är slutna och trycksatta vilket kräver ett expansionskärl, i detta fall på 500 l, för att undvika explosionsrisk vid överhettning. Systemet beskrivs i figur 4.

Denna anläggning har likt den på Varbergagatan förvärmning på anslutningsrören på sidsidan, samt möjlighet att via en 3-vägshunt reglera var i ackumulatortanken solvärmen ska ledas in.

Markbacken saknade befintlig systemskiss, vilket innebär att systemskissen är uppritad på plats. Ackumulatortanken är inbyggd i väggen och sprutisolerad, vilket innebär viss osäkerhet exakt temperaturgivarna sitter. I denna skiss är de placerade efter samma strategi som i övriga anläggningar, vilket är den mest troliga lösningen.



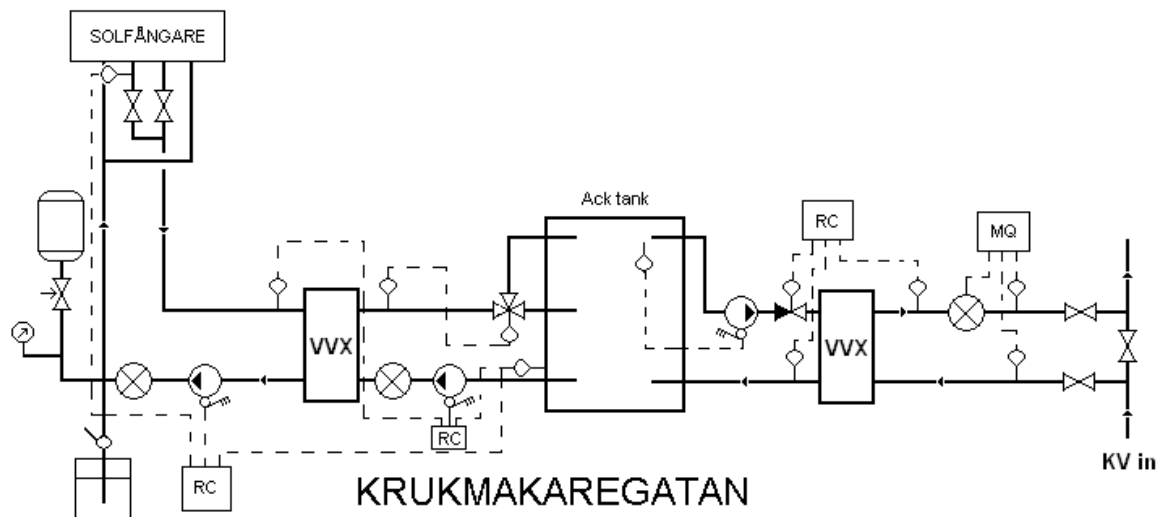
Figur 4: Systemskiss över solvärmeanläggningen på Lertagsgatan, Markbacken i Örebro.

4.4 Krukmakaregatan 29

Denna solvärmeanläggning installerades 1998 och har en total yta med solfångare på 250 m². Värmen från solfångarna växlas via en plattvärmeväxlare till en öppen ackumulatortank. Tanken är inbyggd i ett slutet rum och sprutisolerad och har en total volym på 18 m³. Via två parallellt kopplade plattvärmeväxlare överförs solvärmen till inkommande kallvatten. Figur 5 visar en systemskiss över anläggningen.

Denna anläggning är uppbyggd snarlikt den som finns på Varbergagatan 235. Förvärmning på anslutningsrören till solvärmen via en värmeväxlare, samt möjlighet att reglera var i ackumulatortanken solvärmen leds in via en temperaturstyrd 3-vägshunt.

Skillnaden på Krukmakaregatan 29 gentemot Varbergagatan 235 är att lagringsvolymen är betydligt mindre. Ackumulatorvolymen 18 m³ att jämföra med 27 m³ för Varbergagatan 235.



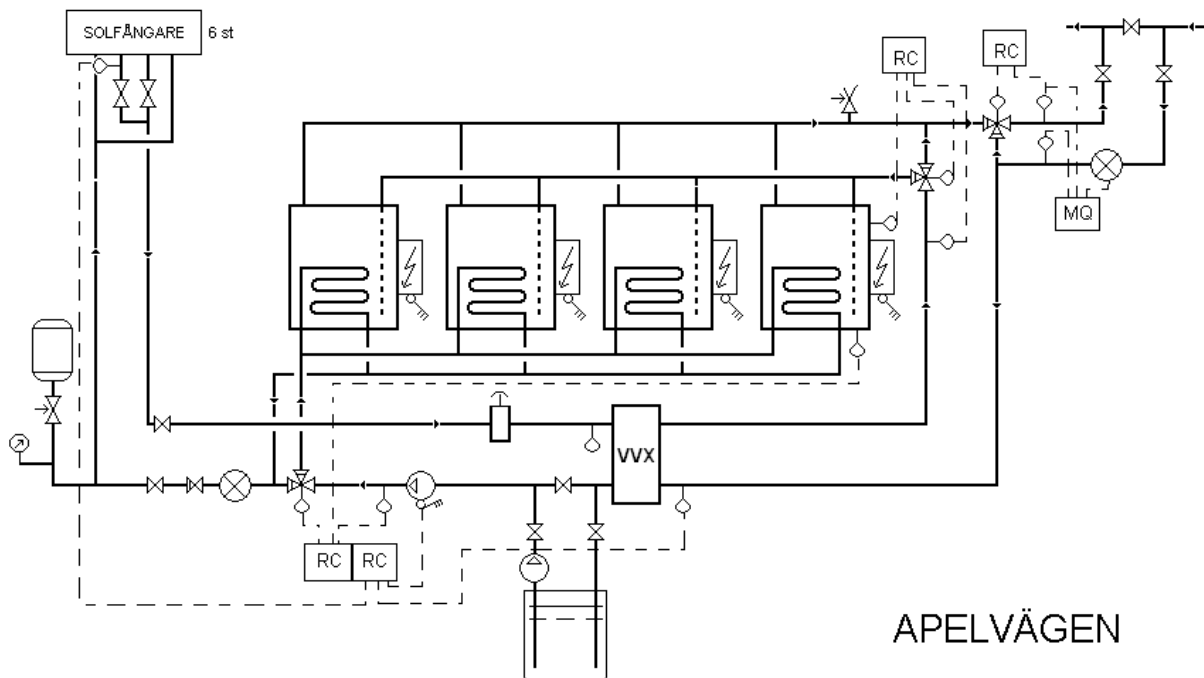
Figur 5: Systemskiss över solvärmeanläggningen på Krukmakargatan, Örebro.

4.5 Apelvägen 49

Solvärmeanläggningen Apelvägen 49 installerades år 1999 och har en total yta med solfångare på 65 m² av typen Aquasol Big 13 m², plana solfångare. Producerad värme lagras i fyra stycken parallellt kopplade varmvattenberedare med totala volymen 4 m³. Systemet beskrivs enligt figur 6.

Denna anläggning har två fundamentala lösningar som skiljer sig mot övriga anläggningar på ÖBO. I denna anläggning växlas solvärmen primärt rakt på kallvattnet. Denna lösning medför att solvärmen alltid arbetar mot en temperatur på 5-10 grader. Övriga anläggningar växlar sin solvärme primärt till en ackumulatortank, vars temperatur ständigt stiger när tanken laddas. Genom en styrning avgörs därefter om det förvärmade kallvattnet leds in i varmvattenberedarna eller direkt in till hushållet, beroende vilket alternativ som levererar varmest vatten. Nummer två är att denna anläggning bevarar värmen direkt i tappvarmvattnet (dricksvattnet).

Av hälsoskäl (legionella bakterier) finns el-patroner installerade i varje varmvattenberedare för att efter angivet tidsschema värma upp temperaturen i tanken. Cirkulationspumpen till solfångaren startar när solen levererar högre temperatur än inkommande kallvatten efter given differensstemperatur.



Figur 6: Systemskiss över solvärmeanläggningen på Apelvägen, Hjärsta i Örebro.

