

Sol till både vatten och värme

Enkla åtgärder kan öka solvärmeutbytet



© Formas och författarna
OMSLAGSFOTO Hans Blomberg/Vattenfall
TEXT Centrum för Solenergiforskning, SERC, Högskolan Dalarna
GRAFISK PERTTI Salonen
GRAFISK FORM Stefan Lundström, Blue Media
TRYCK Grafiska Punkten, Växjö, december 2004

Sol till både vatten och värme

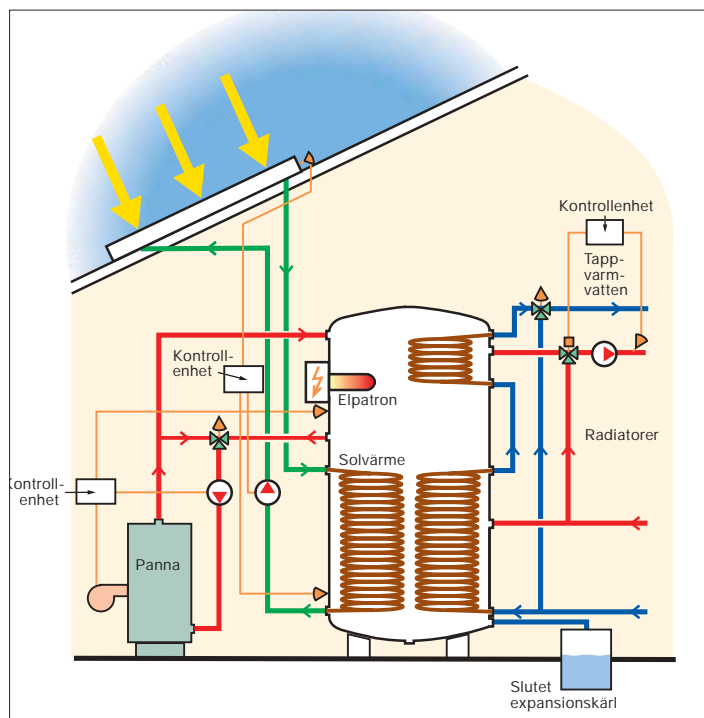
Enkla åtgärder kan öka solvärmeutbytet

Innehåll

Kombisolvärmesystemet – så fungerar det	4
Hur mycket energi sparar ett solvärmesystem?	6
Faktaruta 1: Hur påverkas energibesparingen av husets energianvändning?	6
Faktaruta 2: Hur mycket inköpt energi sparar man?	7
Faktorer som påverkar solvärmeutbytet	8
Tillsatsenergin påverkar solvärmeutbytet	10
Effektiv tappvattenberedning – nyckeln till högt solvärmeutbyte	11
Hur påverkar enskilda komponenter solvärmeutbytet?	14
Faktaruta 3: Hur mycket påverkar de olika komponenterna solvärmeutbytet?	18
Faktaruta 4: Är det lönsamt att förbättra dagens solvärmesystem?	20
Överhettning av solvärmesystemet	20
Provning av solvärmesystem	22
Vad händer internationellt?	23
Fortsatt utveckling av solvärmesystem	25
Källor	26

Kombisolvärmesystemet – så fungerar det

De allra flesta solvärmesystem som installeras idag är av typen kombisystem. Det betyder att de används både för att värma huset och för att få varmvatten i kranarna. Forskningsresultat visar att de här systemen kan göras mycket effektivare än dagens standardsystem.



Figur 1. Exempel på uppbyggnad av ett typiskt svenskt kombisolvärmesystem. Förutom solfångarna finns en panna för till exempel ved eller pellet, som levererar basvärmen under vinterhalvåret. Ofta finns det också en elpatron för tillsatsvärme sommartid när pannan är avstängd. Pumparna för pannkretsen, solfångarkretsen och radiatorkretsen styrs av olika kontrollenheter.

En solvärmeanläggning består av solfångare som omvandlar solstrålningen till värme, en ackumulatortank där värmen lagras samt en värmelast där den infångade solvärmen nyttiggörs. Dessutom behövs det pumpar, reglercentral, värmeväxlare, expansionskärl, filter och säkerhetsventiler. I tappvarmvattensystem används solfångaren bara för att generera varmvatten. I kombisystem, eller kombisolvärmesystem som de också kallas, används solvärmen både för uppvärmning och för varmvattenberedning.

Mellan 80 och 90 procent av de solvärmesystem som installeras i Sverige är kombisystem. Dagens kommersiella system har utvecklats utifrån praktisk erfarenhet av villasolvärme under de senaste tjugo åren. Det finns fortfarande stor potential att förbättra kombisolvärmesystemen. Forskningsresultat visar exempelvis att man kan konstruera solvärmesystem som ger 30 procent mer energi jämfört med dagens standardsystem, utan att öka solfångarean.

Skriften handlar om kombisystem framför allt för villor, även om mycket av det som står gäller också för större system. Den vänder sig i första hand till företagare, konsulter och installatörer i energibranschen. Innehållet bygger på närmare 15 års praktisk forskning och utveckling av villasolvarmeteknik vid Centrum för solenergiforskning (serc) vid Högskolan Dalarna.

Svenskt standardsystem

Principen för ett typiskt svenskt standardkombisystem visas i figur 1. På hustaket finns en solfångare där värmebäraren hettas upp då solen skiner. Värmebäraren är oftast vatten blandat med glykol eller olja. Värmen från solfångaren leds till botten av en vattenfylld ackumulatortank där värmen överförs till tanken genom en inbyggd spiralrörsvärmeväxlare. Tappvarmvattnet värms genom två spiralrörsvärmeväxlare i tanken, där det inkommande kallvattnet förvärms genom den nedre värmeväxlaren och eftervärms genom den övre. Det här arrangemanget ger bättre skiktning av tanken än om bara en värmeväxlare används. Bättre skiktning, det vill säga kallare temperatur i botten av tanken, ger högre verkningsgrad hos solfångaren eftersom värmeförlusterna från solfångaren minskar. Bättre skiktning medför också högre temperatur i toppen av tanken och lägre behov av tillskottsenergi för till exempel varmvattenberedning.

Från ackumulatortanken leds också värme till radiato-



KLAUS LORENZ

rerna, samtidigt som tillsatsenergin från en extern värmekälla kopplas till ackumulatortanken. Den externa värmekälla kan vara till exempel el, olja eller ved. Under sommarhalvåret används ofta en elpatron som tillsatsvärmekälla eftersom pannans verkningsgrad då är låg. Det är också ganska vanligt att tappvarmvattnet bereds med en förrådsberedare inuti ackumulatortanken, så kallad »tank i tank«.

Tankens storlek beror på tillsatsvärmern

Solfångararean brukar variera mellan 7 och 20 m², men vanligast är solfångarareor runt 10–12 m². En tumregel är att man bör ha 50–100 liter ackumulatorvolym per kvadratmeter solfångare, vilket gör att ackumulatortankar på cirka 750 liter är vanliga i kombisolvärmesystem. Har man mindre volym är risken stor att tanken ofta blir fulladdad, och det gör att solfångarna utnyttjas sämre. Om ackumulatorvolymen å andra sidan är för stor ökar värmeförlusterna samtidigt som solfångarna ibland får svårt att värma tanken till önskad temperatur.

Men tankvolymen är också beroende av vilken tillsatsvärme som används. Om man till exempel har vedeldning i en modern keramikpanna bestäms ackumulatorvolymen av vedpannans storlek och beskaffenhet snarare än av solfångararean.

Hur mycket energi sparar ett solvärmesystem?

Det går inte att ge ett entydigt svar på hur mycket energi man sparar med ett solvärmesystem. Energibesparingen beror på många faktorer, till exempel solvärmesystemets storlek, husets värmebehov, varmvattenanvändningen, typen av tillsatsvärme samt systemets utformning och driftgenskaper.

Med den typ av kombisolvärmesystem med cirka 10 m² solfångare som beskrivits tidigare kan man minska behovet av värmeenergi producerat av andra energikällor med 2 000–4 000 kWh årligen. Den lägre siffran gäller för moderna småhus med litet värmebehov för uppvärmning och tappvarmvatten, runt 10 000 kWh årligen. Den högre siffran gäller för äldre småhus med typiska årsvärmebehov över 20 000 kWh. Sammantaget betyder det att ett »normalt« svenskt solvärmesystem av den typ vi beskrivit i bästa fall kan minska årsvärmebehovet från externa värmekällor med upp till 25 procent. Oftast ligger siffran runt 10–20 procent av årsvärmebehovet, men det varierar kraftigt beroende på storleken hos solvärmesystemet och värmebehovet i huset (se faktaruta 1).

Jämförelsemått för prestanda

Det finns olika sätt att beskriva prestanda hos ett solvärme-

system, och beroende på vilket sätt man använder kan man få skenbart olika svar. När man köper solfångare får man ofta uppgift om solfångarens utbyte, det vill säga hur mycket värme av viss temperatur som 1 m² solfångare kan producera under ett normalår. Den siffran är bra för att kunna jämföra olika solfångare. Men den ger inte alltid en bra bild av hur mycket solfångaren ger i ett system, eftersom dess arbetstemperatur varierar kraftigt under året och med olika stora värmelaster.

I den här skriften använder vi *energibesparing* (eb) som mått. Energibesparingen anger hur mycket mindre tillsatsenergi, räknat i kilowattimmar, som används i ett värmesystem med solvärme jämfört med ett referenssystem utan solfångare. På liknande sätt används *energibesparingsgrad* (ebg) för att ange hur många procent mindre tillsatsenergi som används i ett värmesystem med solvärme jämfört med ett referenssystem. Siffrorna är bra för att kunna jämföra olika system.

