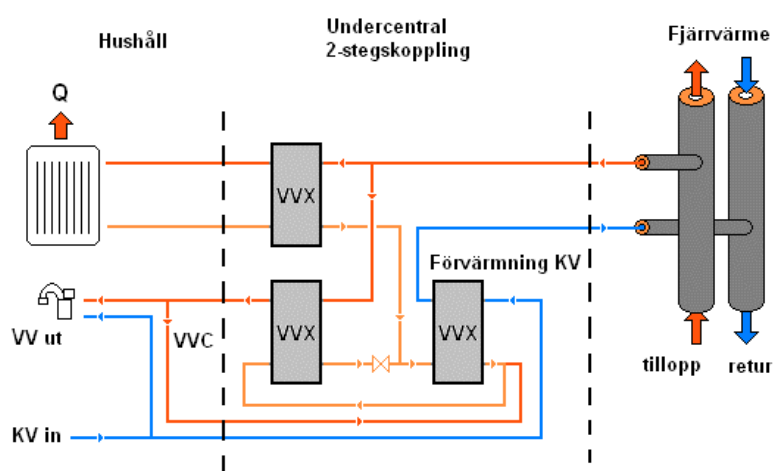




Solvärme i kombination med fjärrvärme

Inkoppling av solvärme mot fjärrvärme

Hur värmen tas till vara på i undercentralen finns det en rad olika lösningar på beroende på omständigheterna i värmesystemet på aktuell plats. Principen i samtliga är att de överför värme till varmvatten samt värme via ett antal värmeväxlare. De solvärmeanläggningar som utvärderats i denna rapport har samtliga en 2-stegskoppling som grund i undercentralen. Se figur 4. Denna typ använder tre värmeväxlare för att tillgodose värmebehovet till undercentralen. Fjärrvärmen går primärt in i två värmeväxlare som reglerar varmvatten och värmen i huset. Returen från värmeväxlaren som används till värme förvärmer varmvattnet. 2-stegskopplingen är den vanligast förekommande och använder returen från radiatorvärmaren till att förvärma varmvattnet [11].



Figur 4: Systemskiss på undercentral med 2-stegskoppling.

Teknik inkoppling solvärme: tre lösningar

Vid inkoppling av solvärme till hushåll som värms med fjärrvärme finns inga självskrivna lösningar, utan de rådande omständigheterna i befintligt system avgör konstruktionen. Genom att generalisera lösningarna går de flesta att placera in i något av de tre alternativen i figur 5.

Primäranläggning

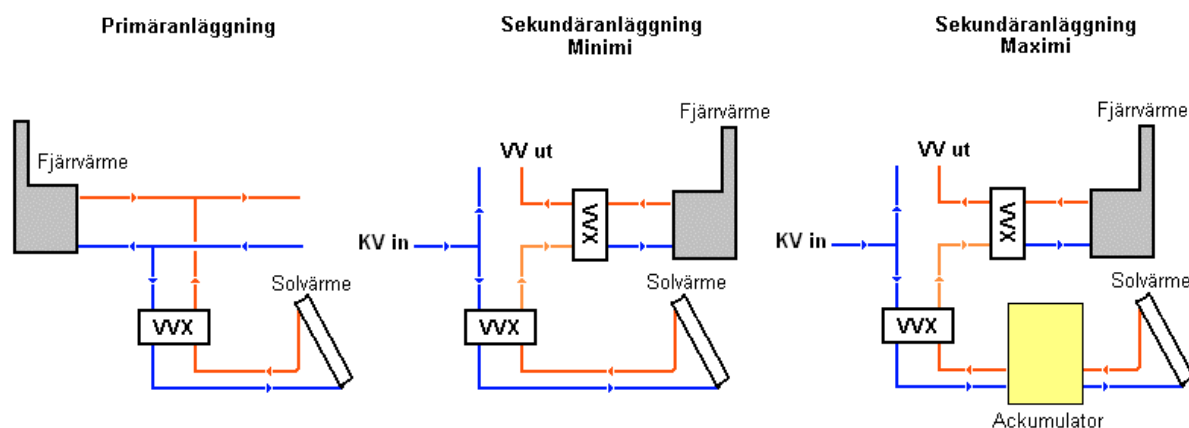
I detta system är solvärmen kopplad direkt på fjärrvärmenätets kulvert och levererar solvärme via en värmeväxlare. Detta ger en relativt enkel lösning med mindre reglering och styrning. En lösning på detta är att ta en del av returvattnet i fjärrvärmekulverten och värma upp och skicka tillbaka in på framledningen. Denna anläggning kan i princip byggas hur stor som helst, då överskottet av producerad värme säljs till fjärrvärmebolaget.