5. Teori

Energiproduktion och energilagring

Ska en högre temperatur levereras från solfångarna krävs mer energi och längre uppvärmningstid, vilket medför en lägre energiproduktion i kWh av solfångarna. Då solfångarna har en högre temperatur än mediet dit solen värmeväxlas produceras energi. För att öka solvärmeproduktionen innebär detta i klarspråk att solvärmen ska arbeta mot ett så kallt medium som möjligt. De faktorer som påverkar temperaturen i lagringstanken är:

1. *Volymen på lagringstanken.* En ökad volym kräver mer solvärme för att öka temperaturen och medför därför en relativt lägre temperatur i tanken.
2. *Tappvattenförbrukningen av hyresgästerna.* En ökad förbrukning av varmvatten medför en sänkt temperatur i lagringstanken.
3. *Hur solvärmen är dimensionerad efter värmebehovet.* Om solvärmen är överdimensionerad behovet, kommer aldrig lagringstanken bli urladdad, vilket innebär högre temperatur i tanken. Att underdimensionera solvärmen sänker faktiska energiproduktionen kWh, men höjer relativa energiproduktionen i kWh/m².

Beräkning medelvärden

De data som presenteras som medelvärden har beräknats enligt följande om inget annat anges.

1. För energiproduktionen av solvärme samt behovet av fjärrvärme har ett medelvärde beräknats månadsvis för driftdata aktuella år. Därefter har medelvärdet för varje månad adderats för att ge genomsnittet över året.
2. För kallvatten- och varmvattenförbrukningen har ett årligt genomsnittsvärde beräknats på de enskilda årens förbrukning.

Vid beräkning har kraftigt avvikande driftdata plockats bort. Vid beräkning av framtida förväntad energiproduktion har driftdata när solvärmeanläggningarna inte varit i full drift alternativt varit fränkopplade tagits bort. Dessa månader har bekräftats med hjälp av ansvarig personal på aktuell anläggning. Dessa månader har även bortsetts vid beräkningar med driftsdata till fjärrvärmebehovet, då dessa direkt påverkat solvärmens produktion.

Förklaring av begrepp

Faktisk produktion	Energiproduktion av solvärmeanläggningarna på ett år baserat på samtliga driftsdata, oberoende om anläggning ej presterat fullt eller om driftsdata saknats.
Relativ produktion	Energiproduktion i kWh per kvadratmeter installerad solfångare.
Graddagar	En korrigeringsfaktor som anger hur kall eller varm en månad är jämfört med en normalårskorrigerad månad. På liknande sätt kan år jämföras med år när månadernas graddagar adderas.

Beräkning förluster varmvattencirkulation

En uppskattning på hur stora förluster som uppkommer genom varmvattencirkulation kan beräknas enligt ekv.1.

$$Q_{\text{förlust}} = L \cdot h \cdot t \quad \text{ekv. 1.}$$

L är längden rör [m], h är värmeförlusterna [W/m] och t är tiden. Värmeförlusten h anges normalt för rör. Finns det inte tillgängligt är en bra uppskattning att värdet är 10 W/m¹.

¹ Gunnar Lennermo, Energianalys AB.

6. Beräkningar och resultat

De driftsdata som funnits tillgängliga sammanfattas i tabell 1. Ett kryss symboliserar att driftdata finns tillgängligt och en cirkel betyder att driftdata finns och att solvärme varit installerat.

Tabell 1: Sammanfattning av tillgängliga data vid respektive solvärmeanläggning. En cirkel innebär att solvärme funnits installerad och påverkar angivet driftdata.

Anläggning	Mätdata	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Varbergagatan	fjärrvärme			x	o	o	o	o	o	o	x	o
	kallvatten									x	x	x
	varmvatten								x	x	x	x
Lertagsgatan	fjärrvärme	x	x	x	x	o	o	o	o	o	o	o
	kallvatten									x	x	x
	varmvatten											
Krukmakareg.	fjärrvärme			x	o	o	o	o	o	o	o	o
	kallvatten											
	varmvatten								x	x	x	x
Apelvägen	fjärrvärme	x	x	x	x	o	o	o	o	o	o	o
	kallvatten										x	x
	varmvatten										x	x

Som tabellen visar har tillgängligheten på driftdata varierat kraftigt. Solvärme och fjärrvärme finns dokumenterat längst, medan förbrukningen av varm- och kallvatten är relativt ny. Fjärrvärmebehovet är direkt påverkat av solvärmens, vilket ringarna visar. Kall- respektive varmvattenbehovet påverkas inte av solvärmens installation.

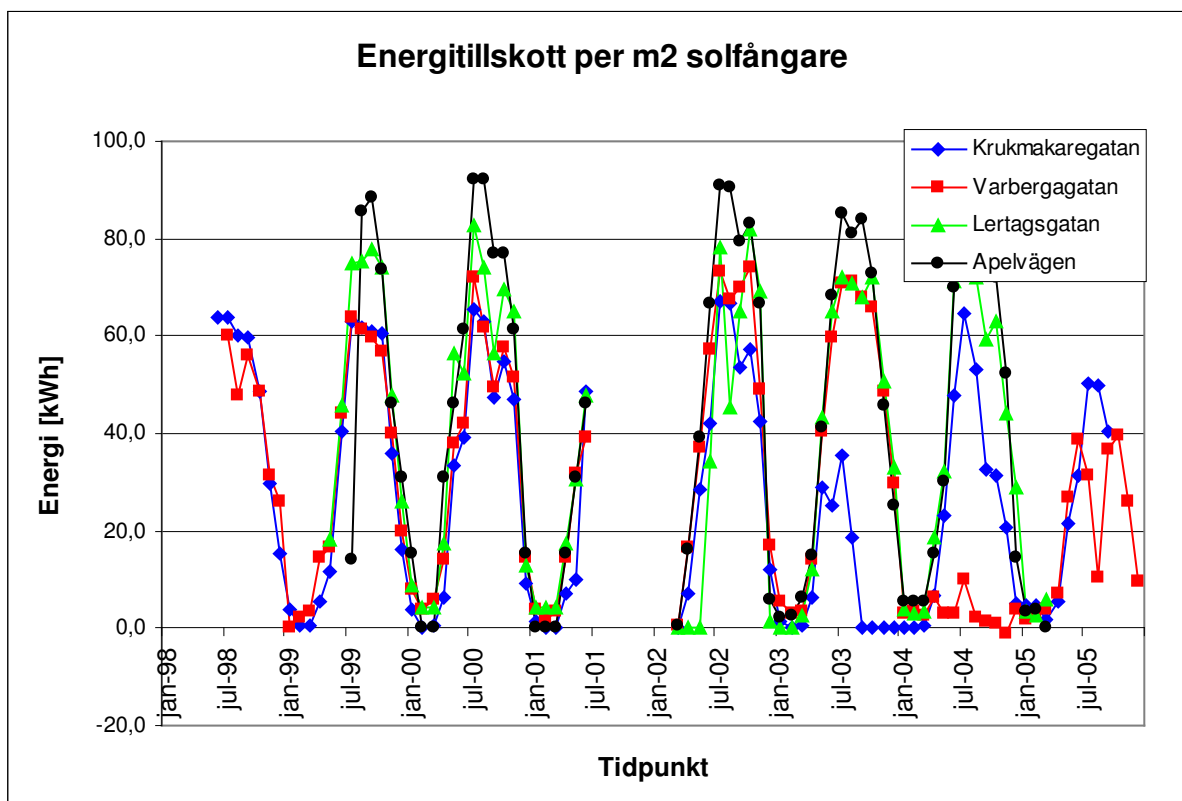
Driftdata finns representerad som månatliga värden för respektive år.

Krysset för fjärrvärme på Varbergagatan år 2004, vilket bryter mönstret med cirklar, kan förklaras med att solvärmens var helt ur funktion detta år.

Anläggningen Visthusvägen saknade helt värden för solvärmeproduktion, vilket medförde att analys av den anläggningen inte har utförts.

Energiproduktion solvärme 1998 - 2005

I figur 7 presenteras relativa energiproduktionen över Örebro Bostäder AB:s anläggningar sedan de togs i bruk åren 1998 och 1999.



Figur 7: Energiproduktion per m2 solfångare sedan anläggningen togs i drift.