Om man anger hur mycket värme solfångarna levererar under ett normalår får man ofta ett högre värde än om man anger solfångarsystemets energibesparing. Det beror på att solfångarens arbetstemperatur varierar kraftigt. Dessutom går inte hela produktionen till att ersätta andra

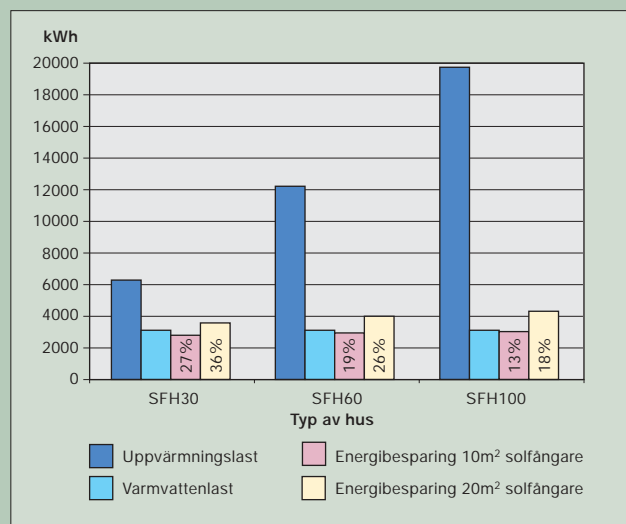
FAKTARUTA 1

Hur påverkas energibesparingen av husets energianvändning?

Värden här och på annat håll i broschyren bygger på resultaten från ett noggrant beräkningsprogram, TRNSYS, som har »kalibrerats« mot laboratoriemätningar. För att beräkna energibesparingen har tillsatsenergin för solvärmesystemet jämförts med det som krävs av ett motsvarande konventionellt system utan solfångare men med samma typ av tillsatsenergi.

Figur 2 visar hur energibesparingen för ett optimerat solvärmesystem i Stockholm varierar med husets uppvärmnings- och varmvattenlast. SFH100, SFH60 och SFH30 är hus av samma storlek (130 m²) men med olika bra isolering. SFH100 motsvarar ett hus från 1970-talet, medan SFH30 är något bättre än det som dagens byggnormer kräver. Energibesparingen (EB) är cirka 3 000 kWh för ett system med 10 m² solfångare, och det varierar förvånans-

Figur 2. Energibesparingen för hus med olika stor värmelast. Siffrorna i staplarna anger energibesparingsgraden.



energikällor i värmesystemet. Under sommaren kan det finnas »överkapacitet« i solvärmesystemet. Då blir tanken extra varm med åtföljande ökade förluster. En del av solfångarens produktion leder alltså till ökade förluster och inte till nytta.

Mesta solvärmen till tappvarmvatten

Det finns studier som visar att många som har installerat solvärmesystem får en betydligt större besparing i inköpt energi än de siffror som anges i den här broschyren. Det gäller oavsett vilken tillsatsvärmekälla man har. En anledning kan vara att man kan stänga av pannor under sommaren då de fungerar som sämst. En annan kan vara att hushållets energianvändning minskar i samband med installationen av solvärmesystemet eftersom energimedvetenheten ökar.

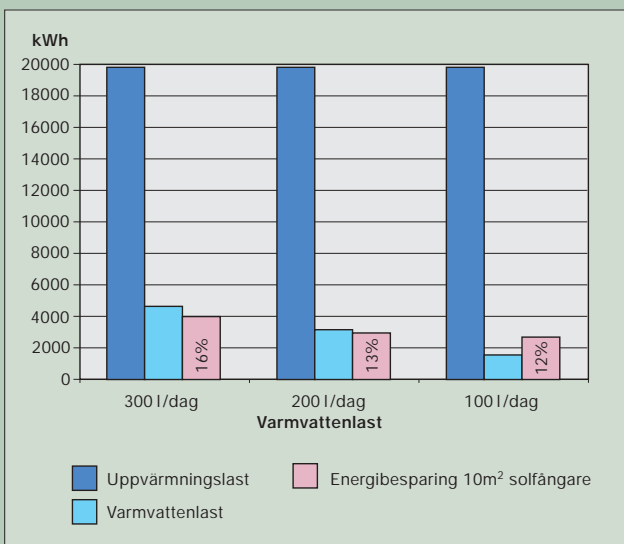
Värmen som produceras i ett kombisolvärmesystem används till både tappvarmvattenberedning och uppvärmning, men huvuddelen används oftast till det förra. Det beror helt enkelt på att den största delen av solvärmen produceras under sommarhalvåret när värmebehovet är litet. I ett vanligt dimensionerat kombisolvärmesystem kan solvärmen stå för över 90 procent av energibehovet under

sommarmånaderna juni–augusti, medan motsvarande siffra för vintermånaderna december–februari kan vara så låg som 1 procent. Under höst- och vårmånaderna står solvärmen ofta för 25–30 procent av värmebehovet.

FAKTARUTA 2

Hur mycket inköpt energi sparar man?

De siffror för energibesparing som anges i broschyren gäller för värmeenergi, alltså efter det att tillsatsenergin har omvandlats till värme i systemet. För el är denna omvandling i princip 100 procent effektiv, medan årsverkningsgraden för en panna kan variera från 65 procent eller lägre för en gammal panna till över 90 procent för en modern panna. Under sommaren är verkningsgraden lägre än på vintern genom att pannan ofta står stilla. Besparingen i inköpt energi kan grovt uppskattas genom att man dividerar besparingen i termisk energi med pannans medelverkningsgrad. Som exempel, för ett system med oljepanna som har en verkningsgrad på 75 procent får man en besparing i inköpt energi på 4 000 kWh ($3\ 000/0,75$) om den termiska energibesparingen är 3 000 kWh. Det motsvarar ungefär 400 liter olja.



vårt lite mellan de olika husen trots att totallasten skiljer med en faktor 2,5. Variationen är större för ett system med 20 m² solfångare. Energibesparingsgraden (EBG) anges i siffror i staplarna; den ökar kraftigt med minskad uppvärmningslast.

Energibesparingen är starkt beroende av hur mycket varmvatten som används eftersom varmvattenlasten är den enda lasten under sommaren då mycket solvärme finns att tillgå (figur 3). Med hög förbrukning (300 liter/dag) uppnår man cirka 4 000 kWh i energibesparing (EB).

Enligt Sveriges Provnings- och forskningsinstitut kommer solfångarna att producera 362 kWh/m² och år om solfångarnas medeltemperatur är 50°C. Den siffran ger en årsproduktion på 3 600 kWh värme för 10 m² solfångare. I exemplet här uppnås så hög energibesparing med solfångarsystemet bara om varmvattenanvändningen är hög. Om den är låg finns det mindre behov av solvärmen, och energibesparingen blir låg.

Figur 3. Energibesparing för hus med olika stor tappvarmvattenlast. Siffrorna i staplarna anger energibesparingsgraden.

Faktorer som påverkar solvärmeutbytet

Ett optimalt solvärmesystem måste utformas utifrån varje enskilt hus och hushålls förutsättningar. Därför går det inte att ange ett optimalt solvärmesystem som passar för alla installationer. Om värmesystemet är bra utformat kan nyttan av solfångarinstallationen vara betydligt större än med ett dåligt utformat värmesystem.

Om man bortser från solfångarna (»ökad solfångararea ger mer solvärme«) och värmelasten (»ökat energibehov under sommaren ger högre solvärmeutbyte«) så finns det vissa principer som är gemensamma för alla solvärmeinstallationer för att de ska ge stort solvärmeutbyte.

Högre temperatur ger mindre värme

Den värme som genereras då solstrålningen absorberas i solfångaren kommer antingen att värma vätskan i solfångaren eller försvinna till omgivningen i form av värmeförluster. Värmeförlusterna är temperaturberoende. Ju högre temperatur solfångaren har, desto större blir värmeförlusterna, och desto mindre del av solstrålningen kan omvandlas till användbar värme. Vill man att solfångaren ska leverera mycket energi ska man därför låta den arbeta vid så låg temperatur som möjligt.

»Ju högre temperatur solfångaren arbetar vid, desto mindre värme levererar den«

Tanken ska vara skiktad

I en skiktad ackumulatortank bibehåller man varmt vatten i övre delen och kallt vatten i nedre delen utan att områden med olika temperatur blandas. Om innehållet i en skiktad tank blandas kommer energiinnehållet (medeltemperaturen) att vara detsamma, men möjligheten att utnyttja energin försämras.

En skiktad tank kan lättare klara de temperaturkrav som finns till exempel för tappvarmvattenberedning; det gör att andra externa energikällor inte behöver tillföra värme med hög temperatur lika ofta. Samtidigt ger den blandade tanken högre temperatur i botten och därmed

högre inloppstemperatur till solfångarna jämfört med om tanken är skiktad. Med ökad inloppstemperatur ökar solfångarens medeltemperatur under drift; det ökar värmeförlusterna från både solfångarna och rörsystemet mellan tanken och solfångarna.

»En bra skiktad tank förbättrar solvärmeutbytet«

Håll låg temperatur i värmesystemet

Eftersom värmeutbytet från en solfångare är temperaturberoende är det ofördelaktigt att först generera värme vid en hög temperaturnivå och sedan blanda ner den till lägre temperatur vid användandet. Detta sker till exempel i en radiatorshunt eller i en vanlig blandningsventil för tappvarmvatten. Av samma anledning är det fördelaktigt att använda så låg temperatur som möjligt för att klara värmebehovet. Egentligen är ju sluttemperaturbehovet bara 20°C luft för värmesystemet. Vidare bör solfångarna ges möjlighet att ladda tanken (i den övre delen) med den temperatur som krävs för varmvatten, och helst inte med en högre temperatur. Detta håller nere solfångarens temperatur, och därmed dess värmeförluster.

»Låt värmesystemet arbeta vid lägsta möjliga temperaturnivå«

Alla komponenter viktiga för skiktningen

Om det finns en komponent i systemet som motverkar en skiktad temperaturfördelning i tanken så kan fördelarna av andra komponenter inte göra sig gällande. Även om exempelvis en tappvattenautomat bygger upp en fin skiktning i tanken vid tappningen så har man ingen nytta av det om flödet i värmesystemet samtidigt är stort eller anslutningen är felplacerad. Detta rör i stället om och blandar tanken om kopplingen mellan radiatorretur och ackumulatortank är illa utformad.

»Alla komponenter i värmesystemet ska sträva efter skiktningen«



Större varmvattenkomfort ger lägre solvärmeutbyte

Den volym i tankens övre del som värms upp av tillsatsenergi ska vara så liten och ha så låg temperatur som möjligt för att uppnå högt solfångarutbyte. Om den uppvärmda volymen är liten finns det mer utrymme att lagra solvärme i nedre delen av tanken. Om den uppvärmda volymen högst upp i tanken dessutom har låg temperatur, det vill säga en låg termostatinställning på tillsatsvärmen, kommer solvärmen snabbare att kunna ladda upp tanken till denna temperatur och förhindra att tillsatsenergin behöver träda

in. Ökad varmvattenkapacitet kräver antingen större uppvärmd volym eller högre temperatur i tankens övre del, vilka båda försämrar solvärmeutbytet. Denna konflikt beskrivs närmare i avsnittet om effektiv tappvattenberedning.

