

## Innehållsförteckning:

Sid 1	Innehållsförteckning
Sid 2	1 Solen
	1.1 Solenergi
Sid 3	2 Solfångare
Sid 4	2.1 Glasning
	2.2 Absorbatoren
Sid 6	2.2.1 Sputtertechnik
	2.3 Isolering
	2.4 Ackumulator
Sid 7	2.5 Cirkulation
	2.5.1 Självcirkulation
Sid 8	2.5.2 Pumpcirkulation
	2.6 Direkt system
Sid 9	2.7 Indirekt system
Sid 10	2.8 Rörledningar
	3 Förluster
	4 Olika typer av solfångare
	4.1 Dränerande solfångare
Sid 11	4.2 Vakuumsolfångare
	4.3 Termiska solfångare
	4.4 Plana solfångare
Sid 12	4.5 Koncentrerade solfångare
	4.6 Hybrider
	5 Framtiden
	6 Placering och Dimensionering
	7 Ekonomi
	8 Pooluppvärmning
Sid 13	9 Kombinationer med solfångare
	10 Enkel beräkningsmodell för solfångare
Sid 15	11 Sammanfattning
Sid 16	Källförteckning

# Solfångare

## 1 Solen

Solen är förutsättningen för biosfären: utan sol inget liv.

### 1.1 Solenergi

Att utnyttja solen som värmekälla är miljövänligt, driftsäkert och klokt.

Man har i alla tider utnyttjat solenergi passivt. Ett av de första kända försöken var Sokrates solhus, 400 f.K.r., andra exempel är att man alltid har strävat efter att lägga hus i sådant läge om med sådan utformning att solvärmen kan komma till nytta. Med aktiv solvärme försöker man fånga upp solenergin på olika sätt. Utomlands finns solfångare som koncentrerar solstrålningen och ger hög temperatur i en punkt. I Frankrike finns en sådan anläggning som används för att smälta järnmalm. Dessa anläggningar kan bara användas i direkt solsken och är därför mindre lämpligt i Sverige.

Solenergin kommer alltmer att bli aktuell eftersom kravet på att minska de miljöfarliga utsläppen kommer att öka.

Solen har en skenbar temperatur på cirka 6000 K och sänder ut en intensiv strålning till världsrymden. En del av strålningen träffar jorden och i första hand jordens atmosfär.

#### **Kul att veta om solenergi.**

- 1 m<sup>2</sup> mark i oskuggat söderläge får varje år omkring 1000 kWh solenergi.
- Den som bor längst norr ut i Sverige får bara omkring 20 % mindre sol än den som bor i sydligaste Skåne.
- 1 m<sup>2</sup> mark (oskuggat söderläge) får omkring 7 kWh sol en vacker sommardag. En mulen vinterdag blir utdelningen bara några tiondels kWh.
- En solfångare levererar i genomsnitt bara värme under 1000 timmar av årets 8800.
- 100 km<sup>2</sup> stort fält med solfångare kan förse hela Stockholm med årsbehovet av värme.

Intensiteten när solstrålarna når jordens yttre atmosfär är ungefär 1400 W/m<sup>2</sup>. Vid klart väder och ren luft kan cirka 1000 W/m<sup>2</sup> nå en yta vid jordytan. Denna yta kan t.ex. vara en solfångare. Om solfångarytans normal pekar rakt mot solen kommer alltså upp till 1000 W/m<sup>2</sup> att träffa utsidan av solfångarens täckglas. En mindre del kommer att reflekteras respektive absorberas av glaset. Men större delen kommer att passera genom glaset. Men eftersom jordytan är krökt får olika platser motta olika stora energimängder från solen. Vid ekvatorn är solstrålarnas väg genom atmosfären kortast och en stor andel av energin når ned till markytan. De strålar som når marken i polartrakterna har gått en längre väg genom atmosfären och är därför svagare. Dessutom faller solstrålarna i en mycket snedare vinkel mot marken och sprids över en större yta.

Tyvärr har vi i Sverige den största solstrålningen under sommaren, då vårt energibehov är som minst. För att vi ska kunna få någon större nytta av solenergin måste vi därför omvandla den till någon energiform som kan lagras.

## 2 Solfångare

Solfångarens idé bygger på att fönsterglas har den goda egenskap att det till 80-90% släpper igenom solstrålning. Om solfångaren har dubbla täckglas kan denna process upprepas och ytterligare 10-20% kommer att reflekteras, absorberas.

Efter passagen av ett eller två täckglas kommer kvarvarande strålning att träffa absorberytan, (som oftast görs svart för att absorptionsförmågan ska bli så stor som möjligt). Där förvandlas den relativt kortvågiga strålningen till värme energi. Resultatet blir att absorberaren blir varm och värmeenergi kan överföras direkt till ett värmebärande medium (vatten, luft, glykol, olja etc.).

En vanlig solfångare är gjord av en låda av t.ex. aluminium eller trä. Från bottenlagret räknat har man i en vanlig solfångare, alltså först en isolerande bottenplatta sedan mineralull, aluminiumskikt, absorber, teflonskikt och sist glas. (se Bild 1).

Vätskan flyter i rör som är i direktkontakt med absorberytan. Flyter vätskan fram långsamt kommer temperaturen att bli hög och låg vid hög flödes hastighet. En svårighet är att spara värmeöverskott från den varma delen av året till vintern, då behovet är som störst. Detta kan lösas genom lagring av det varma vattnet i välisolerade tankar under jord. En annan lösning är att leda vattnet till gamla gruvor eller utsprängda bergum. (se Bild 1)