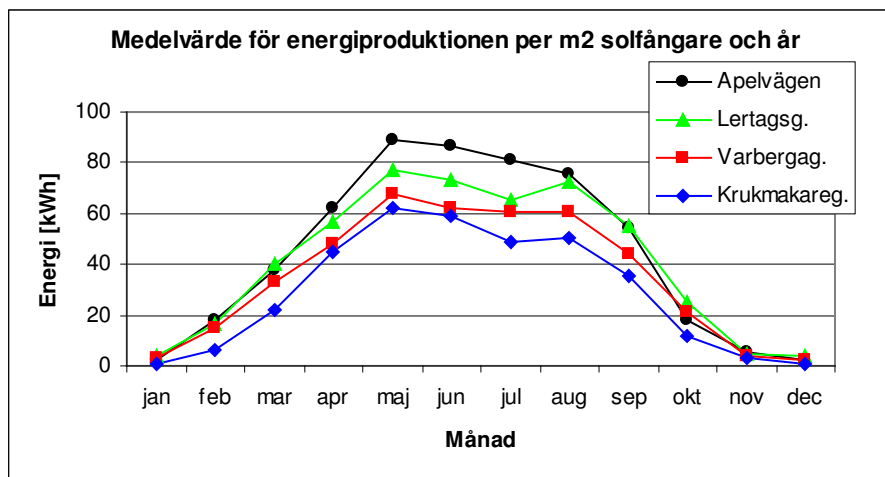
Figuren visar att Varbergagatan och Krukmakaregatan installerades 1998 och att Apelvägen samt Lertagsgatan installerades 1999. För maj till december 2001 saknas driftdata för samtliga solvärmeanläggningar, vilket medför ett avbrott för produktionslinjerna i figuren. Den relativt låga energiproduktionen för Krukmakaregatan 2003 samt Varbergagatan 2004 och 2005 kan förklaras med driftstopp och driftstörningar.

På Varbergagatan skedde en ombyggnation av solfångarna under våren 2004. Anledningen var att kopparrören på taket bågnade på sommaren vid höga temperaturer. Denna utvidgning av rören ansågs ohållbar i längden och flexibla rör installerades med jämna mellan rum på kopparrören. Efter denna ombyggnation har anläggningen inte fungerat tillfredställande. När rören sågades av hamnade kopparflisor i rören, vilket medförde att det blev stopp. Detta gjorde att anläggningen stod stilla hela sommaren 2004 när arbete pågick att blåsa rent rören från kopparflis. Sommaren 2005 provkördes anläggningen i etapper med systemet fyllt med vatten, vilket medförde ett litet energitillskott.

Energiproduktion per m² solfångare

För att jämföra solvärmeanläggningarna med varandra beräknas den relativa energiproduktionen, vilket motsvarar energiproduktion per installerad kvadratmeter solfångare och (kWh/m²). Med denna jämförelse påverkar inte installerad yta av solfångarna resultatet. Detta ger ett resultat hur hela systemet har fungerat och medför att effektiviteten i olika teknislösningar kan jämföras.

I figur 8 presenteras relativa energiproduktionen fördelat över årets tolv månader. Till grund för dessa produktionskurvor är mätvärden då anläggningen varit i full ordinarie drift (bilaga 1; tabell 8, 10, 12 och 14). Graferna kan därför representera den förväntade energiproduktionen om anläggningarna inte utsetts för driftstopp.



Figur 8: Genomsnittlig relativ energiproduktion för Örebro Bostäder AB:s solvärmeanläggningar.

I figur 8 syns att Apelvägen är den anläggning som har högst energiproduktion följt av Lertagsgatan, Varbergagatan och Krukmakaregatan. Sett över hela året producerar anläggningen på Apelvägen 54 % bättre än den minst producerade anläggningen på Krukmakaregatan.

I tabell 2 sammanfattas anläggningarnas förutsättningar samt genomsnittlig energiproduktion. Energiproduktionen presenteras på tre olika sätt. Först faktiska energiproduktionen i genomsnitt per år, därefter energiproduktionen i genomsnitt när mätvärden för driftstörningar och stopp har plockats bort, samt relativa energiproduktionen i genomsnitt när mätvärden för driftstörningar och stopp har plockats bort.

Tabell 2: Sammanfattning av prestanda för Örebro Bostäder AB:s solfångareanläggningar.

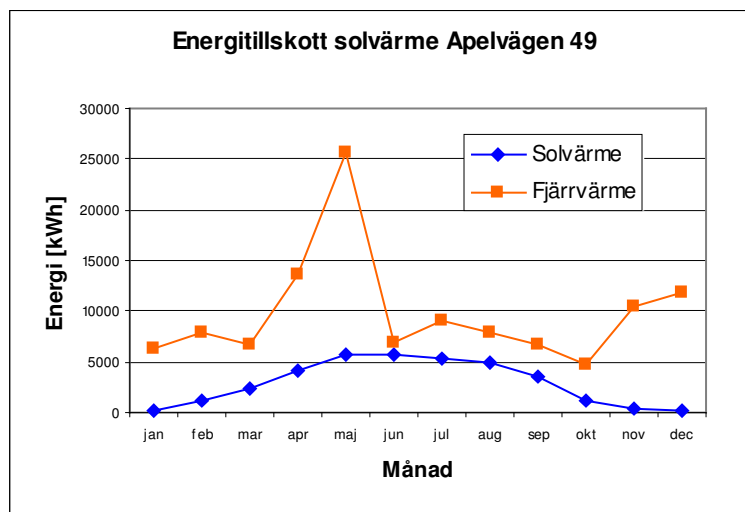
Adress	Area [m2]	Volym [m3]	V/A [l/m2]	System	MWh/år	MWh/år*	kWh/år*
Varbergagatan 235	250	27	108	Öppet	85,1	105,5	424
Krukmakareg. 29	250	18	72	Öppet	77,6	86,5	346
Lertagsgatan 53	230	12	52	Slutet	106,7	113,8	495
Apelvägen 49	65	4	62	Slutet	33,7	34,7	538
*	Beräknat på värden när anläggningar varit i full ordinarie drift						

Alternativ beräkning solvärmertilskott

Ett tänkbart alternativt sätt för att påvisa solvärmens energitillskott är behovet av köpt fjärrvärme. Efter att solvärmens installerades bör rimligen mängden köpt fjärrvärme ha minskat lika mycket som solvärmens har bidragit med i tillskott.

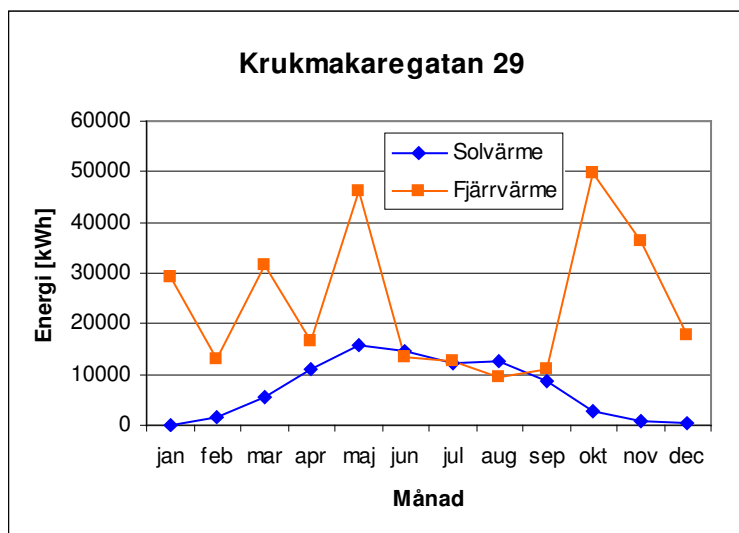
Denna jämförelse är endast aktuell under månaderna juni-augusti. Förklaringen till detta är att solvärmeanläggningarna endast bidrar med tappvarmvatten medan inköpt fjärrvärme består av både värme och tappvarmvatten. Under juni-augusti kan all inköpt fjärrvärme antas vara uppvärmning av tappvarmvatten då värmebehovet under denna tid är minimalt.

I figur 9-12 åskådliggörs minskningen av köpt fjärrvärme efter att solvärmens installerades samt solvärmens uppmätta produktion för de fyra anläggningarna. Observera att det endast är intressant att jämföra månaderna juni, juli och augusti.