»Ökad varmvattenkomfort ger lägre solvärmeutbyte«

Tillsatsenergin påverkar solvärmeutbytet

I ett svenskt kombisolvärmsystem används olika typer av energikällor som tillsatsvärme för att klara värmelasten när solvärmerna inte räcker till. Det kan vara till exempel elpatron, olje- eller pelletspanna.

Tillsatsvärmekällan är monterad så att värmen tillförs den övre delen av ackumulatortanken. De här värmekällorna är automatiska och håller en förinställd temperatur med hjälp av en termostat som mäter temperaturen i tanken där tillsatsvärmerna är inkopplad. I kombisolvärmsystemen ersätter solvärmerna tillsatsvärme genom att termostaten inte behöver slå till lika ofta.

Det är vanligt att tillsatsvärmerna kopplas in på en sådan höjd att cirka en tredjedel av tankens volym är uppvärmd. Komfortkraven avgör vilken temperatur termostaten ska ställas in på och vilken effekt tillsatsvärmekällan behöver ha. Tillsatsvärmerna kan tillföras högre upp i tanken. Det innebär en mindre uppvärmd volym, och därmed en högre



inställd temperatur för att en viss komfort ska kunna tillgodose. På samma sätt kan tillsatsvärmerna tillföras på en lägre nivå, med lägre krav på temperaturinställning som följd. En hög placering av tillsatsvärmerna är bra vintertid eftersom tankförlusterna hålls nere med liten uppvärmd volym. Sommartid fungerar ett sådant system sämre eftersom tillsatsvärmerna slår på onödigt ofta då solfångarna inte alltid förmår leverera den höga temperatur som krävs. En låg placering av tillsatsvärmerna är därför bättre sommartid, men å andra sidan ökar då tankförlusterna under vinterhalvåret. För en tank på 750 liter ger en inkoppling av tillsatsvärmerna en tredjedel från toppen av tanken i genomsnitt ett bra förhållande både sommar och vinter.

Stäng av pannan under sommaren

Som tidigare påpekats har förbränningspannor ofta lägre verkningsgrad under sommaren. Det beror på att pannans drifttid är relativt kort samtidigt som pannan ofta har ganska stor vattenvolym. Det innebär stor energianvändning i förhållande till den mängd energi som lämnas till husets energiförsörjning eftersom pannan hinner svalna genom värmeförluster mellan drifttillfällena. Ur energisynpunkt är det därför att rekommendera att pannan stängs av under sommaren och att tillsatsvärmerna i stället kommer från en elpatron monterad i toppen (övre tredjedelen) av ackumulatortanken.

Om tillsatsenergin kommer från en vedpanna beror solvärmeutbytet dessutom på hur man eldar. Om man företrädesvis eldar på kvällen kommer ackumulatortanken ofta att ha kylts av en del under natten. Det gör att botten på tanken, och därmed inloppstemperaturen till solfångarna, är låg då solfångarna startar dagen därpå. Om man däremot eldar på morgonen och fyller hela ackumulatortanken med varmt vatten kommer solfångarnas inloppstemperatur att vara hög från start. Det senare reducerar utbytet från solfångarna och kan i värsta fall bidra till kraftigt minskat solvärmeutbyte.

Effektiv tappvattenberedning – nyckeln till högt solvärmeutbyte

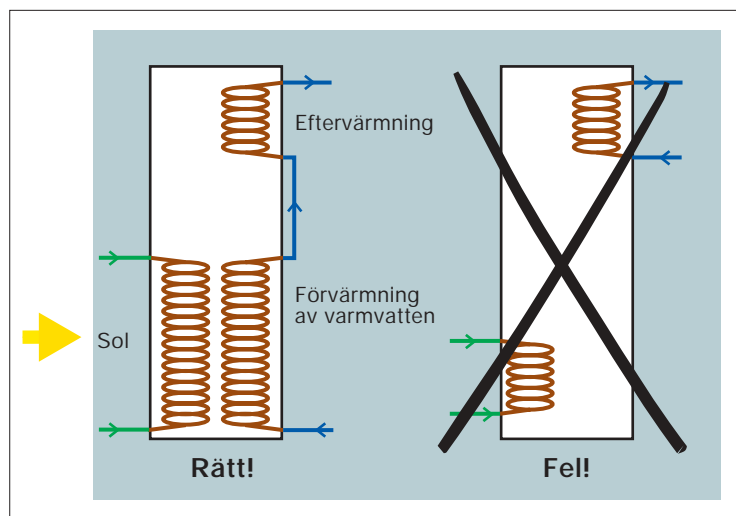
Kombisolvärmesystem ska leverera värme både till tappvarmvatten och uppvärmning. Men det är huvudsakligen tappvarmvattenberedningen som bestämmer den lägsta temperaturen i tanken, eftersom det kalla vattnet som ska bli varmvatten är betydligt kallare än vattnet i radiatorkretsen. Sättet att bereda tappvarmvatten påverkar även tankens skiktning, och därmed solfångarens inloppstemperatur och utbyte.

I den traditionella kombitanke som dominerar de svenska solvärmesystemen används två värmexlaren gjorda av kamflänsrör i serie för att värma tappvarmvatten. Den första värmexlaren placeras i tankens nedre del, oftast ovanför solvärmexlaren, och används för att förvärma det inkommande kallvattnet. Den andra tappvattenväxlaren placeras i den uppvärmda volymen högst upp i tanken och används för att slutvärma tappvarmvattnet. Det här sättet att värma tappvarmvattnet motiveras utifrån att det utnyttjar solvärmen effektivt. Även om väderförhållandena är mindre gynnsamma kan solfångaren ofta producera värme med lägre temperatur som kan användas för förvärmning av tappvarmvattnet.

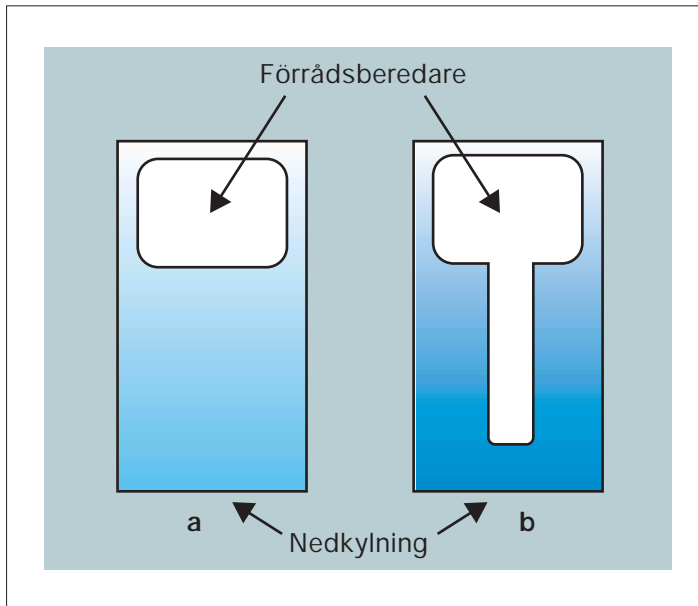
Studier visar att energibesparingen kan öka om förvärmningsslingan placeras nära botten av tanken, det vill säga i jämnhöjd med solvärmeslingan, i stället för ovanför solvär-

meslingan. Orsaken är att förvärmningsslingan arbetar mot en mindre volym och därför snabbare kyler ner tanken där solvärmexlaren finns. Om solvärmeslingan sträcks ut i höjdlängd bör även förvärmningsslingan sträckas ut i samma område av tanken.

Tappvarmvatten kan beredas genom interna värmexlaren, men det kan också värmas i en förrädsberedare som är placerad inuti ackumulatortanken, »tank i tank«. Ur solvärmesynpunkt har förrädsberedaren både fördelar och nackdelar jämfört med kamflänsrör. Eftersom vattnet i beredaren får samma temperatur som det omgivande vattnet i ackumulatortanken betyder det att man kan ha en relativt låg termostatinställning på tillsatsvärmen. Detta ökar solvärmeutbytet eftersom solfångaren kan arbeta mot lägre temperatur jämfört med om interna kamflänsrör används för att producera tappvarmvatten med samma temperatur. Nackdelen är att en förrädsberedare lätt kan försämrade skiktningen i tanken genom att tankvattnet rörs om då förrädsberedaren kyls av och ger »kallras« kortvarigt i tanken. Ska förrädsberedare användas i solvärmetankar måste man därför vidta åtgärder för att förhindra alltför stor omrörning. Ett sätt är att använda förrädsberedare som når långt ner i tanken; det är en vanlig teknik på den europeiska kontinenten.



Figur 4. Om interna kamflänsrörsvärmexlaren används för tappvattenberedning ska det alltid finnas två stycken, och inte bara en. En av värmexlarna placeras i toppen och den andra nära botten av ackumulatortanken.



Figur 5. a) Förrådsberedare nära toppen av ackumulatortanken kan lätt orsaka omrörning genom »kallras« och nedkylning av hela volymen nedanför beredaren. b) Genom att sträcka ut förrådsberedaren neråt kyls botten av ackumulatortanken först, och skiktningen av tanken förbättras.

Motverka legionellatillväxt

Den svenska byggnormen rekommenderar att det bör vara 60°C i varmvattenberedaren. Dessutom finns det ett krav på att tappvarmvattnet ska vara 50°C vid tappstället. Anledningen till kravet är risken för tillväxt av bakterier, framför allt legionella, i varmvattenberedaren och vattenledningarna. Legionellabakterien finns i nästan allt kallvatten och frodas bäst i vattensamlingar som har temperaturer mellan 25 och 45°C under en vecka eller längre, till exempel i förrådsberedare. Vid temperaturer över 55°C dör bakterien, snabbare ju högre temperaturen är. Är temperaturen 55°C dör bakterien på cirka tre timmar, medan det tar tio minuter om vattentemperaturen är 60–65°C.

Legionellabakterien är farlig framför allt vid inandning via vattendimma. Därför är det vid dusch och till exempel bad i bubbelpool med legionellasmittat vatten som risken för smitta är störst. Bakterien kan orsaka en allvarlig lungsjukdom med till och med dödlig utgång. I Sverige rapporteras årligen ett antal fall av legionellasmitta. Det har bland annat gällt fall där varmvattentemperaturen har satts lågt för att spara energi. Oftast handlar det om större system

för servicehus, sjukhus och simhallar. Det är ofta personer med redan nedsatt immunförsvar som drabbas.