Sekundäranläggning – Minimi alternativet

Denna lösning dimensioneras för att tillgodose varmvattenbehovet samt förlusterna i varmvattencirkulationen momentant när solen lyser som mest på dagen sommartid. I denna teknik förvärmer solvärmen inkommande kallvatten momentant och systemet kräver ingen lagringsvolym. Räcker solvärmen inte till att höja varmvattnet till önskad temperatur kommer fjärrvärmen att göra detta. Fjärrvärmen är i denna anläggning den primära och solvärmen den sekundära värmekällan. Då ingen lagringsvolym finns i systemet är det viktigt att solvärmen inte överdimensioneras, vilket kan medföra höga temperaturer med onödiga påfrestningar som följd. Som riktvärde för denna dimensionering är att ytan solfångare per 100 m² boyta inte bör överstiga 1,5 m².

Sekundäranläggning – Maximi alternativet

Denna lösning dimensioneras för att tillgodose upp till hela behovet av varmvatten och förlusterna i varmvattencirkulation samt värmebehovet under sommarmånaderna. Denna lösning, likt Sekundäranläggning - Minimi, förvärmer inkommande kallvattnet. För att tillgodose samtliga värmebehov sommartid behövs normalt cirka 3 m² solfångare per 100m² boyta. Systemet behöver en ackumulatortank på cirka 100l per m² solfångare för att lagra producerad energi på dagen för att tillgodose hela dygnets energibehov.



Figur 5: Aktuella inkopplingar av solvärme där fjärrvärme används till uppvärmning.

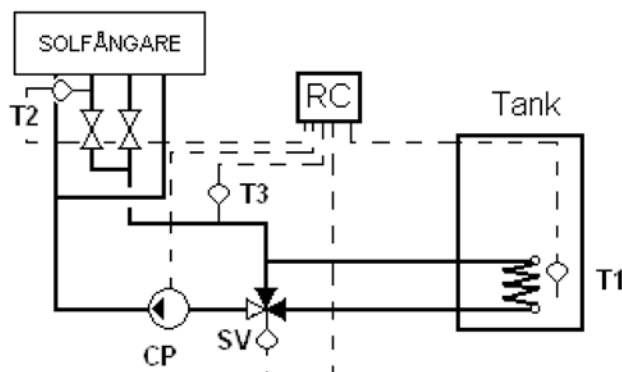
Vedertagna teknislösningar

Förvärmning av rör på solvärmeslingan

Syftet med förvärmning av rören på solsidan är att undvika att köldmediets temperatur är lägre än vattnet i ackumulatortanken vid drift. En lägre temperatur i köldmediet medför att ackumulatortanken laddas ur istället för upp. Förvärmning kan ske med två olika lösningar.

Alternativ 2

Förvärmning av solvärmeslingan sker med en 3-vägs motorstyrd shuntventil. Denna lösning består av tre temperaturgivare (T1-T3), en cirkulationspump (CP), en 3-vägs motorstyrd shuntventil (SV) samt en reglercentral (RC) enligt figur 7.