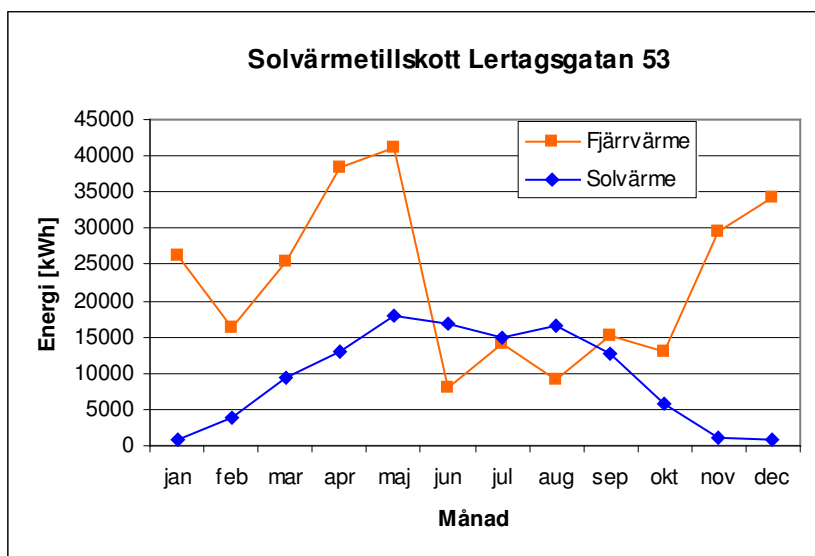
Figur 9: Uppmätt solvärmertilskott samt minskningen av inköpt fjärrvärme efter installation av solvärme.

För juni månad ligger de beräknade värdena på samma nivå medan juli och augusti skiljer sig åt kraftigt. För samtliga tre punkter på sommaren är resultatet av den inköpta fjärrvärmens högre än solvärmens uppmätta tillskott.



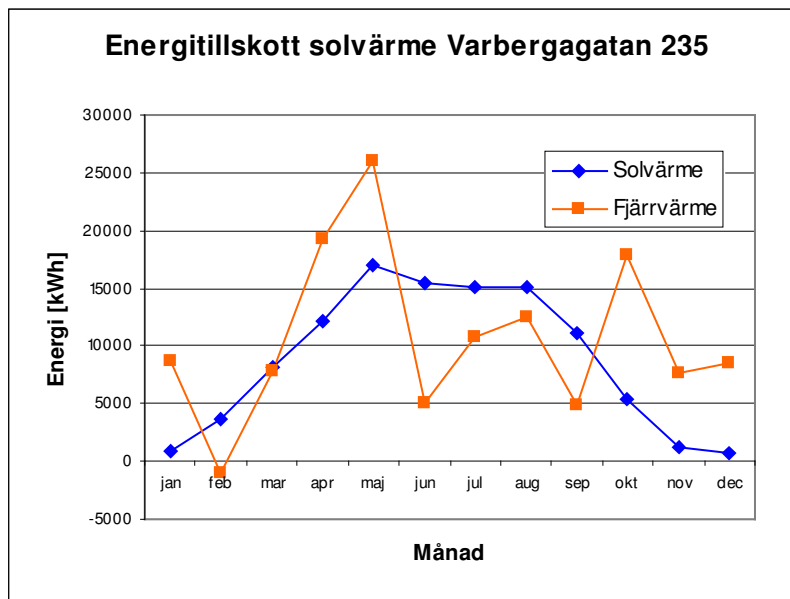
Figur 10: Uppmätt solvärmertilskott samt minskningen av inköpt fjärrvärme efter installation av solvärme.

I figur 10 ses att resultaten för månaderna juni, juli och augusti är likvärdiga. Den uppmätta energiproduktionen överensstämmer mycket bra med den minskade åtgången på köpt fjärrvärme.



Figur 11: Uppmätt solvärmertilskott samt minskningen av inköpt fjärrvärme efter installation av solvärme.

I figur 11 syns att resultatet på de olika beräkningssätten varierar kraftigt för juni och augusti månad. Juli månad överensstämmer riktigt bra på båda beräkningssätten. På alla tre månaderna ligger uppmätta solvärmeproduktionen högre än resultatet beräknat på köpt fjärrvärme.



Figur 12: Uppmätt solvärmertilskott samt minskningen av inköpt fjärrvärme efter installation av solvärme.

Resultatet i figur 12 visar helt olika resultat på den minskade köpta jämfört med uppmätt solvärmeproduktion. Samtliga tre sommarmånader har en klart högre uppmätt energiproduktion än den beräknade från minskad köpt fjärrvärme.

Förbrukning fjärrvärme, varmvatten och kallvatten

I tabell 3 sammanställs medelvärden för fjärrvärmebehovet (förbrukad fjärrvärme), kallvatten och varmvattenförbrukningen.

Tabell 3: Medelvärden på driftsparametrar vid Örebro Bostäder AB:s solvärmeanläggningar.

		Apelvägen	Lertagsgatan	Varbergagatan	Krukmakareg.
Fjärrvärme	kWh	1 154 871	1 353 896	1 141 090	1 465 881
per m ² boyta	kWh/m ²	195,6	203,9	168,3	186,1
Kallvatten	m ³	11 923	13 419	12 454	
per m ² boyta	m ³ /m ²	2,02	2,02	1,84	
Varmvatten	m ³	4534	4002	5046	3938
per m ² boyta	m ³ /m ²	0,77	0,60	0,74	0,5
% Vv av Kv		0,38	0,30	0,41	

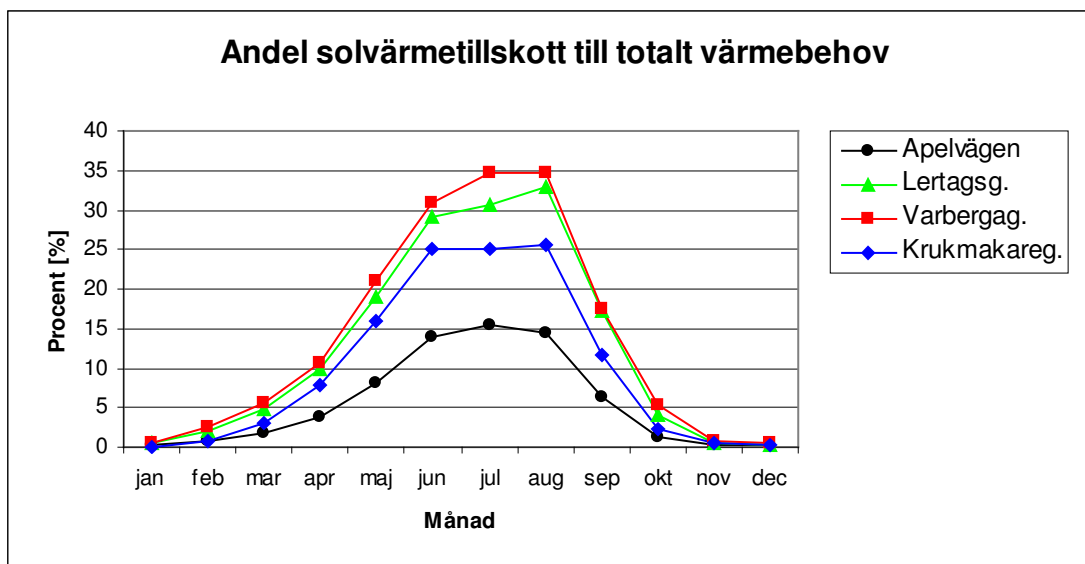
Tabellen visar att anläggningarna i snitt per år förbrukar 168,3 – 203,9 kWh/m² boyta fjärrvärme.

Kallvattenförbrukningen där driftdata finns tillgänglig visar en förbrukning i intervallet 1,84 – 2,02 m³ per m² boyta. Varmvattenförbrukningen i de fyra anläggningarna ligger inom intervallet 0,5 – 0,77 m³ per m² boyta. Andelen varmvatten av totala förbrukningen kallvatten varierar i intervallet 0,30 – 0,41.

Fördelningen över förbrukat kallvatten och varmvatten på årets månader var likartad. En förväntad minskning på sommaren, orsakad av semester etc., gick inte att notera.

Solvärmes andel av totalt värmebehov

För att få en bild av hur mycket solvärmens produktion bidrar till det totala värmebehovet är det intressant att titta på figur 13. Där illustreras de fyra anläggningarnas procentuella tillskott till det totala energibehovet. Bilden ger även en klar uppfattning om hur solvärmens andel är dimensionerad i respektive anläggning.



Figur 13: Energitillskott i fyra solvärmeanläggningar relativt totala värmebehovet.