Det finns inga rapporterade fall av legionellasmitta där det ansetts att låg temperatur på grund av solvärme varit orsaken. För att det inte ska ske i framtiden heller krävs det att solvärmesystemen utformas så att legionellatillväxt förhindras. Man ska därför inte lockas att sätta tappvarmvattentemperaturen eller elpatronens termostat alltför lågt för att öka solvärmeutbytet.

En tappvattenautomat kan förbättra systemet

En tappvattenautomat är en extern plattvärmväxlare som kopplas till ackumulatortanken enligt figur 6. En pump på värmväxlarens primärsida (tanksidan) pumpar varmt vatten från tankens topp till tankens botten. Flödet på primärsidan regleras så att önskad varmvattentemperatur uppnås till användaren på sekundärsidan. En bra fungerande tappvattenautomat för en ackumulatortank ska vara konstruerad så att returen till tankbotten på värmväxlarens primärsida är så kall som möjligt. Samtidigt bör flödet vara så lågt som möjligt för att omrörningen av tanken ska bli minimal.

Mätningar och beräkningar har visat att tappvattenautomater har mycket stor potential att förbättra villasolvärmesystemens prestanda. Det kan innebära ökade energibesparingar med över 15 procent jämfört med traditionell tappvattenberedning med kamflänsrör. Tappvattenautomaten är den enskilda komponent som har störst potential att förbättra energibesparingen i svenska solvärmesystem.

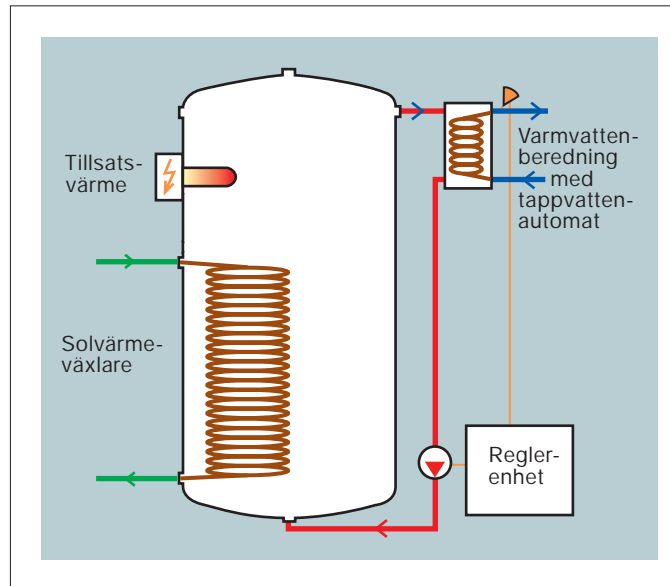
Principen att använda tappvattenautomater är vanligare i stora värmeanläggningar och har länge ansetts vara för kostsam och komplicerad i mindre anläggningar. Men de senaste åren har tekniken börjat användas för varmvattenberedning genom koppling till villapannor för att ersätta trasiga varmvattenberedare, och idag finns flera fabriker på den svenska marknaden. Dessa tappvattenautomater är dimensionerade för hög returtemperatur till tanken. Det gör dem olämpliga att kopplas in direkt mot en ackumulatortank för solvärme. Låg returtemperatur till tanken, och därmed även lågt flöde in i tanken, kan uppnås med hjälp av en varvtalsstyrd pump eller en tvåvägsventil i primärkretsen i kombination med en värmväxlare med hög värmeöverföringskapacitet (2 500–3 000 W/K). Flera ledande solvärmesystem på den europeiska marknaden använder tappvattenautomater för varmvattenberedning.

Solvärmeutbyte kontra varmvattenkomfort

Som tidigare nämnts finns det en konflikt mellan solvärmeutbyte och varmvattenkomfort. Om man vill öka varmvattenkomforten och kunna tappa en större energimängd på kort tid, kan det göras antingen genom att öka den värmda volymen för varmvattnet eller öka vattnets temperatur. Om man ökar den värmda volymen, minskar den soluppvärmda volymen i nedre delen av tanken. Det medför att tanken ofta blir fulladdad tidigt, samtidigt som solfångaren producerar »onyttig« överskottsvärme. Om man ökar temperaturen på den uppvärmda volymen så måste solfångarna producera värme av högre temperatur för att ersätta tillskottsvärme. I båda fallen minskar alltså solvärmeutbytet.

Även högre flöden i varmvattenkretsen leder till minskat solvärmeutbyte, även om mängden energi som tappas är lika. Detta gäller om varmvattnet bereds med värmeväxlare, det vill säga med kamflänsrör eller med en tappvattenautomat. Om man till exempel vill kunna tappa upp ett badkar med högt flöde (cirka 18 liter/minut) så måste vattentemperaturen i tankens överdel vara närmare 20°C högre än den tappvarmvattentemperatur man vill ha, eftersom värmeväxlarens värmeöverföringskapacitet sätter begränsningar på vilken framledningstemperatur man kan få.

Om man i stället tappar samma energimängd med samma temperatur men med lågt flöde, till exempel en snålspolande dusch med 6 liter/minut, kan temperaturinställningen i tanken sänkas till bara 5–10°C över den temperatur som behövs. Tio grader högre temperaturinställning på tillsatsvärmens kan medföra en minskning av energibesparingen med upp till 25 procent. Det beror på att solfångarna måste arbeta vid högre temperatur samtidigt som tankförlusterna ökar. Det är viktigt att påpeka att de här siffrorna bara är exempel. I ett visst system är temperaturförlusten starkt beroende av värmeväxlarnas typ och storlek.



Figur 6. Exempel på tappvattenautomat kopplad till ackumulatortanken.

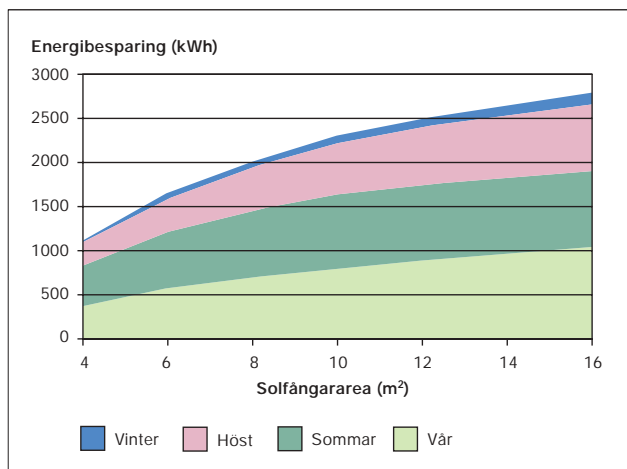
Hur påverkar enskilda komponenter solvärmen

Alla delar av solvärmesystemet påverkar hur mycket energi solvärmen kan bidra med. Därför måste man ta hänsyn till alla komponenter i energisystemet när ett solvärmesystem ska optimeras, från solfångarna fram till radiatorerna och tappvarmvattenkranen.

Genom att titta på en del av värmesystemet i taget och hur utformningen påverkar energibesparingen kan man få en bild av de enskilda komponenternas betydelse i ett solvärmesystem.

Solfångararean

Ökad solfångararean ger ökad energibesparing. Men ju större solfångararean är, desto mindre marginell nytta har man av den ökade arean. Med andra ord: om man fördubblar solfångararean så fördubblar man inte energibesparingen. Orsaken är att upp till en viss solfångararean så genereras lika mycket nyttig (användbar) värme som ackumulatortanken kan lagra och systemet förbruka. Ökas solfångararean ytterligare så uppstår allt oftare perioder där solfångarna tvingas arbeta vid högre temperaturer mot lagret.



Figur 7. Energibesparing i kWh/år för ett hus med årlig värmelast på 8 000 kWh och varmvattenlast på 300 kWh. Energibesparingen anges som funktion av solfångarnas storlek och är fördelad på årstiderna. Solfångarna är av typen Lesol 3.

Ett exempel på detta visas i figur 7 där man ser hur stor energibesparingen blir i ett hus med måttlig värme- och varmvattenlast vid olika solfångarareor. När solfångararean ökas till mer än 8 m² så är det framför allt energibesparingen höst och vår som påverkas, medan den energibesparing man får sommartid är i det närmaste konstant för solfångarareor över 10 m². Ökas solfångararean över 12 m² är marginalnyttan av de extra solfångarna mindre än 100 kWh/m² och år. Det kan ändå vara intressant med större solfångarareor om varmvattenlasten är hög under sommaren.

Solfångartypen

Energibesparingen är också starkt beroende av solfångartyp, vilket framgår av figur 8. Bilden visar hur stor solfångararean som krävs för att en viss andel av årsvärmebehovet ska täckas av solvärme. Två olika solfångare och två olika solfångarlutningar jämförs. Om energibesparingsgraden med solvärme ska vara 25 procent och vakuumsolfångare används, så behövs cirka två tredjedelar av den area som krävs jämfört med om man i stället använder plana solfångare för att nå samma energibesparing.

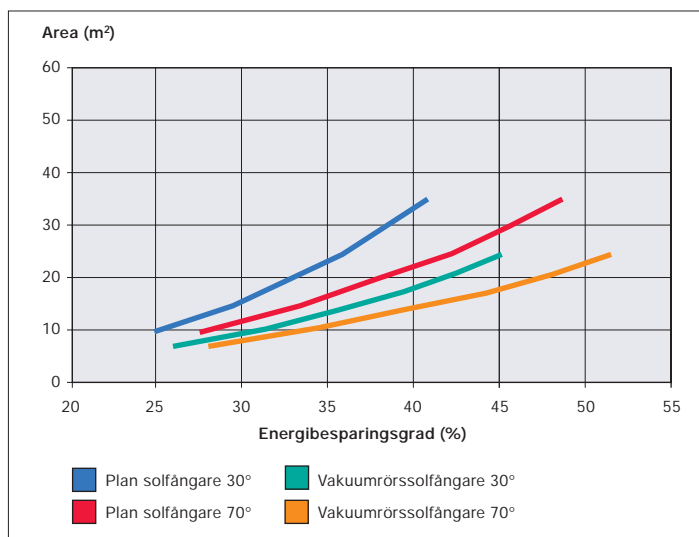
Om energibesparingsgraden däremot ska vara 45 procent behövs bara drygt halva arean med vakuumsolfångare jämfört med plana solfångare. Skillnaden beror på att vakuumsolfångarna har låga värmeförluster. Det gör att de dels har större årsproduktion än plana solfångare, dels är mindre känsliga för ackumulatortankens och lastens temperaturkrav.