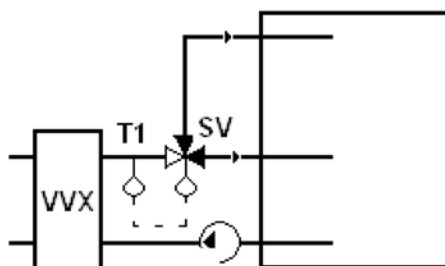
Figur 7: Systemskiss förvärmning med shuntventil

- c. När temperaturen $T1-T2 \leq T_{diff}$ startar cirkulationspumpen (CP). Rekommenderat värde är $T_{diff} = 1$. CP stoppas när $T1-T2 \leq T_{diff}$. Rekommenderat värde är $T_{diff} = 3$.
- d. När temperaturen $T3-T1 \geq T_{diff}$ öppnas shuntventilen till ackumulatortanken och tanken börjar laddas med solvärme. Rekommenderat värde är $T_{diff} = 3$. När $T3-T1 \geq T_{diff}$ stängs shuntventilen mot ackumulatortanken. Rekommenderat värde är $T_{diff} = 1$.

I detta system sker värmeväxlingen till ackumulatortanken via en värmeväxlare i ackumulatortanken. Vilken väg köldmediet cirkuleras styrs av shuntventilen, vars läge styrs av köldmediets temperatur (T3) innan shuntventilen.

Nivåstyrd inmatning av solvärme i ackumulatortank

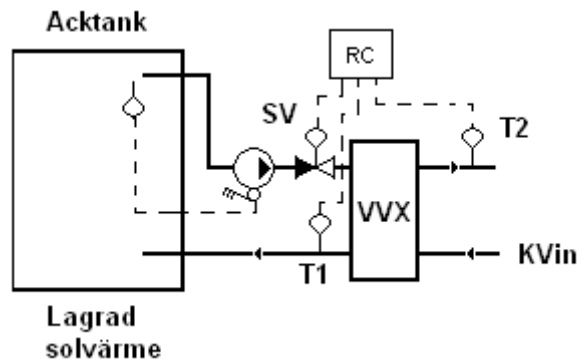
För att öka effektiviteten i en ackumulatortank bör skiktning i tanken eftersträvas. Genom att reglera var solvärmen leds in i tanken efter värmeväxling kan skiktningen förbättras. Detta utförs vanligtvis med en 3-vägs motorstyrd shuntventil (SV) som är temperaturstyrd. Se figur 8. Temperaturen på köldmediet, T1, jämförs med förställda värden i reglercentralen, som därefter styr shuntventilens position. Vatten som överstiger en uppsatt gränsvärde leds in i toppen på tanken.



Figur 8: Nivåstyrd inmatning av solvärme i ackumulatortank.

Temperaturreglering vid värmewäxling ackumulatortank till kallvatten

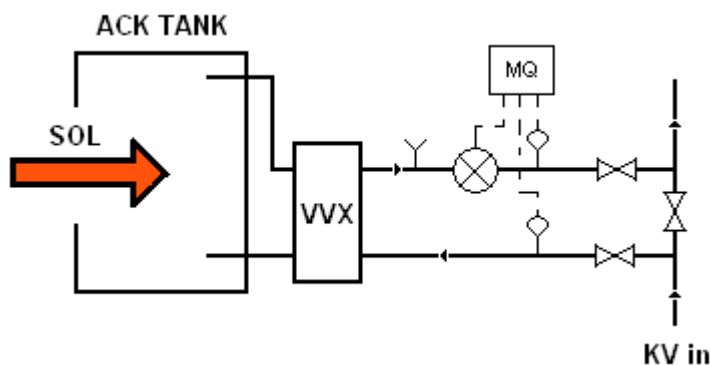
För att öka verkningsgraden vid värmewäxling är det viktigt att få stora temperaturdifferenser på mediet mellan in och utlopp. En låg temperatur T_1 är önskvärd för att optimera ackumulatortankens drift mot solvärmen. Samtidigt måste en given temperatur ut, T_2 , på kallvattnet säkerställas. Genom att registrera dessa temperaturer kan en tvåvägs shuntventil (SV) via en reglercentral (RC) styra dessa temperaturer för optimal drift. Se figur 9.