Figur 13 visar att solvärmens andel är störst under sommarmånaderna, vilket är väntat. Lertagsgatan når under sommarmånaderna juni – augusti en täckningsgrad på 29 – 36 %. Under samma tidsperiod har Varbergagatan en täckningsgrad på 31 – 35 %, Krukmakaregatan en täckningsgrad på 25 – 26 % och Apelvägen en täckningsgrad på 14 – 16 %. Av årets totala värmebehov Apelvägen med 2.9 %, Lertagsgatan med 7.8 %, Varbergagatan med 8.5 % och Krukmakaregatan med 5.6 %.

Månatlig fördelning solvärmestillskott och värmebehov

Den genomsnittliga fördelningen av värmebehovet samt solvärmestillskottet över årets tolv månader presenteras i tabell 4. Dessa fördelningar är baserade på driftdata från Apelvägen 49. Använda driftdata är uppmätta tidsperioden 1995 -2005 för fjärrvärme och juni 1999 - januari 2004 för solvärme.

Tabell 4: Fördelning värmebehov och solvärmestillskott över årets tolv månader.

Månad	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec	Totalt
Sol	8	34	70	116	165	162	150	141	101	34	12	7	1000
Värme	146	127	119	88	56	30	25	25	45	82	115	140	1000

Maj är den månad som ger bäst solvärmestillskott, följt av juni, juli och augusti. Vintermånaderna januari och december kräver störst värmestillskott.

Varmvattencirkulation

Efter uppskattade mätningar på karta och uppskattning vid besök på anläggningarna har längden på respektive anläggningens varmvattencirkulation bestämts. Med k-värdet 10 W/m har respektive anläggningens varmvattencirkulationsförluster beräknats enligt tabell 5. I dessa beräkningar antas förlusterna vara likvärdiga alla årets månader.

Tabell 5: Förluster genom varmvattencirkulation solvärmeanläggningar i Örebro.

	Enhet	Apelvägen	Lertagsgatan	Varbergagatan	Krukmakareg.
VVC längd	m	460	167	279	270
k-värde	W/m	10	10	10	10
Förlust	kWh				
Tid (1 år)	8760 h	40296	14629	24440	23652
Tid(1 månad)	730 h	3358	1219	2037	1971

För att få en uppfattning vad dessa förluster innebär är det intressant att jämföra dessa med inköpt fjärrvärme, producerad solvärme samt totala värmestillskottet på sommaren. Detta ger en uppfattning om hur stor del förlusterna är av respektive tillskott. I tabell 6 visas ett procentuellt intervall innefattande sommarmånaderna juni-augusti för andel förluster av tillskott.

Tabell 6: Varmvattencirkulationens förluster i förhållande till energitillskott månaderna juni-augusti.

	Apelvägen	Lertagsgatan	Varbergagatan	Krukmakareg.
Tillskott solvärme	58 – 64 %	7 – 8 %	13.2 – 13.5 %	13 – 16 %
Köpt fjärrvärme	11 – 14 %	5 – 10 %	13 – 25 %	6 – 11 %
Total (sol+fjärr)	9 – 11 %	3 – 4 %	7 – 9 %	4 – 7 %

Förlusterna mot totala energiförbrukningen varierar i området 3 – 11 % över sommarmånaderna, där Apelvägen har de högsta andel förluster. Ungefär 60 % av solvärmestillskottet på Apelvägen går till förluster genom varmvattencirkulation under sommarmånaderna.

Graddagar 1996 - 2005

Som en vägvisare om året har varit ovanligt kallt eller varmt, vilket i högsta grad har betydelse på förbrukad fjärrvärme, finns antalet graddagar att tillgå från år 1996 och framåt. Med normalåret som grund beskriver tabell 7 hur aktuellt år avviker jämfört med normalåret.

Tabell 7: Förhållande mellan aktuellt år och normalår baserat på graddagar i Örebro.

	Normalår	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
% normalår	1,000	1,116	1,001	0,982	0,933	0,820	0,985	0,969	0,973	0,944	0,930
+/- (%)		11,6	0,1	-1,8	-6,7	-18,0	-1,5	-3,1	-2,7	-5,6	-7,0

Tabell 7 visar att år 1996 och 1997 är de ända åren som haft mer graddagar än ett normalår, vilket innebär att dessa år har varit relativt kalla jämfört övriga år. År 2000 har varit ett ovanligt varmt med endast 82 % av ett normalårs graddagar.

7. Noterade driftstörningar

Varbergagatan

Denna anläggning har sedan våren 2004 inte varit i ordinarie drift. Med start mars-april 2004 byggdes rördragningen från solfångarna till ackumulatortanken om. Anledningen till detta var att kopparrören utvidgade sig för mycket vid höga temperaturer, vilket föranledde påfrestningar på rören. För att ta bort detta problem monterades flexibla rör in med jämna mellanrum på kopparrören. När rören sågades av för att ge plats åt de nya hamnade det kopparflisor i rörsystemet. Trots att rören blåstes rent enligt överenskommelse försvann inte all kopparspån. När väl anläggningen kördes igång igen stoppades flödet i rören och energiproduktionen. Under sommaren 2004 stod anläggningen stilla och rören blåstes igenom ytterligare. Inför sommaren 2005 fylldes solvärmeanläggningen med vatten och var sporadiskt i drift under sommaren.

Krukmakaregatan

Denna anläggning var från våren 2003 till årsskiftet 03/04 inte i ordinarie drift. Anledningen till detta är okänd av ansvarig personal på området idag.

Lertagsgatan

Utan noteringar.

Apelvägen

Utan noteringar.

Kvinnersta Naturbruksgymnasium

Utan noteringar.

8. Diskussion och slutsatser

Att vetenskapligt korrekt avgöra vilka faktorer som påverkat solvärmens produktion är i dessa fall begränsade, då önskvärde mätdata inte finns tillgängliga. Anläggningarna är olika dimensionerade och använder olika systemlösningar, vilket försvårar att jämföra anläggningarna. Detta medför att nedanstående diskussion snarare belyser tänkbara än faktiska faktorer och omständigheter som påverkat resultatet.

Arkivet från anläggningarna varierade kraftigt. I vissa fall fanns hela pärmar bevarade med information, medan andra anläggningar helt saknade information.

Som tabell 1 visar är tillgången på driftdata varierande med tiden. Anledningen till detta är förmodligen att energi historiskt sett varit relativt billigt. Ökade energipriser har medfört ökat intresse för anläggningarnas effektivitet. Första steget i energieffektivisering är att avgöra vart energi och resurser tar vägen och i vilken mängd. Att införa mätning av kallvatten- samt varmvattenförbrukningen är ett steg i denna riktning.

Trots att Örebro Bostäder AB valt att satsa på relativt ny och oprövad teknologi, finns inga tecken på att någon utförligare driftuppföljning har utförts tidigare. Inte heller hos entreprenören finns någon utförligare dokumentation. Anledningen till detta för båda parter kan förmodligen förklaras med tidsbrist, samt att de entusiaster som en gång genomförde dessa projekt bytt arbetsplats.

Energiproduktion

Solen levererar i snitt ca 1000 kWh/m² solfångare och år. Solfångarnas prestanda bestäms genom tester utförda av Statens Forsknings och Provningsanstalt (SP) i Linköping. Dagens plana solfångare har en uppmätt energiproduktion på mellan 350 och 450 kWh/m² och år vid en medeltemperatur i solfångaren på 50 °C, beroende av fabrikat.

Energiproduktionen på ett år i anläggningarna vid ordinarie drift utan driftstörningar är

- Apelvägen	35,0 MWh	eller	538 kWh per m ² och år.
- Lertagsgatan	113,8 MWh	eller	495 kWh per m ² och år.
- Varbergagatan	105,9 MWh	eller	424 kWh per m ² och år
- Krukmakaregatan	86,5 MWh	eller	346 kWh per m ² och år.

Apelvägen presterar överlägset mest energi per m² solfångare. Anledningen till detta är med all sannolikhet att denna anläggning värmeväxlar solvärmens direkt till inkommande kallvattnet i första hand, därefter likt de andra till ackumulatortanken. Detta innebär att solvärmens allt som oftast arbetar mot lägre arbetstemperaturer. Hur mycket denna systemlösning påverkar resultat är dock svårt att avgöra, då olika förutsättningar gäller.