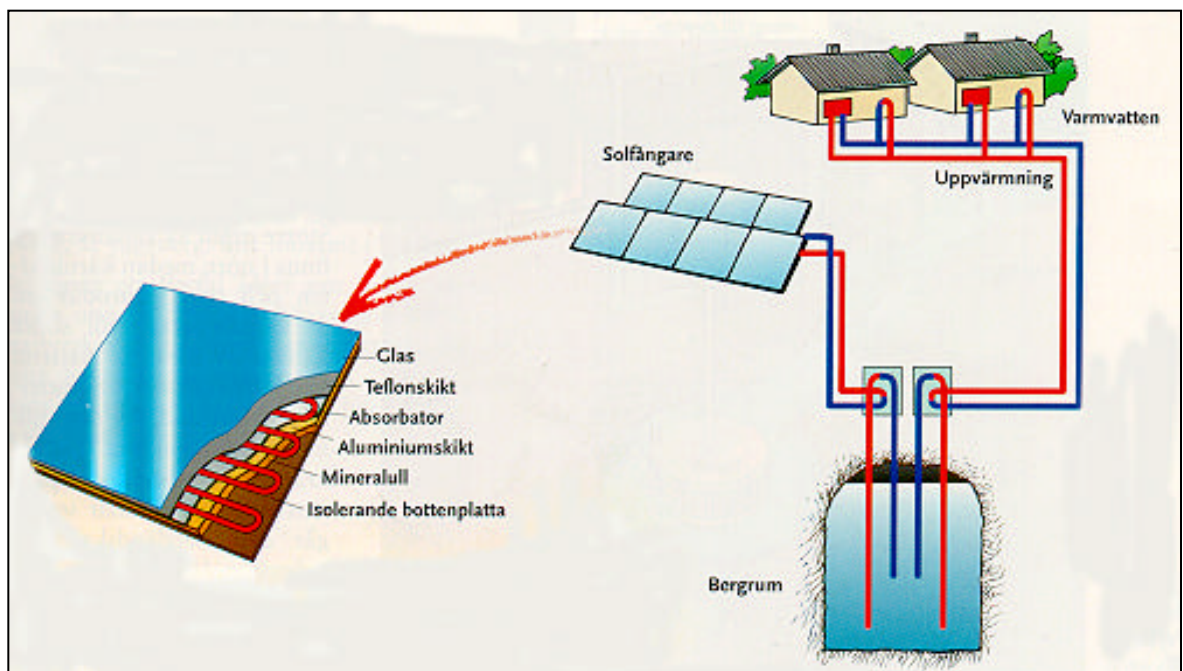


Bild 1

Flera större försöksanläggningar är i drift i Sverige bl.a. i Södertälje och Falkenberg. (se Bild 2)



Bild 2 Försöksanläggning i Falkenberg.

I Sverige används system med markuppställda solfångare, stora lager samt kulvertnät för distribution. En ekonomisk aspekt vid solvärme är att en utbyggnad kräver stora kapitalinvesteringar under byggnadsskedet med återbetalning under lång tid. Kostnaderna kan minska ytterligare genom produktion av större volymer. Med rationellare tillverkningsteknik och ett ökande miljökrav kommer solfångartekniken troligen att få genombrott under 2000-talet.

### 2.1 Glasning.

För att solfångaren skall kunna värma upp vatten från 5-10°C till 40-50°C under kalla dagar, måste solfångaren förses med en glasning som gör att värmeförlusterna från absorbatoren minskar. Men samtidigt som man minskar värmeförlusterna så minskar man även strålningseenergi som träffar absorbatorytan.

Glasningen kan utföras i olika material t.ex. glas eller plast. Man kan även använda sig av kombinationer av olika material, en glasning kan ha ett yttre skikt av glas och ett inre skikt av plast för att göra glasningen billigare. Fördelen med att använda plast gentemot glas är att plast har en lägre densitet och det gör att man får en lättare solfångare. Plastmaterial har även högre transmission av kortvågig strålning än glas, d.v.s. den släpper igenom mer energi till absorbatoren. Nackdelen med att använda plast är att plast släpper igenom större transmission av långvågig strålning vilket är den värme som absorbatoren avger. Det gör att man får större förluster med plast än med glas.

### 2.2 Absorbatoren.

Absorbatorens huvuduppgift är att omvandla strålningen till värme så effektivt som möjligt samt att avge så lite värme till omgivningen.

Materialvalet till absorbatoren är väldigt viktigt. Ju lägre reflektion desto bättre, därför är absorbatorer svarta. För att absorbtionen skall bli så stor som möjligt behandlas absorbatorytan genom t.ex. målning. Infallsvinkelns betydelse är ej lika viktig som hos glasningen. Absorbatoren kan ha infallsvinklar enda upp till 700°C.

#### Tillverkning av Absorbatoren.

På Teknoterm i Finspång tillverkas absorbatorer.

Teknoterm använder sig av kopparrör som valsas samman med aluminiumband.

Valsningen sker med ett tryck på ca 30 ton. När stripsen sedan kapas är kopparröret platt

men med hjälp av tryckluft får kopparröret en rombisk form. För att aluminiumet ska bli stabilare pressar man mönster i det.

Sedan ska stripsen igenom tre bad:

1. Betbad; Rengör stripsen från olja som uppstår vid valsningen.
2. Anodiseringsbad; Öppnar porerna på materialet, (Galvaniskt element).
3. Infärgningsbad: Nickelpartiklar sätts in i porerna.

Nu har stripsen fått den svarta ytan och kan nu kapas till önskad längd. För att det ska bli lättare att sätta i kopparrör som leder vattnet vidare till nästa strips gör man så att kopparröret får en rund form i ändarna, detta för att lödningen ska bli lättare. (se Bild 3)

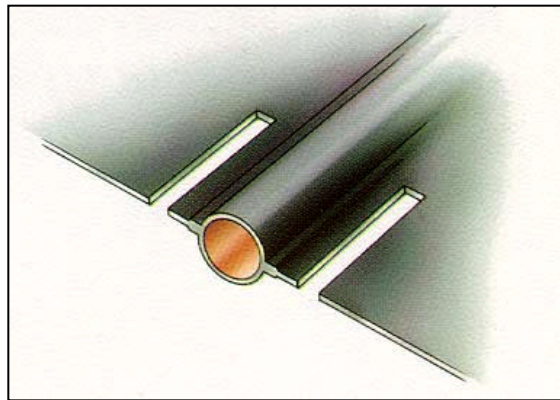


Bild 3

Man kan konstruera solfångarna på olika sett bl.a. kan man parallellkoppla eller seriekoppla. Det går inte att säga vilken som är bäst, det beror på faktorer som tex. hur stor lådan är, vad man vill uppnå etc.