Figur 9: Temperaturreglering vid värmewäxling till kallvatten

Levererad energi

Energitillskottet från solen mäts med två temperaturgivare och en flödesmätare, se figur 10. Dessa är anslutna där in och utloppet sker av inkommande kallvatten. Förluster i värmewäxlare och energilager (ackumulatortank) uppstår före denna mätning, vilket innebär uppmätt producerad energi gäller för hela systemet och inte för solfångarna. Skulle enbart levererad solvärme från solfångaren mätas skulle flöde och temperaturer mätas i direkt anslutning till denna.



Figur 10: Mätning av solvärmesystemets energitillskott.

Dimensionering av solvärme

Beräkning av värmebehov

- Beräkning av värme- och varmvattenbehov
- Köpt och förbrukat fjärrvärme per månad
- Förbrukat mängd varmvatten per månad
- Förbrukat mängd kallvatten per månad
- Inkommande kallvatten temperatur

Utvärderade anläggningar i denna rapport har ett värde på a i intervallet 0,30 – 0,41 och ett värde på VV i intervallet 0,50 – 0,77 m³/m² boyta.

När volymen förbrukat varmvatten är känd kan värmeförbrukningen Q som åtgår till värmebehovet för varmvatten plus varmvattencirkulation till slutkund beräknas enligt ekv.3.

$$Q_{\text{förbrukning}} = c_p \cdot VV \cdot \Delta T \quad \text{ekv.3}$$

där c_p är specifika värmekapaciteten för vattnet, VV är volymen förbrukat varmvatten och ΔT är temperaturskillnaden på inkommande kallvatten och avgett varmvatten. Normalvärden för inkommande kallvatten är 5-8 °C och avgivet varmvatten runt 60 °C, vilket medför ett ΔT på cirka 55 °C.

Då varmvattenförbrukningen är jämt fördelad över årets månader kan det totala energibehovet för tappvarmvatten för en sommarmånad antas vara $Q_{\text{förbrukning}}/12$. Denna värmeförbrukning för tappvatten bör överensstämma relativt bra med köpt fjärrvärme under månaderna juni, juli och augusti, då dessa månaders värmebehov kan antas vara försumbart.

Alternativ 2: Förbrukning av köpt fjärrvärme

Finns uppgifter tillgängliga på hur mycket fjärrvärme som använts under året går en uppskattad beräkning att göra utefter dessa. Uppköpt fjärrvärme har använts till uppvärmning, varmvatten samt varmvattencirkulation. Genom att använda fördelningen av värmebehovet över året från tidigare erfarenheter, kan sommarmånadernas värmebehov beräknas. Fördelningen av värmebehovet under ett år beskrivs i tabell 1.

Tabell 1: Fördelning på totalt värmebehov i form av uppvärmning, tappvatten och tappvattencirkulation över ett år.¹

Månad	Jan	Feb	Mars	April	Maj	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dec	Tot
Andel	141	124	116	90	65	32	28	27	46	80	114	138	1000

I månaderna juni, juli och augusti kan värmebehovet antas bestå av endast varmvatten och varmvattencirkulation. Den genomsnittliga förbrukningen av fjärrvärme var 2004 i Sveriges flerbostadshus 163 kWh fjärrvärme per m² boyta [12]. Utvärderade anläggningar i denna rapport har en förbrukning av fjärrvärme i intervallet 169 – 204 kWh / m².