I figur 13 syns att samtliga anläggningar är underdimensionerade värmebehovet. En naturlig följd av detta är att lagringsvolymen för de olika anläggningarna bör få en mindre inverkan på energiproduktionen, då tanken alltid laddas ur och solfångarna därmed får arbeta mot en låg temperatur. En klar skillnad syns på Apelvägen gentemot de andra som har en likartad antal energiproduktion mot totala behovet.

Orsaken till att Lertagsgatan, Varbergagatan och Krukmakaregatan har stor spridning kan diskuteras. Ett rimligt antagande är att reflektorerna på Lertagsgatan bidrar med en ökad solinstrålning/yta solfångare på cirka 20 %². Detta medför att en reducerad energiproduktion på Lertagsgatan hamnar på 403 kWh per m² och år.

Med en underdimensionering i alla tre fallen får lagringsvolymen en mindre inverkan på energiproduktionen än om systemen var dimensionerade exakt efter behovet. Förbrukning av varmvatten per boyta enligt tabell 3 visar klart att Varbergagatan förbrukar mest av de tre, följt av Lertagsgatan och Krukmakaregatan. Den klara skillnaden i varmvattenförbrukning och att systemen är underdimensionerade är förmodligen den troliga orsaken att systemet på Varbergagatan fungerar bäst, följt av Lertagsgatan och Krukmakaregatan. Om systemen hade varit dimensionerade efter dagsbehovet är det rimligt att tro att inverkan på lagringsvolymen hade fått en större betydelse.

Fjärrvärmeproduktion

Att avgöra solvärmens produktion genom att beräkna minskat behov av köpt fjärrvärme under månaderna juni-augusti är inte en tillförlitlig metod. Resultaten varierar kraftigt utan något speciellt mönster för de olika anläggningarna. För Krukmakaregatan är den minskade köpta fjärrvärmen nästintill exakt överensstämmande med den faktiskt uppmätta energiproduktionen. Lertagsgatan och Apelvägen har varsin månad som ger likvärdig energiproduktion medan Varbergagatan inte har någon månad som är ens nära att visa samma resultat.

Bristen på driftdata innan solvärme installerades medför att kraftigt avvikande värden får en större betydelse än om fler år med driftdata funnits. Att den köpta fjärrvärmens både bidrar till varmvatten och värme medför ett känt fel. En kall sommar medför ett ökat värmebehov och köpt fjärrvärme, vilket bidrar till ökad differens mot uppmätt solvärmeproduktion.

Graddagar

Fördelningen av graddagar anknyter inte direkt till några presenterade resultat. De ger extra underlag om det årliga fjärrvärmebehovet vill utredas djupare.

Förbrukning fjärrvärme, varmvatten och kallvatten

Tabell 3 visar att per kvadratmeter boyta förbrukas 1,84 – 2,02 m³ kallvatten och 0,5 - 0,77 m³ varmvatten. Andelen förbrukat varmvatten av förbrukat kallvatten varierar i intervallet 30 – 41 %. Förbrukningen av fjärrvärme per m² boyta varierar mellan 168 – 204 kWh/ m² boyta. Intervallen ovan innebär inga extrema variationer utan kan förklaras med olika vanor i förbrukning.

Varmvattencirkulation

Förlusterna som uppstår vid varmvattencirkulation uppgår sommarmånaderna till 3 –11 % av totala värmebehovet. Beroende på hur solvärmens är dimensionerad varierar andelen av solvärmestillskottet som går åt till förlusterna i varmvattencirkulation. På Apelvägen 49 är denna andel cirka 60 % medan de övriga befinner sig omkring 10-15 %. Att andelen är så pass hög för Apelvägen beror på att längden för varmvattencirkulationen är relativt lång, samt att solvärmens är en relativt liten del av det totala värmebehovet.

² Gunnar Lennermo, Energianalys AB

9. Appendix A : Driftsdata solvärmertilskott

Tabell 8: Driftsdata solvärmeproduktion Krukmakaregatan 29.

Solvärmertilskott Krukmakaregatan 29.								
Yta sol	250	m2						
Månad	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
jan		100	140	50	57	128	87	401
feb		1420	1590	1730	1763	1574	1666	1324
mar		2910	8380	2450	7115	7176	5741	5342
apr	16000	10070	9750	12180	10479	6252	11964	7868
maj	16000	15800	16370		16776	8903	16155	12597
jun	15000	15450	15730		16643	4627	13332	12497
jul	14960	15270	11840		13419	50	8140	10076
aug	12180	15120	13720		14312	38	7888	
sep	7390	9000	11760		10583	38	5122	
okt	3790	4000	2300		3038	59	1236	
nov	910	1000	340		379	63	1196	
dec	150	0	50		73	76	1129	
Totalt [kWh]	86380	90140	91970	16410	94637	28984	73656	50105
[kWh/m2]	346	361	368	66	379	116	295	200

Tabell 9: Beräknade medelvärden solvärmertilskott Krukmakaregatan 29.

Solvärmertilskott medelvärde			
Månad	Faktisk drift	Drift*	Drift* [per m2]
jan	138	138	0,6
feb	1581	1581	6,3
mar	5588	5588	22,4
apr	10570	11187	44,7
maj	14657	15616	62,5
jun	13326	14775	59,1
jul	10536	12284	49,1
aug	10543	12644	50,6
sep	7316	8771	35,1
okt	2404	2873	11,5
nov	648	765	3,1
dec	246	280	1,1
Totalt [kWh]	77553	86503	
[kWh/m2]		346	346

* Produktion vid ordinarie drift utan stopp och störningar

Tabell 10: Driftsdata solvärmeproduktion Apelvägen 49.

Solvärmetillskott Apelvägen 49.							
Yta sol	65	m2					
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
jan		0,00	0	36	398	366	1
feb		2000	1000	1 046	972	1 006	
mar		3000	2000	2 546	2 682	1 950	
apr		4000	3000	4 343	4 432	4 539	
maj	910	6000		5 918	5 533	5 592	
jun	5 560	6000		5 879	5 265	5 578	
jul	5 740	5000		5 157	5 457	4 923	
aug	4 780	5000		5 393	4 726	4 692	
sep	3 000	4000		4 344	2 974	3 393	
okt	2 000	1000		392	1 647	947	
nov	1 000	0		140	358	231	
dec	0	0		160	368	245	
Totalt [kWh]	22990	36000	6000	35354	34812	33462	1
[kWh/m2]	354	554	92	544	536	515	0

Tabell 11: Beräknade medelvärden solvärmetillskott Apelvägen 49.

Solvärmetillskott Apelvägen 49			
Medelvärde			
Månad	Faktisk drift	Drift*	Drift* [per m2]
jan	134	134	2,1
feb	1205	1205	18,5
mar	2436	2436	37,5
apr	4063	4063	62,5
maj	4791	5761	88,6
jun	5656	5656	87,0
jul	5255	5255	80,9
aug	4918	4918	75,7
sep	3542	3542	54,5
okt	1197	1197	18,4
nov	346	346	5,3
dec	155	155	2,4
Totalt [kWh]	33697	34667	
[kWh/m2]		533	533

* Produktion vid ordinarie drift utan stopp och störningar

Tabell 12: Driftsdata solvärmeproduktion Lertagsgatan 51.

Solvärmetillskott Lertagsgatan 51.							
Yta sol	230	m2					
Månad	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
jan		1000	1000	0	597	786	1316
feb		4000	4000	10	2763	4260	
mar	4180	13000	7000	9	9915	7378	
apr	10490	12000	11000	7885	14997	16351	
maj	17270	19000		17949	16608	18288	
jun	17350	17000		10430	16280	16575	
jul	17910	13000		14948	15665	13645	
aug	17070	16000		18843	16585	14446	
sep	11000	15000		15895	11689	10181	
okt	6000	3000		329	7626	6642	
nov	2000	1000		10	872	760	
dec	1000	1000		43	677	590	
Totalt [kWh]	104270	115000	23000	86351	114274	109902	1316
[kWh/m2]	453	500	100	375	497	478	6

Tabell 13: Medelvärde produktion Lertagsgatan 51.