Akkumulatortanken

Ökad ackumulatorvolym ger i allmänhet högre energibesparing eftersom det är lättare att spara solvärme från perioder med hög solinstrålning och låg värmelast. Å andra sidan ökar värmeförlusterna från ackumulatortanken med ökad volym, om isoleringstjockleken är densamma. Om ackumulatorvolymen ökas till över 100 liter per m² solfångare är ökningen i energibesparing marginell och kan knappast motiveras av ekonomiska skäl. Men det kan finnas andra skäl till att ha en större ackumulatorvolym, till exempel om man har ett hus med hög värmelast eller eldar med modern vedpanna.

Ärmetbytet?

Om volymen ökas till över 150 liter/m² kan energibesparingen till och med minska på grund av ökade tankförluster. Om ackumulatorvolymen minskas till under 50–60 liter/m² solfångare så minskar även energibesparingen kraftigt därför att en liten ackumulatorvolym snabbt blir fullt uppvärmd under soliga dagar.



Figur 8. Jämförelse mellan hur stor solfångararea som krävs för att nå en viss energibesparingsgrad med två olika typer av solfångare och två olika lutningar på solfångarna. Solfångarna antas vara riktade mot söder. Exemplet gäller ett hus i Stockholm med årlig värmelast på 8 000 kWh och varmvattenlast på 3 100 kWh och där ackumulator-tanken har hög skiktning.

Tankisoleringen

Även tankens isoleringsstandard påverkar energibesparingen; en tankisolering kring 10–12 cm brukar vara vanlig. Alltför liten isoleringstjocklek ökar värmeförlusterna och kan därför äta upp stora delar av energibesparingen med solvärmesystemet. Som ett räkneexempel (samma värmesystem som beskrivs i faktaruta 1) kan nämnas att en minskning av isolertjockleken från 12 cm mineralull till 6 cm minskar energibesparingen med cirka 25 procent, medan en ökning av isolertjockleken till 20 cm i stället ökar energibesparingen med 10 procent. I detta fall antas ackumulatortanken ligga separat från resten av huset vilket gör att värmeförlusterna inte kommer huset till godo; då kan 20 cm isolering av tanken vara ekonomiskt lönsamt.

Det är viktigt att påpeka att värmeledning och framför allt själv-cirkulation i röranslutningarna till tanken kan ge stora värmeförluster (storleksordningen 100 W/rör), även



Figur 9. Exempel på ett spirallindat kamflänsrör i en ackumulatortank. Det här kamflänsröret är den övre värmeväxlaren för tappvarmvattenberedning. Den värmeväxlare som används för solfångarkretsen ser likadan ut men sitter i nedre delen av ackumulatortanken. Den här typen av värmeväxlare kallas också för värmebatteri.

om tanken är välisolerad. För att undvika detta kan rören förses med ett vattenlås i form av en nedgående böj på röret intill tanken innan röret går ut ur isoleringen. Höga förluster kan också uppstå genom konvektionsrörelser i isoleringen. Ytterst bör därför ett lufttätt skikt finnas som tätas vid alla rörgenomföringar.

Om tanken är placerad i bostadshuset kommer en del av värmeförlusterna att kunna tillgodoräknas husets uppvärmning under uppvärmningssäsongen. En förändring av tankens isoleringstjocklek blir då mindre kritisk, även om tendensen kvarstår att ökad tankisolering ger ökad energibesparing. Det är viktigt att komma ihåg att en liten tankisolering eller köldbryggor på grund av dåligt utförda inkopplingar mot tanken ökar värmeförlusterna för alla typer av energisystem. Värmeförlusterna är viktiga att beakta i solvärmesystem eftersom tanken ofta kan nå höga temperaturer under solrika dagar och man vill kunna lagra värmen så länge som möjligt. Dessutom kan en dåligt isolerad solvärmes tank placerad inne i huset leda till övervärmning av huset sommartid och sämre värmekomfort.

Solfångarkretsen

I de flesta svenska solvärmesystem används inbyggda spirallindade kamflänsrör som värmeväxlare för överföring av solvärme till tanken. De brukar vara placerade i den nedre tredjedelen av tanken. Ett exempel på ett kamflänsrör visas i figur 9.

Flödet genom solfångarkretsen påverkar energibesparingen. Ofta använder man högflöde genom solfångarna. Det innebär flöden i storleksordningen 0,6–0,8 liter/m² solfångare och minut. Detta passar en kompakt och lågt placerad värmeväxlare. Om lågflöde runt 0,2 liter/m² solfångare och minut används i solfångarkretsen, medför det en högre inloppstemperatur till tanken. I så fall ska man dra ut spiralerna, till exempel till sin dubbla längd, så att returen från solfångarna hamnar strax ovanför mitten på tanken.

På detta sätt kan energibesparingen ökas beroende på att ökad höjd på spiralen ger bättre skiktning i tanken och därmed lägre inloppstemperatur till solfångarna. Det är dock viktigt att kamflänsrörets inlopp inte är placerat över

den temperaturgivare i ackumulortanken som används för att styra tillsatsvärmern.

Mätningar visar att ett lägre solfångarflöde i kombination med utdragen solslinga oftast innebär större energibesparing. Lägre flöde i solfångarkretsen har också fördelen att mindre rördimensioner till och från solfångarna kan användas, och det innebär lägre kostnader. Samtidigt minskar värmeförlusterna från rören om klenare rör kan användas.

Om solvärme ska installeras i ett befintligt värmesystem med ackumulortank kan det vara aktuellt med en extern solvärmväxlare om inbyggt kamflänsrör saknas i tanken. Returen från denna värmväxlare mot tanken bör kopplas relativt högt upp på tanken, på cirka halva tankens höjd men fortfarande under tillsatsenergins nivå. Lågt flöde genom solfångarkretsen ger det bästa resultatet, precis som när det gäller solvärmväxlare med kamflänsrör. En optimal installation av extern solvärmväxlare innebär också att flödet bör vara ungefär lika stort på båda sidor av värmväxlaren.

En nackdel med externa värmväxlare är att det behövs en extra pump på sekundärsidan, och att den extra energi som då behövs kommer att äta upp en del av energibesparingen. Det är också viktigt att komma ihåg att inloppet till tanken från solvärmväxlaren har tillräckligt stor diameter så att omrörningen i tanken minimeras. En god regel är att röranslutningarna till tanken bör ha en sådan diameter att flödes hastigheten är mindre än cirka 3 cm per sekund för att undvika onödigt omrörning av tanken. I normalfallet innebär det att röranslutningar på minst 25 mm ska användas för inloppsanslutningar mot tanken.

Uppvärmningssystemet

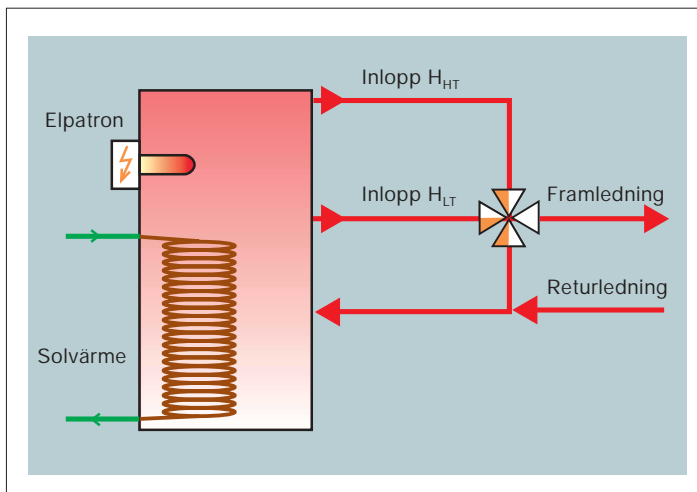
Radiatorretsens temperatur påverkar solvärmeutbytet genom att låg returtemperatur främjar ackumulortankens skiktning. Beräkningar visar att det går att öka utbytet från solvärmsystemet med i storleksordningen 10 procent om värmesystemet dimensioneras med 25°C returtemperatur, jämfört med 45°C returtemperatur som är vanligt för radiatorsystem idag. Framledningstemperaturen har mycket mindre påverkan på energibesparingen förutsatt att man jämför värmesystem som avger samma effekt. Men det är inte självklart att man kan jämföra till exempel golvvärmsystem med radiatorsystem eftersom värmeförlusterna från huset kan vara olika i de två fallen. Resultatet bör tolkas med viss försiktighet.

Även radiatorinkopplingens höjd i ackumulortanken



SOLVIS GMBH & CO KG

Figur 10. Ett skiktfördelningsrör fördelar returvattnet från radiatorretsen på olika nivåer i ackumulortanken. Varje öppning i röret täcks av ett membran som öppnar sig vid en bestämd temperatur. Radiatorvattnet tillförs röret nerifrån och stiger till rätt röröppning. Bilden visar ett försök med inladdning av färgat vatten i en genomskinlig ackumulortank. Vattnet lägger sig på rätt nivå och omrörningen i tanken är liten.



Figur 11. System med bivalent (fyrvägs) shunt på ackumulortanken.

FAKTARUTA 3

Hur mycket påverkar de olika komponenterna solvärmeutbytet?

Då flera förändringar görs samtidigt är det inte alltid säkert att effekterna av de olika förändringarna kan adderas rakt av. Ibland kan olika typer av förändringar delvis motverka varandra. Det gör att summan i energibesparing blir mindre än summan av de enskilda förändringarnas bidrag. I andra fall kan flera olika förändringar i stället förstärka varandra så att summan i energibesparing blir större än vad man först kan tro genom att summera de enskilda förändringarnas bidrag. De olika systemförslagen måste därför studeras som helhet var och en för sig för att den möjliga förbättringen gentemot ett standardsystem ska kunna bestämmas.