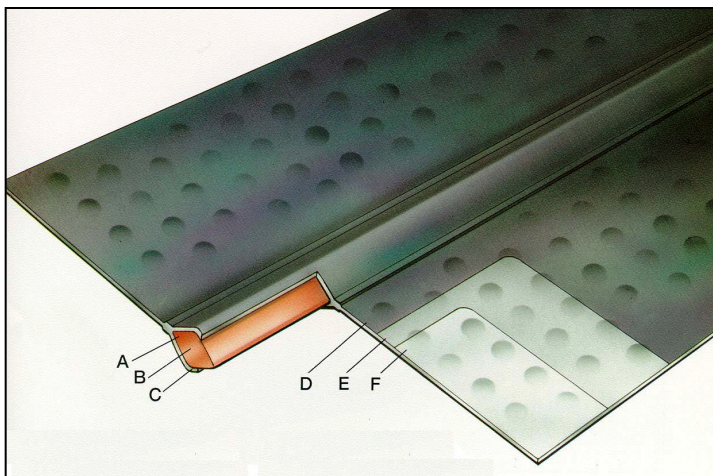


Bild 4

Bild 4, Teknoterms Absorbator:

- A. Vattenrör i koppar. Den bästa metallen som kan ha direktkontakt med vatten eller vattenglykolblandning.
- B. Den rombiska ytan ger vattnet en stor kontakt med väggarna, vilket ger ett bra vattenflöde och hög värmeöverföring. En låg vattenvolym i det rombiska röret ger små förluster och högre energiöverföring från absorbatorn.
- C. Koppar och aluminium är sammanpressade så en absolut korrosionssäkerhet erhålls utan några termiska förluster.
- D. Kombinerat metallnickel i aluminiumoxid ger ett hög fototermiskt motstånd.
- E. Plåten är anodiserad till en tjocklek på 7 µm för att uppnå en lång och säkert livslängd.
- F. Aluminium är ett mycket lätt och korrosionsfritt material med en hög värmeledningsförmåga.

*Emissionsvärdet* ska vara så litet som möjligt. Den blir mindre ju renare plåten är innan den läggs ner i infärgningsbadet. Ju större emission man har desto större värmeförluster får man. Emissionssvärdet kan ligga mellan allt från 10-12% till 96,5%. På Teknoterm i Finspång har de ett emissionsvärde på 95,13%.

### 2.2.1 Sputterteknik.

Teknoterm har tagit fram en helt ny metod att framställa absorbatörer. Sputtring är en typ av vakuumteknik. Tekniken är att man använder sig av en negativ potential, (-8 kV). Detta "tänder" gasen, dvs. argonatomerna joniseras, blir positivt laddade och accelererar mot target, (se Bild 5). Här krockar de med targetatomerna som skjuts ut från targetplattan och fastnar på beläggningen. Tekniken innebär alltså att ett ytskikt av metall skapas, atom för atom, p.g.a. en atomförstoftning av targetmetallen. Om man för in syrgas i mellanrummet, kommer metallbeläggningen att oxidera under sputtringen. Man kan styra processen med bl.a. syretillflödet för att erhålla rätt fördelning av metall och metalloxid i beläggningen, och på så sätt uppnå bästa soloptiska egenskaperna för skiktet. Absorbationen ligger på 95-

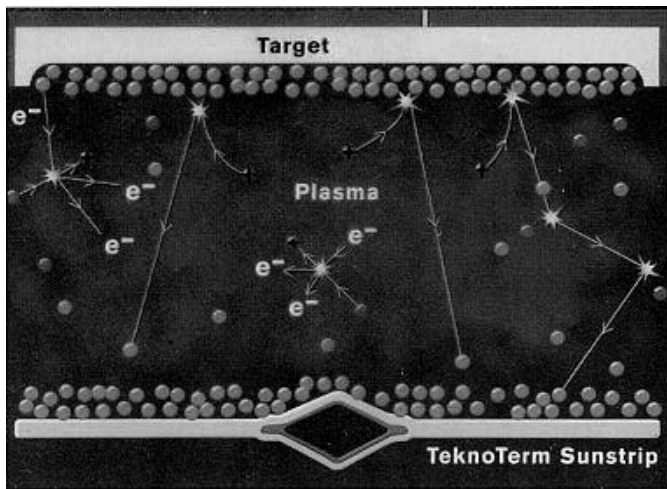


Bild 5 sputterteknik.

96 % vilket är minst lika bra som traditionellt tillverkade absorbatörer. Fördelarna med Sputterteknik är att man når en flexiblere tillverkning. Teknoterm arbetar med aluminium men tekniken går lika bra att överföra till stål eller koppar. Tillverkningstiden halveras om man sputtrar, vilket är en klar fördel till tillverkarna. Den största fördelen med denna teknik är att man kan komma ifrån den kemiska tillverkningen. Detta gör att det är mycket miljövänligare.

### 2.3 Isolering

För att kunna värma upp mediet till temperaturer upp till 40-45°C när det är kallt ute, måste man isolera solfångarna väl. Framst gäller det på absorbatörns baksida men för att inte få oönskade värmeförluster isoleras även sidorna.

Vad det gäller isoleringsmaterial kan de flesta isoleringsmaterial användas dock måste de vara resistent mot värme och därmed klara drifttemperaturer på 100°C. Drifttemperaturen för plana solfångare för varmvattenberedning bör dock inte ligga på mer än 45°C hos vatten som går ut solfångaren. Viktigt är att man måste räkna med att det kan bli avbrott i flödet vilket kan ge temperaturer över 100°C både i solfångare med ett eller två rutor i glasningen. Mineralull och glasull är lämpliga isoleringsmaterial som klarar de temperaturer som kan uppstå en solfångare som är avsedd för värmning av tappvatten.