Solvärmetillskott Lertagsgatan 51			
Medelvärde			
Månad	Faktisk drift	Drift*	Drift* [per m2]
jan	783	940	4,1
feb	3007	3756	16,3
mar	6914	9323	40,5
apr	12121	12968	56,4
maj	17823	17823	77,5
jun	15527	16801	73,0
jul	15034	15034	65,4
aug	16589	16589	72,1
sep	12753	12753	55,4
okt	4719	5817	25,3
nov	928	1158	5,0
dec	662	817	3,6
Totalt [kWh]	106859	113778	
[kWh/m2]	465	495	494,7

* Produktion vid ordinarie drift utan stopp och störningar

Tabell 14: Driftsdata solvärmeproduktion Varbergagatan 235.

Solvärmetillskott Varbergagatan 235.								
Yta sol	250	m2						
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
jan		850	1450	900	143	805	615	962
feb		3610	3510	3660	4167	3516	1593	1779
mar		4110	9460	7920	9308	10080	786	6715
apr		10990	10510	9780	14284	14959	703	9651
maj	15000	16000	17970		18290	17735	2460	7884
jun	12000	15350	15420		16864	17807	587	2650
jul	13980	14890	12370		17472	16987	296	9218
aug	12180	14190	14380		18481	16500	260	9948
sep	7860	10000	12860		12309	12116	-292	6462
okt	6490	5000	3600		4197	7423	999	2402
nov	0	2000	940		1350	703	395	689
dec	530	1000	0,46		732	837	688	395
Totalt [kWh]	68040	97990	102470	22260	117597	119468	9090	58755
[kWh/m2]	272	392	410	89	470	478	36	235

Tabell 15: Medelvärde produktion Varbergagatan 235.

Solvärmetillskott Varbergagatan 235			
Medelvärde			
Månad	Faktisk drift	Drift*	Drift* [per m2]
jan	818	794	3,2
feb	3119	3693	14,8
mar	6911	8176	32,7
apr	10125	12105	48,4
maj	13620	16999	68,0
jun	11525	15488	62,0
jul	12173	15140	60,6
aug	12277	15146	60,6
sep	8759	11029	44,1
okt	4302	5342	21,4
nov	868	999	4,0
dec	597	620	2,5
Totalt [kWh]	85096	105529	
[kWh/m2]		422	422

* Produktion vid ordinarie drift utan stopp och störningar

10. Appendix B: Driftdata fjärrvärmeförbrukning

Tabell 16: Förbrukad fjärrvärme Krukmakaregatan 29.

Förbrukning fjärrvärme Krukmakaregatan 29 (kWh)						
	1997	1998	1999	2000	2001	2002
jan	272444	218230	239510	202900	205260	186480
feb	211310	192730	195530	177890	209810	161300
mar	202850	205733	176910	159810	198689	170030
apr	134889	148940	111990	118896	128036	104989
maj	104243	59028	82920	54696	62693	46380
jun	44020	37819	31770	42048	33300	16820
jul	29960	17510	7710	23710	12352	18000
aug	29460	25910	11830	19840	22710	10060
sep	62420	58650	24620	64241	60281	48450
okt	160660	127947	95730	85860	89073	142600
nov	201830	197516	146140	125300	151510	212194
dec	224140	220880	214840	160090	219320	227756
Summa:	1678226	1510893	1339500	1235281	1393034	1345059
Solvärmestillskott		86380	90140	91970	16410	94637
Totalt	1678226	1597273	1429640	1327251	1409444	1439696
Medel:	1465881	kWh				

Förbrukning fjärrvärme Krukmakaregatan 29 (kWh)						
			Medelvärde			
2003	2004	2005		Innan sol	Med sol	Diff
230624	249570	197229	jan	245337	215939	29398
205855	172357	200912	feb	202020	189093	12927
159115	151449	193495	mar	204292	172785	31506
<i>128472</i>	105667	110748	apr	134889	118467	16422
<i>67861</i>	50005	50183	maj	104243	57986	46257
<i>32630</i>	34470	18481	jun	44020	30673	13347
<i>26120</i>	27499	14942	jul	29960	17389	12571
<i>32629</i>	23764	25592	aug	29460	19958	9502
<i>58159</i>	51145	51390	sep	62420	51254	11166
<i>145491</i>	123583	112253	okt	160660	111007	49653
<i>169027</i>	172746	151957	nov	201830	165338	36492
<i>211858</i>	188693	212679	dec	224140	206323	17817
1467841	1350948	1339861	Summa	1643271	1356211	287060
28984	73656	50105				
1496825	1424604	1389966				

Tabell 17: Förbrukning fjärrvärme Apelvägen 49.

Förbrukning fjärrvärme Apelvägen 49 (kWh)							
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
jan	167594	180800	179144	155545	166513	162243	169672
feb	131000	182100	141273	141042	149458	133178	163645
mar	136400	142789	135314	146292	136976	130073	160037
apr	115313	106103	103201	118662	95117	90025	116376
maj	78223	81436	77084	74049	74240	47043	62513
jun	36750	37816	31538	46807	32201	37893	39189
jul	28578	46260	27577	31147	23550	31850	24910
aug	29300	31485	30281	39488	33859	29815	28498
sep	62300	62350	45901	50978	36824	55010	55957
okt	92500	88382	108588	96272	85351	74717	78637
nov	146700	125324	131204	143535	114472	110541	121877
dec	186600	169171	156940	152092	153990	136111	175554
Summa:	1211258	1254017	1168045	1195907	1102551	1038498	1196866
Soltillskott:					22990	36000	6000
Totalt:	1211258	1254017	1168045	1195907	1125541	1074498	1202866

Förbrukning fjärrvärme Apelvägen 49 (kWh)						
			Medelvärde			
2002	2003	2004		Innan sol	Med sol	Diff
140407	173117	172448	jan	169919	163577	6342
118900	150706	138788	feb	148975	141043	7931
126061	125161	122660	mar	139554	132798	6756
78050	100141	86098	apr	107679	94138	13541
43625	57465	49953	maj	77698	52120	25578
20636	25803	32061	jun	38228	31297	6931
22294	20158	23629	jul	33391	24399	8992
16877	27609	12206	aug	32639	24811	7828
41239	46199	57360	sep	55382	48765	6617
107624	113003	91319	okt	96436	91775	4660
153152	124196	133411	nov	136691	126275	10416
165199	152693	142701	dec	166201	154375	11826
1034065	1116251	1062634	Summa	1202791	1085373	117418
35354	34812	33462				
1069419	1151063	1096096				

Tabell 18: Förbrukad fjärrvärme Lertagsgatan 53.

Förbrukning fjärrvärme Lertagsgatan 53 (kWh)								
Månad	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
jan	219596	255160	247130	183231	195130	184100	190530	156110
feb	169140	252920	188900	154260	170440	155940	182780	140470
mar	176010	205680	177410	165511	155780	146350	175977	152877
apr	144338	158340	139530	123476	95020	98079	122068	97436
maj	92566	126290	86970	61349	56680	33906	55827	44380
jun	32646	36252	27620	26944	13380	24290	25345	15270
jul	26331	48050	25740	6890	6080	11060	16043	8110
aug	27120	24520	26100	23270	10780	11650	24400	3340
sep	70830	76500	57060	50740	24970	60517	59894	39980
okt	106440	119490	141550	120001	107830	75882	89073	139920
nov	186210	171331	163880	179497	140560	123410	136490	188225
dec	256530	228228	190500	180940	186780	145830	202080	200494
Summa:	1507757	1702761	1472390	1276109	1163430	1071015	1280506	1186612
Soltillskott:					104270	115000	23000	86351
Totalt:	1507757	1702761	1472390	1276109	1267700	1186015	1303506	1272963

Förbrukning fjärrvärme Lertagsgatan 53 (kWh)						
			Medelvärde			
2003	2004	2005		Innan sol	Med sol	Diff
211623	212434	169908	jan	220049	193719	26330
178680	161973	175058	feb	187132	170886	16246
137410	143923	175210	mar	181153	155775	25378
104502	103359	96011	apr	141421	103173	38248
53254	52715	58666	maj	91794	50775	41018
9771	33243	31059	jun	30866	22848	8018
7917	26086	13228	jul	26753	12646	14106
14670	22880	25530	aug	25253	16179	9074
50054	56034	49148	sep	63783	48657	15126
126764	118437	104575	okt	121870	108926	12944
141063	157370	132216	nov	175230	145619	29610
172997	168336	182055	dec	214050	179796	34254
1208705	1256790	1212664	Summa	1479351	1208999	270352
114274	109902	1316				
1322979	1366692	1213980				

Tabell 19: Förbrukning fjärrvärme Varbergagatan 235.