I figur 12 på nästa sida visas exempel på hur stora energitillskotten från solvärmerna kan bli för några olika systemkombinationer. Beräkningarna utgår från det system som beskrivs i faktaruta 1, det vill säga ett nybyggt småhus med årlig värmelast på cirka 11 000 kWh och 10 m² solfångare. Detta system ger en elenergibesparing på 2 280 kWh/år jämfört med ett elpatronvärmesystem utan solvärme; det motsvarar en energibesparingsgrad på drygt 20 procent. I figuren jämförs energitillskotten för olika åtgärder med hur stor solfångararea som krävs för att få samma energitillskott med standardsystemet. Den bästa åtgärden i exemplet ger ett ökat solvärmestillskott på 25 procent. Om samma energitillskott ska uppnås genom ökad solfångararea måste denna ökas med 90 procent.

Observera att om referenssystemet i stället vore försett med en extern panna (till exempel olja eller biobränsle) skulle energibesparingen av köpt energi bli betydligt större, eftersom pannans verkningsgrad är lägre än en elpatrons lokala verkningsgrad (exklusive kraftverket), speciellt under sommaren när solvärme ger som mest.

System	Ökning i årlig energibesparing (%)
--------	------------------------------------

1. Utdragna värmeväxlare i tankens nedre del och lägre flöde i solfångarkretsen	6
2. Som system 1 men med en hög returinkoppling på värmesystemet	9
3. Som system 2 men med installation av en bivalent shunt på radiatorsystemet	12
4. Extern plattvärmeväxlare för tappvattenberedning	18
5. Som system 4 men med utdragen värmeväxlare i solfångarkretsen	20
6. Extern plattvärmeväxlare för tappvattenberedning och för solkretsen. Høgt flöde (0,8 l/m ² och minut) i solkretsen.	22
7. Som system 6 men med lågt flöde (0,2 l/m ² och minut) i solkretsen	25

påverkar energibesparingen. Från en traditionell ackumulatortank hämtas värme till ett radiatorsystem via en shuntventil. Hetvattenporten på shuntventilen brukar kopplas till ackumulatortankens topp, medan returledningen kopplas till tankens botten. En høgt placerad radiatorretur – på mitten eller strax ovanför mitten av tanken – främjar solvärmeutbytet under vinterperioden men försämrar utbytet något under vår och høst. Det är dock viktigt att radiatorreturen placeras under tillsatsvärmens inkoppling och ovanför förvärmningsslingan för tappvarmvatten.

Om man kan ordna så att inkopplingshöjden är variabel så att returvattnet alltid hamnar på den temperaturnivå i tanken som motsvarar den aktuella returtemperaturen, så kan utbytet från solvärmeanläggningen öka i storleksordningen 3–4 procent. Ett exempel på variabel inkoppling är ett skiktfordelningsrör som visas i figur 10. Ett skiktfordelningsrör kopplat till en extern solvärmeväxlare kan också öka solvärmeutbytet.

Ytterligare ett sätt att öka energibesparingen genom att modifiera radiatorkretsen är att använda en bivalent shunt som ersätter den ordinarie trevägs radiatorshunten (figur 11). Den bivalenta shunten blandar framledningstemperaturen från tre portar: 1) høgtemperaturporten (hht) som kopplas till tankens topp, 2) lågtemperaturporten (hlt) som kopplas till tankens nedre eller mellersta del (under tillsatsvärmens) där solvärmvattnet kan hämtas, och 3) returen från värmesystemet som vid vanlig shuntventil. Detta gör att solvärmerna kan utnyttjas maximalt för produktion av värme till radiatorkretsen.

Det är lika viktigt här som vid solvärmens inlopp till tanken att sänka vattenhastigheten från värmesystemets cirkulation till under 3 cm/s vid inloppet i tanken. Syftet är att hindra omrörning och behålla god skiktning i tanken. Detta kräver större rördimension än 25 mm eftersom värmesystemets flöden normalt är väsentligt høgre än solfångarkretsens. Vid ett ganska normalt flöde av 20 l/min på värmereturen skulle det krävas en inre rördiameter på 120 mm! För att nå ner till 3 cm/s inloppshastighet måste därför en lösning tillgripas med till exempel ett perforerat rör inne i tanken som fördelar returen på stor inloppsytta.

Energi till pumpar

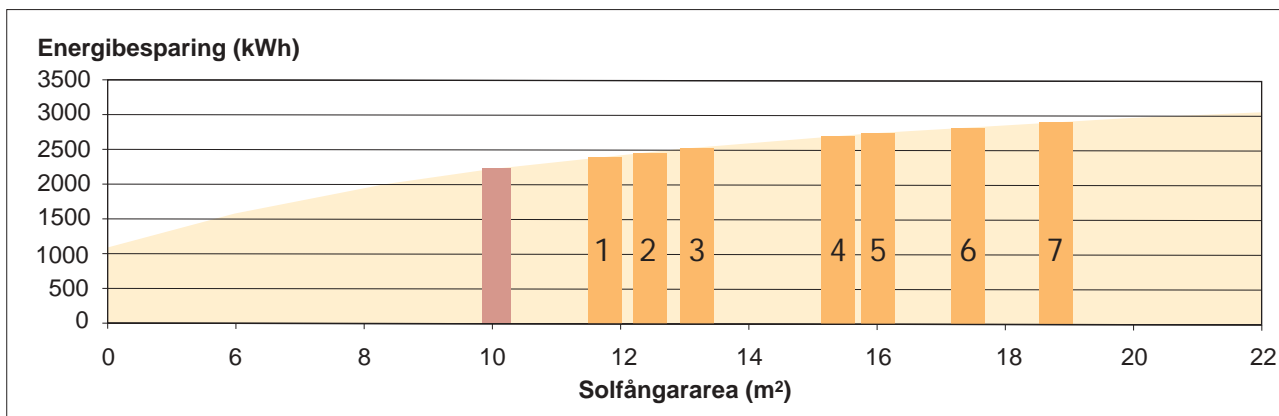
Pumpar kräver el. Om man ska göra en rättvis energibalans för solvärmesystem måste man ta hänsyn till den extra energi som krävs i och med inkopplingen av solvärme i systemet. I ett typiskt svenskt solvärmesystem (figur 1) behövs en extra pump för solfångarkretsen. Ofta är det en

standardcirkulationspump med en elektrisk effekt på cirka 60 W och med 1 500 timmars drifttid årligen för solfångarna. Det innebär att det behövs cirka 90 kWh el för att driva systemet. Det motsvarar i storleksordningen 2–4 procent av den energibesparing som solvärmen ger upphov till. I mer avancerade solvärmesystem kan det behövas flera pumpar. Om solvärmen till exempel matas in i ackumulatortanken med en extern värmeväxlare samtidigt som en tappvattenautomat används för tappvattenberedningen så behövs tre pumpar: en på tappvattensidan (som används väldigt lite i villasystem) och två för solfångarkretsens primär- respektive sekundärkrets. Men den förbättring i energibesparing man uppnår med mer avancerade solvärmesystem är mycket större än den extra elenergi som behövs för pumparna.

De pumpar som används i solvärmesystem är ofta kraftigt överdimensionerade, framför allt när det gäller flödeskapacitet. Det beror delvis på att det inte har utvecklats speciella pumpar som är anpassade för solvärmesystem. Man kan därför förvänta sig att framtidens solvärmepumpar kommer att dra betydligt mindre elenergi. Som jämförelse är den hydrauliska effekt som krävs för att cirkulera vätska i en solfångarkrets ofta i storleksordningen 2–3 W, vilket är cirka 4 procent av den eleffekt som en normal pump för solfångarkretsen kräver idag.

Livscykelperspektiv

I ett livscykelperspektiv måste även den energi och det material som behövs för att tillverka, installera och skrota (återanvända) solvärmesystemet tas med i beräkningen. Användaren är ofta omedveten om detta. Men det är viktigt för solvärmens ställning som en miljövänlig energikälla att den totala energijätgången under solvärmesystemets livslängd är låg. I det internationella samarbetet inom IEA (International Energy Agency) har man räknat på flera olika kombisolvärmesystem; samtliga system visar på energ återbetalningstider på mindre än två år. Solvärmesystemet producerar med andra ord mer energi under de första två åren än vad som används för att tillverka det. Beräkningarna visar också att de svenska kombisolvärmesystemen är bland dem som har kortast energ återbetalningstid, bland annat därför att vi i Sverige har traditionen att använda materialsnåla produkter.



Figur 12 visar hur energibesparingen i solvärmekombisystem kan ökas med upp till 25 procent vid bibehållen solfångaryta, ackumulatortorstorlek och last. I figuren jämförs energitillskotten från olika åtgärder med hur stor solfångararea som krävs i ett standardsystem för att få samma energibesparing. De olika staplarna visar energibesparingen med olika åtgärder som listats i faktaruta 3 på sidan 18.

Är det lönsamt att förbättra dagens solvärmesystem?

Lönsamheten hos olika typer av förbättringar av solvärmesystemen beror på hur mycket förbättringen kostar och vad man tjänar på den. Livslängden på dagens solvärmesystem är minst 20 år. Under denna tidsperiod kan energipriset komma att ändras radikalt. De flesta bedömare anser att energipriset kommer att öka. Det medför i så fall kortare återbetalningstider och att det blir mer lönsamt att förbättra solvärmesystemen. Erfarenheter från villamarknaden visar dessutom att äldre solvärmesystem ofta har ett betydande andrahandsvärde. Värdet av ett väl fungerande villasolvärmesystem är därför ofta större än vad beräkningar baserade på 20 års avskrivningstid visar, beräkningar som utgår från att systemet har värdet noll vid avskrivningstidens slut.

Följande tre beräkningar visar att det troligen är lönsamt att förbättra dagens solvärmekombisystem.

Modifierat standardsystem

Detta motsvarar system 3 i faktaruta 3. Systemet ger en extra energibesparing på 270 kWh/år. Det är en ökning med 12 procent jämfört med referenssystemet. Merkostnaden för de utdragna värmeväxlarna borde vara ringa då vi kan anta att de inte har något högre materialinnehåll. Merkostnaden för en bivalent shunt jämfört med en trevägsventil är några hundralappar. Kostnaden uppvägs av billigare rör (klenare rördimensioner) och mindre dimension på rörisoleringen på solvärmesidan. Då detta system i praktiken borde medföra mycket marginella merkostnader, samtidigt som energibesparingen ökar avsevärt, borde den här systemlösningen ha potential att bli en del av framtidens standardsolvärmesystem.