### 2.4 Ackumulator.

Tappning av varmvatten är ju något som sker väldigt oregelbundet, men mest på morgonen och kvällen. Det gör att man kan lagra värme från en tidpunkt till en annan, vilket är en nödvändighet för att man ska kunna använda sig av solfångarnas värmeenergi även en mulen dag.

Materialvalet i ackumulatören är viktigt, det ska väljas med hänsyn till hur vattnet passerar och hur vattnet är sammanställt. Ackumulatören får tex. inte drabbas av korrosion. Det kan vara en bra idé att isolera ackumulatören så att vattnet håller sig varmt och inte bli avkyllt för snabbt. Ett vanligt isoleringsmaterial är mineralull. För en vanlig villa kan det vara lämpligt men en ackumulator som rymmer 300 liter, men den bör vara isolerad med 10-12 cm mineralull eller något liknande material.

## 2.5 Cirkulation.

När vatten uppvärms utvidgas det, det innebär att en liter varmvatten kommer att väga mindre än en liter kallvatten. Då vi blandar varmt och kallt vatten kommer varmvattnet tryckas uppåt av kallvattnet och lägga sig högst upp. Utloppet ur en ligger således i botten och inloppet i övre delen av en. (se bild 6) Man kan använda sig av två slags cirkulationssystem; själv-cirkulation och pumpcirkulation.

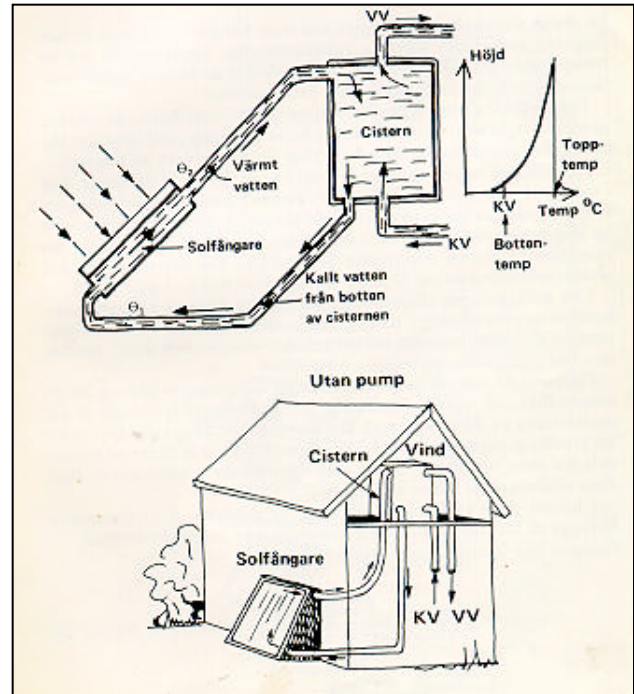


Bild 6 Cirkulation

### 2.5.1 Själv-cirkulation

I ett själv-cirkulerande system utnyttjar man att varmt vatten är lättare än kallt. Ackumulatören placeras högre än solfångaren så att det uppvärmda vattnet kan strömma upp till ackumulatören. (se Bild 6) Drivkraften blir större ju högre upp ackumulatören placeras jämfört med solfångaren. Drivkraften ökar också ju varmare vattnet är i solfångaren jämfört med det vatten som finns i ackumulatortanken. Systemet är således självreglerande. Ju mer solen skiner desto högre blir temperaturen i solfångaren och därmed blir cirkulationen högre, vilket medför att anläggningen producerar mer vatten än varmare vatten. Man måste därför använda sig av noggrann dimensionering av röledningarna för att vattnet ska erhålla rätt temperatur och konstant flöde. Den största nackdelen med själv-cirkulation är att det finns risk för baklängescirkulation. På natten när det kallare ute kyls tankvattnet i solfångaren. För att undvika detta bör man ha en höjdskillnad på 60 cm mellan solfångarens översta kant och tankens botten. Då själv-cirkulationskraften är mycket svag jämfört med pumpcirkulation krävs det att man utför en jämn rördragning, utan tvära vinklar samt större rördiameter. Absorbatorn måste även ha en koppling med ett samlingsrör nertill och ett samlingsrör upptill i ett själv-cirkulationssystem, (se Bild 7). Nackdelen med själv-cirkulation är att rören

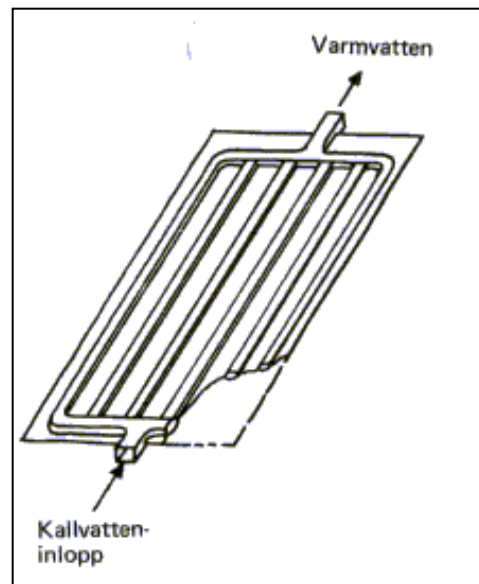


Bild 7 Absorbatorn i ett själv-cirkulerande system

måste vara gjorda i ett material som inte kan förstöra vattnets kvalité och att systemet måste tömmas vintertid på grund av frysrisker.

### 2.5.2 Pumpcirkulation

I ett pumpcirkulationssystem använder man sig av en pump för att skapa cirkulation i systemet. Fördelen med detta system är att man inte behöver tänka på att placera tanken i något visst förhållande till solfångaren. Detta är en stor fördel då man ofta väljer att placera ackumulatortanken i husets källare. Pumpen startas och stoppas normalt med hjälp av en automatisk reglercentral (RC), som styrs av hur varmt vattnet är i systemet.

Nackdelen med pumpcirkulation är att flödet ej automatiskt anpassas till solstrålningen utan en reglercentral är nästan ett måste.