Förbrukning fjärrvärme Varbergagatan 235 (kWh)						
	1997	1998	1999	2000	2001	2002
jan	189276	171373	173881	160820	176470	148568
feb	155185	138259	144471	143280	165192	125608
mar	138114	147012	130459	126238	160268	125775
apr	102390	107676	72772	80203	101819	77635
maj	68253	50502	48135	23903	40328	40610
jun	21032	33925	11152	14743	17279	5869
jul	19142	15122	6017	10662	4185	8526
aug	23734	19517	15297	8520	7268	5424
sep	42317	38564	23233	43727	51259	36109
okt	110563	102328	77032	66210	82483	115501
nov	142806	159760	116573	105898	129845	166236
dec	172000	160997	166494	134936	186395	173070
Summa:	1184812	1145035	985516	919140	1122791	1028931
Soltillskott:		68040	97990	102930	22260	117597
Totalt:	1184812	1213075	1083506	1022070	1145051	1146528
Medelvärde:	1141080	kWh				

Förbrukning fjärrvärme Varbergagatan 235 (kWh)						
			Medelvärde			
2003	2004	2005		Innan sol	Med sol	Diff
186435	183599	<i>150172</i>	jan	180324,5	171629	8696
160485	<i>152843</i>	<i>152938</i>	feb	146722	147807	-1085
131017	<i>138043</i>	<i>149635</i>	mar	142563	134751	7812
96027	<i>94079</i>	<i>82855</i>	apr	105033	85691	19342
49777	<i>50515</i>	<i>49828</i>	maj	68253	42209	26044
13226	<i>39536</i>	<i>33107</i>	jun	21032	16032	5000
5274	<i>29981</i>	<i>14562</i>	jul	19142	8298	10844
11676	<i>28564</i>	<i>14545</i>	aug	23734	11284	12450
31404	<i>51417</i>	<i>38322</i>	sep	42317	37383	4934
112900	<i>100856</i>	<i>90412</i>	okt	110563	92742	17821
132189	<i>139492</i>	<i>107984</i>	nov	142806	135084	7723
158563	<i>148518</i>	<i>156588</i>	dec	172000	163409	8591
1088973	1157443	1040948	Summa	1174490	1046319,133	128170
119468	9090	58755				
1208441	1166533	1099703				

11. Appendix C: Driftdata förbrukning kallvatten och varmvatten

Tabell 20: Förbrukning varmvatten på undercentral vid Krukmakaregatan 29, Örebro.

Varmvatten (KV) [m3]				
	2002	2003	2004	2005
jan	343	355	367	361
feb	310	322	353	334
mar	343	371	369	365
apr	332	333	337	346
maj	343	379	337	367
jun	332	273	302	290
jul	343	281	276	240
aug	343	289	276	265
sep	332	276	321	279
okt	343	363	350	308
nov	332	346	349	310
dec	344	353	360	308
Summa:	4040	3941	3997	3773
Snitt:	337	328	333	314
			Årsnitt	3938
			Snitt	328

Tabell 21: Förbrukning kallvatten och varmvatten på undercentral vid Apelvägen 49, Örebro.

	Kallvatten (KV) [m3]				Varmvatten (VV) [m3]			Andel VV av KV		
	2003	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006
Jan		1056	1071	968	340	401	396	0,32	0,37	0,41
Feb		944	978	902	359	364	361	0,38	0,37	0,40
Mar		1033	1097		365	428		0,35	0,39	
apr		1074	1040		420	407		0,39	0,39	
maj		1093	1015		412	411		0,38	0,40	
jun		1003	946		388	353		0,39	0,37	
jul	574	951	1007		344	321		0,36	0,32	
aug	1005	984	966		346	336		0,35	0,35	
sep	1004	987	954		361	350		0,37	0,37	
okt	1041	1003	1004		379	392		0,38	0,39	
nov	1010	957	958		382	383		0,40	0,40	
dec	1074	1022	1006		412	406		0,40	0,40	
Summa:	5134	12107	12042	1870	4508	4552	757			
Snitt	1027	1009	1004	935	376	379	379	0,37	0,38	0,40
			Årsnitt	11923		Årsnitt	4534		Årsnitt	0,38
			Snitt	994		Snitt	378			

Tabell 22: Förbrukning varmvatten på undercentral vid Lertagsgatan 53, Örebro.

Kallvatten (KV) [m3]				Varmvatten (VV) [m3]		% VV av KV
Månad	2003	2004	2005	2006	2006	2006
jan		1367	1089	1097	333	0,304
feb		1268	1001	999	301	0,301
mar		1340	1131	1099	334	0,304
apr		1201	1100	1068	366	0,343
maj		1157	1113			
jun	1021	1062	997			
jul	1118	1003	925			
aug	1207	1039	1035			
sep	1264	1059	1013			
okt	1334	1123	1069			
nov	1273	1070	993			
dec	1326	1078	1007			
Summa:	8543	13767	12473	4263	1334	
Snitt	1220	1147	1039	1066	334	0,313
			Årsnitt	13419	Årsnitt	4002
			Snitt	1118	Snitt	334

Tabell 23: Förbrukning varmvatten och kallvatten på undercentral vid Varbergagatan 235, Örebro.

Kallvatten (KV) [m3]			Varmvatten (VV) [m3]				Andel (VV) av (KV)			
	2003	2004	2005	2002	2003	2004	2005	2003	2004	2005
jan		1118	1108	431	456	517	478		0,46	0,43
feb		1035	1021	389	412	473	446		0,46	0,44
mar		1108	1108	431	456	480	471		0,43	0,43
apr		1060	1085	417	442	429	452		0,40	0,42
maj	683	1058	1104	431	456	441	453	0,63	0,42	0,41
jun	985	1020	985	417	442	406	301	0,42	0,40	0,31
jul	986	1014	1003	431	456	363	373	0,44	0,36	0,37
aug	1015	1018	1002	431	456	347	389	0,42	0,34	0,39
sep	1053	1052	980	417	442	373	397	0,40	0,35	0,41
okt	1103	1100	1047	431	456	433	398	0,39	0,39	0,38
nov	1098	1078	970	417	442	456	368	0,38	0,42	0,38
dec	1152	1067	771	432	498	464	394	0,38	0,43	0,51
Summa:	8075	12728	12184	5075	5414	5182	4920	0,40	0,41	0,41
Snitt	1009	1061	1015	423	451	432	410			
		Årsnitt:	12342			Årsnitt:	5148		Årsnitt:	0,42
		Snitt:	1028			Snitt:	429			

12. Appendix D: Varmvattencirkulation andel av värmestillskott

Tabell 24: Sammanställning driftdata sommarmånader medelvärden samt beräkning av förluster varmvattencirkulation.

	Apelvägen	Lertagsgatan	Varbergag.	Krukmakareg.
Solvärmestillskott [kWh]				
Maj	4063	17800	16999	15616
Juni	5761	16800	15488	14775
Juli	5656	15000	15410	12284
Aug	5255	16600	15146	12644
Sept	4918	12700	11029	8771
Köpt Fjärrvärme [kWh]				
Maj	52810	50775	48612	57986
Juni	31735	22848	16215	30673
Juli	23703	12646	8298	17389
Aug	24869	16179	11274	19958
Sept	48074	48657	40559	51254
Total förbrukning [kWh]				
Maj	56873	68575	65611	73602
Juni	37496	39648	31703	45448
Juli	29359	27646	23708	29673
Aug	30124	32779	26420	32602
Sept	52992	61357	51588	60025
Varmvattencirkulation				
VVC [m]	460	167	279	270
VVC förlust [KWh]	40296	14629,2	24440,4	23652
VVC förlust/månad [kWh]	3358	1219,1	2036,7	1971
VVC andel total förbrukning				
Juni	0,090	0,031	0,064	0,043
Juli	0,114	0,044	0,086	0,066
Aug	0,111	0,037	0,077	0,060
VVC andel köpt fjärrvärme				
Juni	0,106	0,053	0,126	0,064
Juli	0,142	0,096	0,245	0,113
Aug	0,135	0,075	0,181	0,099
VVC andel sol tillskott				
Juni	0,583	0,073	0,132	0,133
Juli	0,594	0,081	0,132	0,160
Aug	0,639	0,073	0,134	0,156