System med externa värmeväxlare

Detta motsvarar system 7 i faktaruta 3. Systemkonstruktionen ger cirka 575 kWh högre energibesparing. Det är en förbättring med 25 procent jämfört med ett standardsystem med interna kamflänsrör i tanken. Systemet innebär en merkostnad jämfört med ett standardsystem eftersom det tillkommer tappvattenautomat inklusive reglercentral samt extern solvärmesystem. Tankkonstruktionen blir dock billigare eftersom de inbyggda värmeväxlarna ersätts. Samtidigt behövs ingen reglercentral för solkretsen; reglercentralen för tappvarmvattenberedaren kan sköta även detta. Merkostnaden för systemet beräknas till 5 000–6 000 kr jämfört med ett standard-system. Med de energipriser som gällde hösten 2004 betyder detta en återbetalningstid på cirka tio år.

Avancerade system

Det finns också exempel på mer komplicerade system som kan ge ytterligare energibesparing. Med klaffördelningsrör som ger variabel inmatning av radiatorvattnet och vattnet från solfångarkretsen kan man åstadkomma ytterligare skiktning av tanken. Tillsammans med tappvattenautomat och bivalent shunt kan det ge en extra energibesparing på över 30 procent jämfört med dagens standardsystem. Men det här systemet kostar i dagsläget väsentligt mer än standardsystemet, och återbetalningstiden med dagens kostnadsnivåer beräknas till mellan 15 och 20 år. Om returtemperaturen i husets radiatorsystem kan sänkas finns det dessutom potential för ytterligare ökning av energibesparingen med i storleksordningen 5 procent.

Överhettning av solva

Ett problem med kombisolvärmesystem är att de periodvis producerar mer värme än vad som behövs under sommaren. De reglarenheter för solfångarkretsen som används idag är i allmänhet inställda på att stänga av pumpen i solfångarkretsen om ackumulatortanken blir fylld med värme, vilket ofta betyder att temperaturen i tankens botten når 95°C.

När solfångarpumpen stängs av kommer solfångaren att fortsätta värmas upp tills den når sin stagnationstemperatur, det vill säga den temperatur då värmeförlusterna från solfångaren är lika stora som den solstrålning som absorberats av solfångaren. Eftersom dagens solfångare är konstruerade för att ha små värmeförluster blir stagnationstemperaturen hög, ofta upp mot 200°C. Samtidigt som temperaturen ökar så ökar trycket i solfångarkretsen. Stagnation kan också inträffa även om tanken inte är laddad, till exempel vid ett elavbrott då pumpen som cirkulerar vätskan i solfångaren stannar.

Solvärmesystemen måste alltid vara konstruerade för att klara av att hamna i stagnation. Den teknik som är dominerande i Sverige bygger på att solfångarkretsen är trycksatt med 2–3 bars övertryck. I normalt dimensionerade solvärmesystem höjs trycket (och temperaturen) upp till 6–9 bars tryck vid stagnation, för att sedan sänkas när instrålningen mot solfångaren minskar.

Brister med det svenska systemet

Detta sätt att hantera situationer med överhettning av solvärmesystemet har flera brister. Den värmebärare som pumpas runt i solfångarkretsen är oftast en blandning av vatten och glykol för att förhindra sönderfrysning under vinterhalvåret. Vidare är ofta olika ämnen (korrosionsinhibitorer) tillsatta till glykolen för att förhindra korrosion i systemet. Men glykolen och korrosionsinhibitorerna bryts ner av höga temperaturer, och denna nedbrytning leder till utfällningar som kan sätta igen pumpen och filter i solfångarkretsen, samtidigt som frysskyddet och korrosionsskyddet försämras. Därför kan det vara nödvändigt att vätskan i solfångarkretsen byts ut efter ett antal år. Det är också en fördel att använda en glykol som är framtagen speciellt för solvärmesystem – de har betydligt längre livslängd än andra.

Ärmesystemet

Även om solvärmesystemen är dimensionerade att klara de höga trycken vid stagnation så kan säkerhetsventilen lösa ut i extrema fall. Problem av detta slag kommer troligtvis att bli vanligare då solfångare med låga värmeförluster blir allt vanligare, eftersom det medför ännu högre stagnationstemperaturer och därmed högre tryck i solfångarkretsen. Ifall säkerhetsventilen löser ut kommer solfångarvätskan att strömma ut ur solfångarkretsen i form av ånga, samtidigt som trycket sänks. Därefter är anläggningen oanvändbar. Det finns risk att pumpen går sönder om man inte stänger av systemet och återfyller innan pumpen slås på igen. Påfyllning och trycksättning måste göras manuellt. Det finns flera kända fall då solfångare fyllts på med för stor andel vatten, med sönderfrysning av solfångarna som följd. Därför är det viktigt att använda färdigblandad glykol vid påfyllningen.

Den teknik som används i Sverige för att klara av överhettning är mycket ovanlig i resten av Europa. I stället används andra metoder som inte utsätter solvärmesystemet och värmebärarna för samma påfrestningar i form av höga tryck och höga temperaturer. Man får anta att det har klara fördelar för systemens och materialens livslängd. Sverige bör alltså ha mycket att lära av resten av Europa.

Partiell förångning

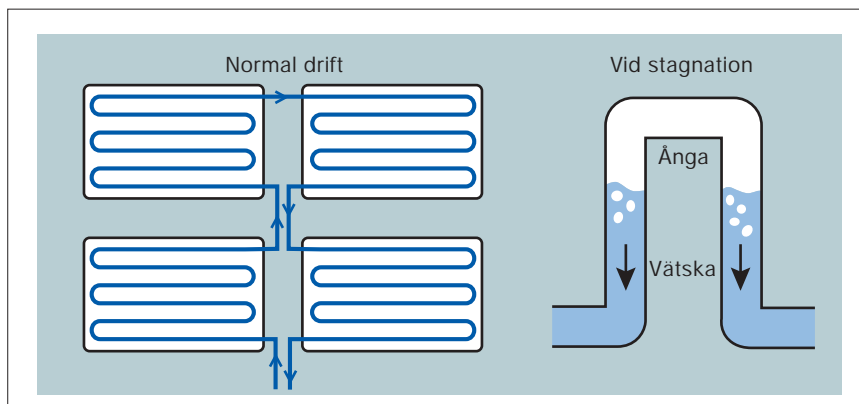
Den allra vanligaste metoden i Europa för att undvika överhettning är partiell förångning av värmebäraren.

Tekniken illustreras i figur 13. Solfångarna kopplas in så att anslutningsrören ligger nertill på solfångarytan. Alternativt sker inkopplingen med en anslutning upptill och den andra nertill. Då solfångarna hamnar i stagnation kommer vätskan i solfångarna att börja koka. Ångbildningen i toppen av solfångarna skapar ett högt tryck som trycker ner vätskan i ett expansionskärl inomhus. När solfångarna svalnar kommer ångan i solfångarna att kondensera. I och med det skapas ett undertryck i solfångarna, vätskan sugas från expansionskärllet och solfångarna blir åter fyllda.

Skillnaden mot de svenska systemen är att solfångarna, kopplingarna mellan modulerna och även armatur med pump och expansionskärl måste vara anpassade till det sätt som värmebäraren lämnar solfångaren vid stagnation. Fördelarna är dock uppenbara; vid stagnation är det bara en ytterst liten del av värmebäraren som utsätts för höga temperaturer, nämligen den ånga som finns kvar i solfångaren under stagnation. Nedbrytningen av glykolen blir därmed mycket långsammare än med den svenska metoden.

Dränerande system och aktiv kylning

I vissa länder är det vanligt med dränerande system. Det innebär att solfångaren töms på vätska då den inte är i drift, det vill säga då solfångarpumpen stannar. Metoden kan användas för skydd mot både stagnation och frysning; det medför att vanligt vatten kan användas i solfångarkretsen. Solvärmeutbytet kan öka eftersom man slipper en vär-



Figur 13. Partiell förångning används i övriga Europa för att undvika överhettning av solvärmesystemet. Vid stagnation bildas ånga i övre delen av solfångarna. Den trycker ut vätskan som samlas i ett expansionskärl. Därmed förhindras att värmebäraren i solfångarna utsätts för höga temperaturer.

meväxling med åtföljande temperaturfall mellan solfångare och ackumulatortank. Ett mindre antal solvärmesystem i Sverige är konstruerade på det här sättet, men än så länge är tekniken ovanlig. Metoden är vanlig i till exempel Holland och Norge, och erfarenheter därifrån visar att det har utvecklats tillförlitlig teknik. En nackdel med dränerande system är att det krävs noggranna installationer för att tekniken ska fungera, och i allmänhet krävs det utbildade och erfarna installatörer för att rördragningen ska bli utförd på ett korrekt sätt. Det här är en flaskhals och ett hinder för att tekniken snabbt ska vinna gehör på nya marknader, som i Sverige.

Ett annat sätt att hantera överhettningssituationer är genom aktiv kylning, som förekommer bland annat i Schweiz och som tidigare var vanlig i mellanstora system i Sverige. I dessa system kyler solfångarna ner ackumulatortanken under natten, det vill säga solfångarpumpen slås inte av när solen går ner om tanken är full eller i det närmaste fulladdad. Det gör att stagnation på grund av att tanken är fulladdad undviks. I fall solfångarna hamnar i stagnation på grund av elavbrott eller pumphaveri löser en säkerhetsventil ut om trycket blir för högt och man får samma problem som tidigare med påfyllning och glykolnedbrytning.

Provning av solvärmesystem

Idag provas de flesta solfångartyper som finns på den svenska marknaden av Sveriges Provnings- och forskningsinstitut (SP).

Förutom att provningen ger en kvalitetsgaranti är det idag ett krav att solfångaren ska ha klarat av det inledande test som genomförs vid SP om man vill utnyttja det investeringsbidrag för solvärme som finns (2004). Utifrån testresultaten beräknar SP hur mycket värme solfångarna beräknas generera årligen vid en given solfångartemperatur. Värdet anges för 25, 50 och 75 graders drifttemperatur för pooluppvärmning, tappvarmvattenberedning och kombisystem. Som tidigare nämnts är detta ungefärliga jämförelsetal som inte är samma sak som den energibesparing som solvärmeanläggningen kommer att ge upphov till. Solvärmeanläggningens verkliga energibesparing kan bli både större och mindre än SP:s beräkning av solfångarutbyte och är beroende av bland annat solfångarens dimensionering, verkliga drifttemperatur, värmeförluster från ackumulatortanken, tillsatsvärmekällans verkningsgrad samt alla de övriga konstruktionslösningar som redovisats här.