På våra breddgrader används nästan alltid pumpcirkulation. I de flesta fall byggs de systemen med värmeväxlare (direkta system), men det finns system som inte använder sig av värmeväxlare (indirekta system). Man skiljer också på öppna (trycklösa) och slutna (trycksatta) system. Ett dränerande system är ett specialfall där solfångaren töms på vatten när den inte är i drift.

### 2.6 Direkt system

(se Bild 8 och Bild 9).

I ett direkt system är det samma vatten i solfångaren som i tanken, d.v.s. det vatten som man tappar ur kranen är det vatten som har cirkulerat i solfångaren. Absorbatorn måste därför tillverkas i ett korrosionsbeständigt material, som koppar eller rostfritt stål, för att den skall kunna motstå korrosionsangrepp av det aggressiva, syresatta vattnet. Vattnet är syresatt på grund av att nytt friskt vatten tillförs systemet hela tiden. Systemet måste också tåla vanligt vattenledningstryck, ca 6 bar. Vintertid måste solfångaren tappas på vatten för att inte frysa sönder, vilket nämnts tidigare i texten. Fördelarna med ett direkt system är att det är enkelt och billigt att installera. Varken värmeväxlare eller expansionskärl krävs. Systemet har högre verkningsgrad än ett indirekt system, eftersom detta alltid uppstår förluster vid värmeväxling. Dessa system används i allmänhet endast i varma länder där frysrisker är obefintliga, eller systemet som endast är tänkta att fungera under sommarhalvåret. .

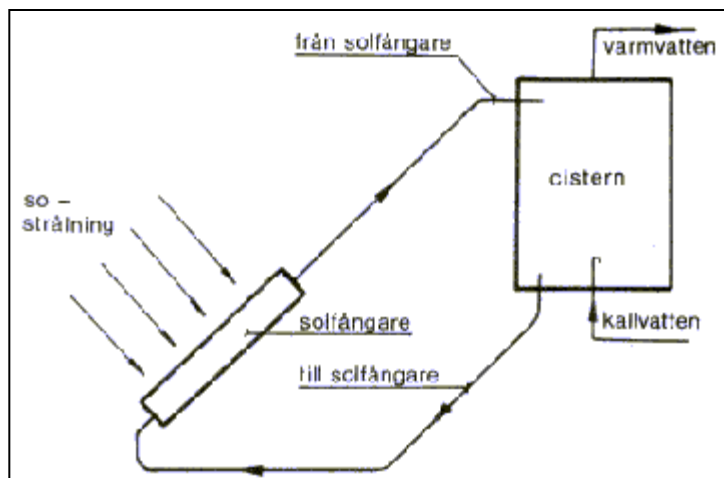


Bild 8. Direkt system för självcirkulation

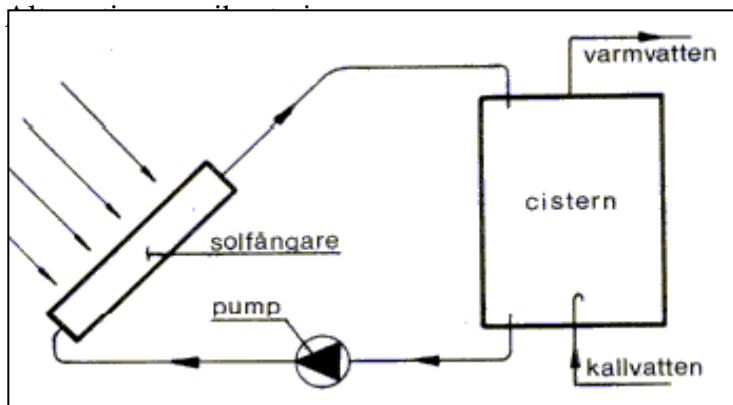


Bild 9. Direkt system för pumpcirkulation

## 2.7 Indirekt system

(se Bild 10 och Bild 11)

I ett indirekt system används värmeväxlare för att överföra solvärmen till ackumulatortanken. Systemet kan vara fyllt med vatten med frysskydd tillsatt. Man väljer oftast att tillsätta glykol eller en speciell olja. Det indirekta systemet kan därmed vara i drift under hela året utan att frysskador uppstår. Det är därför det vanligaste förekommande systemet i Sverige.

Man har en stor mängd tappvarmvatten i tanken, detta kan vara bra om man använder sig av mycket varmvatten.

En annan typ av indirekta system är där tappvattnet värms genom att det strömmar genom en värmeväxlare i ett vätskemagasin. Magasinet där värmen lagras skall vara fyllt med vatten vilket ett frysskyddsmedel är tillsatt. I kombination med andra värmekällor kan ett indirekt system anslutas till en befintlig värmeackumulator. Detta görs oftast genom en värmeslinga som placeras i tankens nedre del, (där vattnet är kallare).

Nackdelen med detta system är att det krävs en stor mängd frysskyddsmedel då hela tanken skall fyllas. Detta gör att det blir kostsamt. Men en fördel är att solfångare och rörsystem skonats eftersom det alltid är fyllt med en frost- och korrosionskyddande vätska.

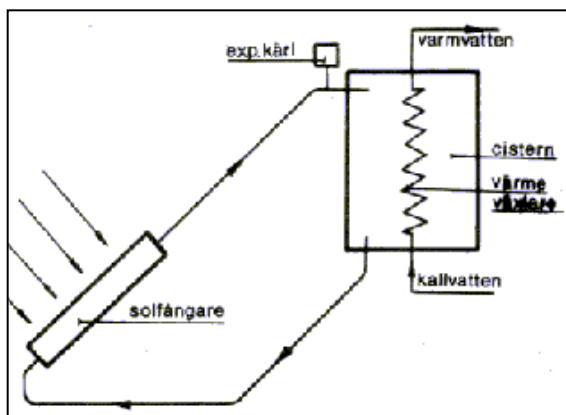


Bild 10 Indirekt system för självcirkulation

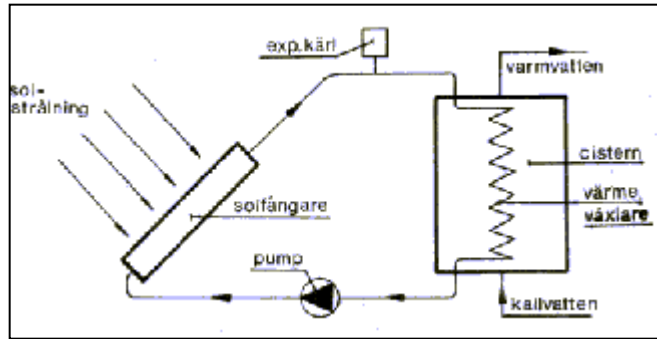


Bild 11 Indirekt system för pumpcirkulation

## 2.8 Rörledningar

För rör till en solfångare bör man lämpligtvis använda kopparrör, detta för att slippa korrosion och på så sätt få ett rent vatten. Det gäller även att få skarvarna att bli täta, vilket lätt kan göras med hjälp av en mutter, som dras åt.