För att avgöra hur solvärmen ska dimensioneras är det viktigt att lägga till värmeförlusten genom varmvattencirkulationen. Denna kan beräknas enligt ekv.4.

$$Q_{\text{förlust}} = L \cdot h \cdot t \quad \text{ekv.4}$$

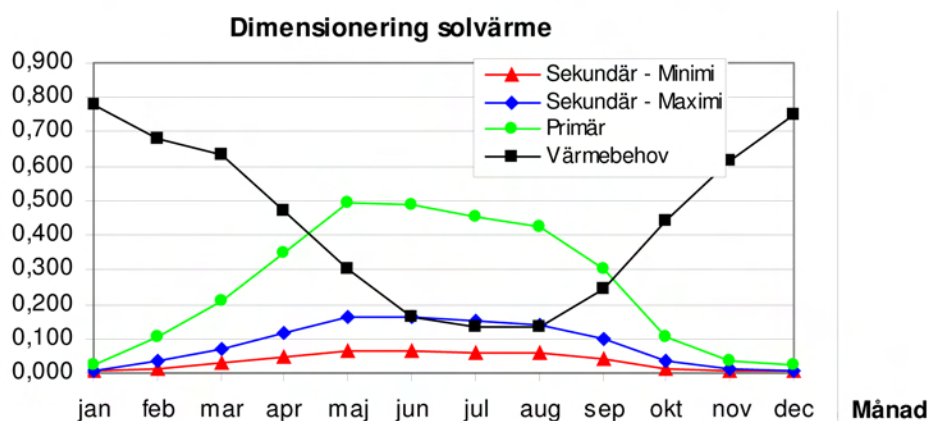
L är längden rör [m], h är värmeförlusterna [W/m] och t är tiden. Värmeförlusten h anges normalt för rör. Finns det inte tillgängligt är en bra uppskattning att värdet är 5-10 W/m [13].

När förlusten för varmvattencirkulationen har beräknats adderas den till varmvattenbehovet och det totala värmebehovet bortsett uppvärmning är bestämt.

Dimensionering solvärme efter värmebehov

När värmebehovet är beräknat för sommarmånaderna är det lämpligt att dimensionera solvärmesystemet. Dimensioneringen för de tre olika systemen som beskrivits i stycket ovan.

- Primäranläggningen
 - o Dimensioneras efter hur mycket utrymme som finns för solfångarna.
- Sekundäranläggning – Minimi
 - o Dimensioneras för att tillgodose tappvatten + tappvattencirkulationen momentant under en solig sommardag. Detta innebär att en uppskattning om hur mycket tappvarmvatten som förbrukas under dagen måste utföras. Denna förbrukning styrs av vilka aktiviteter som görs under dagen och hur många gånger de utförs i respektive hushåll. Här blir det aktuellt att räkna efter tidigare erfarenheter på sannolikhet och förbrukningssätt.
- Sekundäranläggning – Maximi
 - o Här sker dimensioneringen av solvärme efter totala värmeförbrukningen juni, juli och augusti. En överdimensionering ger ett extra tillskott till ett dyrt pris, en underdimensionering ger minskad täckning av värmebehovet, men kan vara nödvändig beroende på platsbrist.



Figur 12: Energidiagram med solvärmertilskott och värmebehov över ett år.

I bakgrunden syns värmebehovet utspritt över årets tolv månader. Primäranläggningen som inte har några begränsningar förutom utrymmesbrist kan dimensioneras godtyckligt. Sekundäranläggningen Maximi täcker hela behovet under juni, juli och augusti. Minimi anläggningen levererar energi för att kunna täcka en förbrukning momentant mitt på dagen när solen ger som mest energi. Fördelningen av den instrålade energin från solvärmen kan ske enligt tabell 3.

Tabell 3: Fördelning av solvärmertilskott över ett år.²

Månad	jan	feb	mar	apr	maj	juni	juli	aug	sep	okt	nov	dec	Totalt
Sol	8	34	70	116	165	162	150	141	101	34	12	7	1000

² Baserat på driftdata från solvärmeanläggning Apelvägen 49, Örebro.