Förutom solfångare testar SP regelbundet även tappvarmvattensystem. Än så länge finns det inga tester av kombisystem, men sådana tester är under utveckling. Internationellt pågår ett samarbete mellan de europeiska testinstituten som går ut på att man ska ta fram en gemensam europeisk standardmärkning, *solar key mark*, för att underlätta import och export av solvärmeprodukter. Det betyder att om solvärmeprodukter testats och godkänts i något av de europeiska länderna, så ska dessa komponenter kunna säljas i alla länder. Förhoppningen är att priserna på solvärmeprodukter ska sjunka samtidigt som kvaliteten ökar. För svensk del betyder det att utbudet av nya produkter och systemkoncept kan förväntas öka, samtidigt som det innebär en möjlighet för svenska företag att ta sig ut på den internationella marknaden.

Vad händer internationellt?

En stor del av utvecklingen av den svenska solvärmetekniken har skett genom internationellt samarbete, inte minst genom IEA Solar Heating and Cooling Programme.

Arbetet med kombisolvärmesystem har framför allt skett inom arbetsgruppen Task 26 – Solar Combisystems. Där har man kunnat dela med sig av erfarenheter och tekniska lösningar, och gemensamma testmetoder har utvecklats. Forskargrupper och företag från bland annat Sverige, Norge, Danmark, Tyskland, Holland, Schweiz, Österrike och Frankrike har deltagit i arbetet.

I Europa har solvärme för villor traditionellt inneburit tappvarmvattensystem. Det är först under de senaste 5–10 åren som kombisystem har slagit igenom på solvärmemarknaden. Idag står de för 20–50 procent av marknaden beroende på land, medan motsvarande siffra för Sverige de senaste åren har varit 80–90 procent. I de flesta länder på kontinenten säljs och installeras kombisolvärmesystem främst i nya hus, medan motsvarande marknad i Sverige i huvudsak har varit för befintliga hus. Det betyder att installation av kombisolvärmesystem i Sverige oftast innebär att man kopplar solvärmesystemet till ett befintligt värmesystem där panna och ibland även ackumulatortank redan finns. På kontinenten är det däremot vanligast att allt installeras samtidigt. Även då kombisolvärmesystem säljs till befintliga hus säljer man ofta hela värmesystemet, det vill säga solvärmekrets, ackumulatortank och värme-panna. Dessa *factory made systems* är vanligen intrimmade redan i fabriken, vilket minskar problemen vid installation och igångkörning.

Teknikutvecklingen pågår för fullt

Inom Task 26 har man kartlagt olika systemkoncept som finns på den europeiska marknaden. Det visar sig att det finns en uppsjö av olika koncept, och 21 av de viktigaste har valts ut och presenteras i en broschyr (se under »Källor«). Den stora variationen av system beror bland annat på att solvärmemarknaden fortfarande är ung; det gör att utveckling av ny teknik pågår för fullt. Exempelvis har kombisystem i Holland ofta 4–10 m² solfångararea och tankvolymen kring 100–250 liter, medan det i Österrike är vanligare med 20–30 m² solfångare och tankvolymen på upp till 3–4 m³. De stora skillnaderna beror delvis på olika



ANNELI CARLQVIST

Ett kombisolvärmesystem kan vara skrymmande om man inte har pannrum. Här har man byggt in ackumulatortank med inbyggd pellettbrännare i ett tillbyggt pannrum i köket.

vvs-tekniska traditioner i olika länder, men även på om man har källare eller inte, det vill säga om man tänker sig att utrymmet för tanken upptar bostadsarea eller ej.

Marknaden för solvärme har sedan slutet av 1980-talet ökat stadigt i Europa, och de senaste tio åren har antalet årligen sålda solfångare mer än fördubblats. I och med att marknaden växer blir det allt vanligare att stora företag kommer in och dominerar tillverkning och försäljning. Det är inte minst tydligt i Tyskland som är det land i Europa

som har den största marknaden där närmare en miljon kvadratmeter solfångare installeras varje år.

En trend i Europa är att kombinera pannan och ackumulatortanken, det vill säga att ha brännaren och brännkammaren i själva ackumulatortanken. Det har gjorts med olja och gas i Schweiz, Danmark, Holland och Tyskland, och med pellet i Sverige. Den här tekniken är intressant

därför att den kräver mindre utrymme. Det gör att solvärme kan bli intressant även för hus där golvytan är begränsad. En annan teknik som börjar komma i Europa är att man integrerar all styrning av värmesystemet, inklusive solvärmedelen, i en enda reglercentral. Metoder som dessa gör det möjligt att på ett lättare sätt optimera regleringen av pannan och solvärmens tillsammans.



SOLENTEK AB

Fortsatt utveckling av solvärmesystem

Det finns en betydande potential att utveckla det svenska kombisolvärmesystemet, både genom enkla ingrepp och med nya komponenter.

Enklare ingrepp kan till exempel vara att ändra inkopplingshöjder i ackumulatortanken eller flöden i solkretsen, att dra ut värmeväxlarna eller öka tankisoleringen. Nya typer av komponenter som finns på marknaden idag men som än så länge är relativt ovanliga i solvärmesammanhang kan också ge avsevärda förbättringar av solvärmesystemets prestanda. Tappvattenautomaten anses vara den enskilda komponent som kan ge störst bidrag till energibesparingen i systemen.

Inom företag och forskande institutioner både i Sverige och utomlands pågår det arbete med att vidareutveckla kombisolvärmesystemen med målsättningen att göra dem billigare och bättre och därmed mer konkurrenskraftiga och intressanta i framtiden. Det finns en rad exempel på vidareutveckling av solvärmetekniken som vi förhoppningsvis kommer att se på marknaden inom en inte alltför avlägsen framtid.

Installationer och komponenter

Installationskostnaden står idag för uppskattningsvis 20–30 procent av ett solvärmesystems totalkostnad. Med enklare installationer och standardiserade lösningar borde denna kostnad kunna minskas. Exempel på detta är utveckling av reglerstrategier där hela värmesystemet, inklusive panna och solvärmekrets, sköts av en och samma reglercentral.

Utveckling av nya komponenter kommer att kunna förbättra solvärmesystemets prestanda och även göra dem billigare. Exempel på det är utveckling av nya tanktyper som passar moderna småhus med ont om utrymme, samt enkla-

re och effektivare pumpar som passar i solvärmesystem. Metoder för förbättrad skiktning i ackumulatortanken ökar energibesparingen i solvärmesystem. Det gäller inte minst nya i- och urladdningsstrategier för solfångarkretsen och värmelasten.

Solfångare, lager och värmesystem

Arbete pågår på flera håll med att utveckla nya solfångarkoncept. Ett exempel är årstidsanpassade solfångare med variabel verkningsgrad över året. Med den tekniken kan man installera stora solfångareor i storleksordningen 30 m² i villasystem utan att riskera överhettningssproblem sommartid. Även vakuumsolfångartekniken är intressant då dessa solfångare har hög verkningsgrad under stora delar av uppvärmningssäsongen. Idag är de här solfångarna ganska dyra, men framtida import av masstillverkade vakuumsolfångare kan komma att sänka priset kraftigt. Deras materialinnehåll per kvadratmeter är lågt, och det är en av förutsättningarna för låga priser vid massproduktion.

Utveckling av långtidslager för värme i olika typer av kemiska lager har fått förnyad aktualitet. Här pågår utvecklingsarbete även inom Sverige. Om utvecklingen av den här typen av säsong- eller årstidslager lyckas kan det skapas helt nya förutsättningar för solvärmetekniken.

Vi kan också räkna med att det kommer att utvecklas nya typer av värmesystem som bättre passar solvärme. Det gäller till exempel lågtemperaturvärmesystem som gör att solfångarna kan utnyttjas effektivare, liksom integrerade lösningar där panna och ackumulatortank är samma enhet.

Källor

www.serc.se

Under de senaste tio åren har en rad forskningsrapporter om villasolvärmeteknik tagits fram vid Centrum för solenergiforskning, serc, Högskolan Dalarna. En fullständig lista över publikationerna finns på webbplatsen. Internrapporter går att ladda ner i pdf-format.

www.iea-shc.org/task26/

Erfarenheter av det internationella arbetet finns på webbplatsen för International Energy Agency's Solar Heating and Cooling Programme Task 26, Solar Combisystems. Här finns bland annat en broschyr som beskriver de vanligaste kombisolvärmesystemen i Europa, nyhetsbrev, dokumentation från internationella industriworkshops om kombisolvärmesystem, samt information om en handbok.

www.stem.se

På Energimyndighetens webbplats finns det information om forsknings-, utvecklings- och demonstrationsprojekt om solvärme. Det finns också många nedladdningsbara rapporter. Solvärmen hittar du genom att klicka först på Energiforskning, därefter på Forskningsområden och slutligen på Bebyggelse.

www.solenergiforeningen.se

En mycket bra informationskälla för solenergi i Sverige är webbplatsen för Svenska solenergiföreningen SEAS. Där finns bland annat länkar till forskargrupper och myndigheter som arbetar med solvärme, lästips för den intresserade, adresser till företagsmedlemmar samt information om branschdagar och seminarier.

www.solklart-solvarme.nu

En konsumentinriktad webbplats där man har möjlighet att söka upp installatörer och leverantörer. Man kan också få svar på de vanligaste frågorna.

www.formas.se

Forskningsrådet Formas har en nätbokhandel. Gå in under Publikationer. Leta efter Solvärme under Nyckelord. Där finns också gratis pdf-broschyrer, bland annat den här:

Sol till både vatten och värme

Kombisolvärmesystem används både för att värma huset och för att ge varmvatten i kranarna. Den här skriften tar upp enkla åtgärder som kan göras för att förbättra systemen så att solvärmeutbytet ökar. Den vänder sig i första hand till företagare, konsulter och installatörer i energibranschen. Innehållet bygger på femton års praktisk forskning och utveckling av villasolvärmeteknik vid Centrum för solenergiforskning, SERC, vid Högskolan Dalarna. Författare är Mats Rönnelid (mrd@du.se), Chris Bales, Klaus Lorenz, Svante Nordlander, Bengt Perers och Tomas Persson.



Forskningsrådet för miljö,
areella näringar och samhällsbyggande
www.formas.se
Broschyr 5:2004
ISBN 91-540-5932-1



HÖGSKOLAN
Dalarna