Solfångaren bör förses med avstängningsventiler för att du ska kunna ta bort solfångaren t.ex. vid reparation. Den bör även utrustas med avtappningsventil, avluftningsventil och en säkerhetsventil för att undvika sprängning. Ledningen från säkerhetsventilen dras till en golvbrunn.

## 3 Förluster

Ett problem vid konstruktionen av solfångare är hur återstrålningen ska kunna minimeras. Det går inte att utan förluster hålla en hög temperatur på absorptionsytan. Ju varmare yta desto större förluster. Vilka faktorer kan begränsa återtransport av energi (förluster)? Jo, en avgörande punkt är att absorptionsytan kan ges selektiva strålningsegenskaper. Vilket medför att ytan till nästan 100% kan fås att absorbera den kortvågiga solstrålningen men till en liten del avge långvågig värmestrålning.

Förluster uppstår även genom att värme transporteras från den varma absorptionsytan genom solfångarens sidor och botten. Man kan begränsa den förlust genom att värmeisolera väl.

Glasningen är den delen som har störst värmeförlust till omgivningen.

Ett glas släpper lättare in solstrålningen men förlusterna vid återtransport blir större. För två glas gäller att mindre strålning kommer in men den som kommer in kommer att i högre grad att stanna kvar. Alltså: Vill vi producera värmeenergi vid hög temperaturnivå ska man välja två glas men annars går det bra med ett glas eftersom att konstruktionen för två glas blir dyrare.

## 4 Olika typer av solfångare

Det finns många olika sorters solfångare allt beroende på vad man vill få ut av att ha en solfångare, vad man ska ha den till och hur mycket pengar man vill lägga ned.

### 4.1 Dränerande solfångare

Solfångare som man kan använda vanligt vatten som värmebärare samt att man behöver inte trycksätta absorbatoren eftersom man tömmer solfångaren på vätska vid höga och låga temperaturer.

## 4.2 Vakuumsolfångare

Denna solfångare består av glasrör som tömms på luft. Absorbatorn placeras inuti glasröret och isoleras därmed effektivt. På så sätt minskar värmeförlusterna. Med Vakuumsolfångare har argumenten för solvärmens blivit ännu bättre. Omfattande forskning visar att Vakuumsolfångare övervinner den vanliga plana solfångarens begränsningar.

### Effektiva även grå dagar.

För en Vakuumsolfångare skiner solen alltid i Sverige, för den tillvaratar solstrålningen även en mulen dag eller en kall vinterdag. Det beror på att Vakuumsolfångaren har lufttomma rör. Vakuomet hindrar den uppsamlade värmen från att strömma ut och blockerar samtidigt kall uteluft från att tränga in och kyla den instrålade värmen. (termoseffekt). Dessa solfångare ger ett högre utbyte än ”vanliga” solfångare, (se Bild 12), men är dyrare i inköp.

Effektuttaget på denna anläggning blir ca 500-600 kWh/m<sup>2</sup> och år.

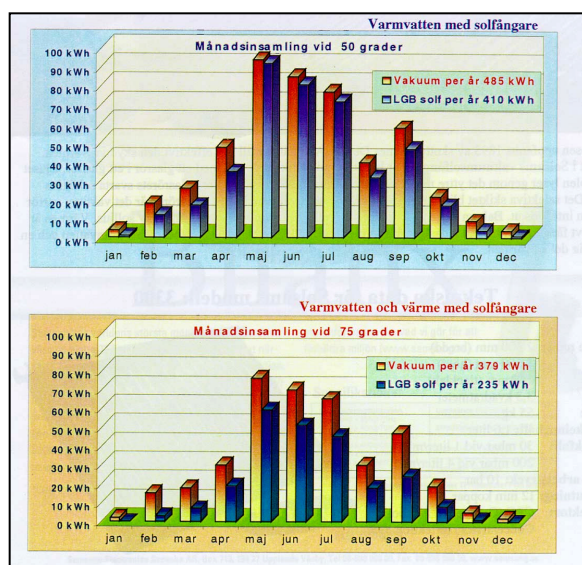


Bild 12 skillnaden mellan vakuumsolfångare och vanlig solfångare.

## 4.3 Termiska solfångare.

Det viktigaste och mest användbara system i den grupp som kallas aktiva system är de termiska solfångarna.

## 4.4 Plana solfångare:

De är det enklaste och billigaste alternativet. När man inte behöver så hög temperatur är dessa de bästa. Exempel på användningsområden är: Varmvattenberedning, husuppvärmning, pooler m.m.

En plan solfångare arbetar med drivhuseffekten. Inkommande solstrålning passerar lätt glas och träffar sedan en svart yta och värmer den. Den svarta uppvärmda ytan värms till några tiotal grader över omgivningstemperaturen och kommer då själv att avge värme till vattnet i vattenkanalerna.

## 4.5 Koncentrerade solfångare:

Solfångare som samlar ihop solstrålar till en enda punkt. Avsikten är att få en högre

#### 4.6 Hybrider:

Solfångare som har både den koncentrerade och den plana solfångarens egenskaper.

### 5 Pooluppvärmning.

Solfångare kan även användas till att värma upp pooler för att få en längre badsäsong och en högre vattentemperatur. Det finns en rad med enkla och mer komplicerade poolsofångare, den enklaste och mest effektiva uppvärmningen sker med hjälp av solfångare som värmer det genomströmmande vattnet från poolen. Den billigaste lösningen är att du täcker över poolen med en genomskinlig plast då du inte använder den. Teknoterm säljer en speciell solfångare för pooluppvärmning. Den är väldigt enkel och ser ut som en svart matta, den kan enkelt placeras på tex. ett garagetak. Teknoterms solfångare har en automatisk reglercentral som ser till att solvärmen kommer poolvattnet tillgodo. I anslutning till solfångaren sitter en liten temperaturkännare som talar om för manövercentralen när solen lyser tillräckligt starkt för att systemet ska fungera effektivt. På order från manövercentralen pumpas vattnet upp från poolen till solfångarna. När vattnet strömmar genom solfångarna värms det upp av solens strålar, trots det blir inte solfångarna varma, vilket innebär att vattnet suger åt sig all värme. Det soluppvärmda vattnet rinner därefter tillbaka till poolen och om solvärmen inte längre räcker till att för att höja temperaturen i poolen töms solfångarna automatiskt på vatten.

### 6 Framtiden

De senaste åren har försäljningen ökat markant och potentialen är mycket stor, faktiskt mycket större än vad många tror. Det finns 2,5 miljoner småhustak att placera solfångare på.

Solen är gratis och förnyelsebar. Andra energislag ökar i kostnad och påverkar miljön. Allt tyder på ett kommersiellt genombrott för solvärmen.

### 7 Placering och Dimensionering.

Dimensioneringen beror främst på hur stort tappvarmvattenbehovet är, dvs. hur många som bor i huset. Man bör räkna med en solfångaryta på 4-6 vilket räcker till halva tappvarmvatten behovet för en normalstorfamilj, storleken beror även på verkningsgraden och ackumulatorvolymen. I ett väl fungerande och rätt dimensionerat system kan solfångaren producera upp till 400 kWh/m<sup>2</sup> och år. Om du vill använda solfångare till uppvärmning av bostaden behöver du mer än 6m<sup>2</sup> man kan säga att varje solfångar yta kopplas till ett vattenmagasin på minimum 50 liter för ackumulering av solenergin. Solfångaren bör sättas på ett tak som lutar mot söder och som har en lutning från horisontalplanet på 27°-60°. Den optimala lutningen är mellan 30°-45°. På sommaren behövs en mindre lutning än på vår och höst. Placeringen bör anpassas efter våren då det generellt är mest tillgång på solinstrålning.

Rikn.\ Lutn.	15°	30	45	65
Söder	0,91	0,99	1,00	0,96
Sydväst, Sydost	0,87	0,92	0,93	0,89
Väst, öst	0,79	0,78	0,75	0,69

## 8 Ekonomi

Att köpa en solfångare till en vanlig villa kostar mellan 3000 och 7000 kr/m<sup>2</sup>, i priset ingår material, ackumulator, installation och moms. Om du bygger den själv kan du reducera kostnaden till mellan 1500 och 2500 kr/m<sup>2</sup>.

Priset varierar från solfångare till solfångare. Det beror även på hur du vill att din solfångare ska vara utrustad, vill du tex. ha energiglas eller en vacuumsolfångare får du betala mer i inköpspris, men det kan du tjäna in vid användningen.

Beroende på var i Sverige du bor kan du räkna med att få ut mellan 250 och 450 kWh/m<sup>2</sup>. Förr kunde man söka bidrag men detta har tyvärr dragits in.

## 9 Kombinationer med solfångare

För att få hela tappvarmvattenbehovet och elförbrukningen uppfylld, kan du koppla ihop solfångarna med andra system, exempel en värmepump.

Att kombinera solfångare med en värmepump kan vara till både för- och nackdel. Dels så blir det en väldigt dyr lösning och eftersom både solfångaren och värmepumpen fungerar bäst under sommaren så kommer de delvis att ta ut varandra. Men det finns två olika typer av solfångare och värmepumpskombinationen som kommer att bli möjliga i framtiden. Hus som är byggda efter 1970 kommer att behöva flexibla värmesystem som bygger på en ackumulatortank som centralenhet, då kan man installera en frånluftspump för att ta till vara på värmeinnehållet i ventilationsluften. En annan möjlighet är att solvärmesystemet går in och stöttar en jordvärmepump. Nu finns det få installationer av detta slag främst för att kostnaden blir så hög.

Det går också att kombinera solfångare med gas/olja. Där talar man om två principiella system där man kompletterar än äldre panna och sedan dockar ackumulatormot mot en ny panna. På sommaren mellan april och september kan du stänga av pannan helt eftersom huset då inte har något uppvärmningsbehov.

Ett tredje förslag är att koppla ihop solfångaren med en elpanna för att minska energiförbrukningen då man värmer tappvarmvatten. Om man ska koppla samman dessa komponenter bör man kombinera detta via en mindre ackumulatortank. Om effektbehovet i huset är litet dvs. mindre än 9kW, kan det räcka med att placera en elpatron på toppen av tanken.

Förutom de system som finns beskrivna ovan kan du använda dig av, i stort sätt alla kombinationer, det är bara att använda fantasin.

## 10 Enkel beräkningsmodell för en solfångare.

*En kvadratmeter solfångare kan fånga in värmeeffekten **P** enligt nedanstående formel.*

$$P=f*I-U*(T_a-T_e)W/m^2$$

*Eller genom att sätta in energiverkningsgraden **h***

$$H=f-U*(T_a-T_e)/I$$

*De olika storheterna är:*

P = infångad värmeeffekt W/m<sup>2</sup>

f = Täckglasets solavskärmning cirka 0,85

I = solinstrålning mot täckglasets utsida W/m<sup>2</sup>

U = U-värde eller förlustfaktor W/m<sup>2</sup>/K

T<sub>a</sub> = Absorbatorytans temperatur °C

T<sub>e</sub> = omgivningens temperatur °C

H = verkningsgraden

Med den andra av ekvationerna kan du konstatera att energiverkningsgraden avtar då temperaturen växer eller då förlustfaktorn **U** växer. Energiverkningsgraden ökar då solinstrålningen växer.

***För att kunna räkna vidare på en solfångare behöver vi förutom de värden vi har ovan:  
(Dessa värden behövs för att räkna ut energibalansen)***

T<sub>g</sub>=Täckglasets temperatur

d<sub>i</sub>=isoleringstjocklek

d=avstånd, glas till absorbdatoryta

R=värmeledningsmotstånd

alfa<sub>s</sub>=värmeöverföringskoefficient strålning

alfa<sub>c</sub>=värmeövergångskoefficient

Vi börjar med att teckna energibalansen för täckglaset, där det innebär att de sammanlagda energiflödet (+/-) till glaset måste bli noll.

Energibalansen för absorbdatorytan kan tecknas på i princip samma sätt som för glaset, skillnaden är att sätter summan av energiflödet till **P** som är den värmeeffekt vi kan nyttiggöra.

*Värmeledningen tecknas som nedan:*

$$q=(T_2-T_1)/R$$

*Detta uttryck är en parallell till Ohms lag:*

$$I=U/R$$

*Energibalansen för täckglaset och absorbdatorytan kan enligt ovan tecknas:*

$$(T_e-T_g)/R_1+(T_a-T_g)/R_2+0,05*1=0 \quad (1)$$

$$(T_g-T_a)/R_2+(T_e-T_a)/R_3+f*I=P \quad (2)$$

## 11 Sammanfattning.

Solen är en förutsättning för biosfären. Man har i alla tider utnyttjat solenergi passivt. Sokrates solhus, 400 f.K.r är ett av de första kända försöken. Med aktiv solvärme försöker man fånga upp solenergin på olika sätt, (solfångare). Solen har en skenbar temperatur på cirka 6000 K och sänder ut en intensiv strålning till världsrymden. Intensiteten är ungefär  $1400 \text{ W/m}^2$  när solstrålarna når jordens yttre atmosfär. Vid ekvatorn är solstrålarnas väg genom atmosfären kortast, därför får de som bor vid ekvatorn större energimängd än nordpolen.

En solfångare fungerar så att solstrålarna träffar glaset som har den goda egenskapen att det släpper igenom 80-90 % solstrålning. Sedan träffar strålningen absorberingsytan som överför värmeenergin till ett värmebärande medium.

För att värmeförlusterna från absorberaren skall minskas måste man försöka solfångaren med glas, eventuellt plast. Fördelen med att använda plast är att plast har en lägre densitet än glas och på så sätt blir solfångaren lättare.

När det gäller val av material till absorberaren är det mycket viktigt. Ju lägre reflektion desto bättre. Teknisk term i Finspång tillverkar absorberare av kopparrör och aluminiumband. Behandling av ytan sker med tre olika bad, Betbad, Anodiseringsbad och Infärgningsbad. Teknisk har även tagit fram en helt ny teknik att behandla absorberarna, Sputterteknik. Sputterteknik är en slags vakuumteknik. Detta gör att man slipper alla kemikaliebäddar och det blir mycket miljövänligare.

För att uppnå temperaturer upp till  $40-45^\circ\text{C}$  måste man även isolera väl. Framst gäller detta absorberarens baksida men även sidorna isoleras. Man kan även isolera ackumulatören så att vattnet håller sig varmt. Materialet är även viktigt när det gäller ackumulatören.

Akkumulatören får tex. inte drabbas av korrosion.

När det gäller cirkulationen finns det två slags cirkulationssystem, självcirkulation och pumpcirkulation. I ett självcirkulerande system utnyttjar man att varmt vatten är lättare än kallt. Ackumulatören placeras högre upp än solfångaren så att det uppvärmda vattnet kan strömma upp till ackumulatören. Risken är att baklängescirkulation uppstår. I ett pumpcirkulationssystem använder man sig av en pump för att skapa cirkulation i systemet. Fördelen med detta system är att man kan placera ackumulatören lägre ner än solfångaren. Detta gör att man kan placera ackumulatören i källaren där man oftast väljer att placera den.

Man kan använda sig av direkt system och indirekt system. I ett direkt system är det samma vatten som cirkulerar i solfångaren som man tappar ur kranen. I ett indirekt system används värmeväxlare för att överföra solvärmen till ackumulatortanken.

För rör till en solfångare bör man lämpligtvis använda kopparrör, detta för att slippa korrosion och på så sätt få ett rent vatten. Ett problem vid konstruktionen av solfångare är förlusterna. Glasningen är den delen som har störst värmeförlust till omgivningen. Därför kan man använda sig av två glas.

Det finns olika typer av solfångare: Dränerande solfångare, Vakuumsolfångare, Termiska solfångare, Plana solfångare, Koncentrerande solfångare och Hybrider.

När det gäller placering och dimensionering beror det på var och hur man bor och vad man vill uppnå med solfångare.

Att köpa en solfångare kan vara dyrt men man kan reducera kostnaden lätt genom att tex. bygga själv och söka bidrag.

För att få hela tappvarmvattenbehovet och elförbrukningen uppfyllt kan man koppla ihop solfångarna med andra system, exempel en värmepump.

**Källförteckning:**

Solvärmeboken

Lars Andrén, Bulls Tryckeriaktiebolag 1995

ISBN 91-7332-723-9

Solenergi; Teori, forskning och praktisk användbarhet.

Folke Peterson- Gunnar Wettermark och Ingenjörsläroverket AB, Stockholm 1985

ISBN 91-7284-206-7

Bygga solfångare

Folke Peterson, Lennart Ringblom och Ingenjörsläroverket AB, Stockholm 1978

ISBN 91-7284-091-9

Teknoterm energi AB i Finspång

Skäggebyvägen 29

61244 Finspång

Tele 0122-10602

<http://www.thn.edu.stockholm.se/projekt/energi/solenergi/text.html>

<http://www.soltek.se/solfanga/solfnaps.htm>

<http://www.solgruppen.se>