

Innehåll

	Förord	5			
1.	Introduktion	6			
	Solinstrålning.....	6			
	Effekt – fakta.....	6			
	Energi – tillgång.....	8			
	Dimensioneringsprogram – solenergi.....	9			
2.	Solvärme	10			
	Fakta om svensk solvärme.....	10			
	Historik.....	10			
	Solfångaren.....	11			
	Princip och konstruktioner.....	12			
	Plana solfångare.....	13			
	Dränerande solfångare.....	13			
	Placering.....	17			
	Vakuumsolfångare.....	17			
	Kinesiska vakuumsolfångare.....	18			
	Heatpipe.....	19			
	U-rörskonstruktion.....	20			
	Direktpluggmodellen.....	21			
	Koncentrerande solfångare.....	22			
	Lågtempererade (pool-)solfångare.....	23			
	Verkningsgrad.....	24			
	Värmeproduktion.....	26			
	Solvärmekretsen.....	30			
	Drivpaket.....	30			
	Cirkulationspump.....	31			
	Reglerventil – flödesmätare.....	32			
	Backventil.....	33			
	Smutsfilter.....	33			
	Påfyllning och avtappning.....	33			
	Kontroll av förtrycket i expansionskärlet.....	33			
	Expansionskärn/dräneringskärn.....	34			
	Styrning och övervakning.....	36			
	Värmebärare.....	39			
	Värmeväxlare.....	40			
	Rörslinga/rörbatteri.....	40			
	Plattvärmeväxlare.....	41			
	Värmelager.....	41			
	Ståltankar.....	42			
	Groplager.....	42			
	Bergrumslager.....	44			
	Lerlager.....	44			
	Saltlager/kemisk värmepump.....	46			
	Småskaliga värmelager.....	46			
	Ackumulatorsystem.....	48			
	Systemteknik.....	50			
	Systemprinciper.....	50			
	Checklista/funktionskontroll.....	56			
3.	Solvärmens användningsområden	57			
	Väderstreck – placering.....	58			
	Dimensionering.....	59			
	Småhus.....	60			
	Flerbostadshus.....	61			
	Storskalig solvärmeteknik.....	64			
	Utomhusbassänger.....	64			
	Campingplatser.....	65			
	Idrottsanläggningar.....	66			
	Skolor.....	67			
	Industri.....	67			
4.	Solvärme för småhus	68			
	Användning.....	68			
	Dimensionering.....	69			
	Nyckeltal.....	72			
	Systemkombinationer.....	73			
	Solvärme och el, ackumulatorpanna.....	73			
	Solvärme och fossilbränsle (gas/olja).....	74			
	Sol och pellets.....	75			
	Sol och ved.....	76			
	Solvärme och lokala eldstäder.....	76			
	Kökspanna.....	77			
	Vattenkylda lokala eldstäder.....	77			
	Sol och värmepump.....	77			
	Kulvertsystem.....	80			
	Tappvarmvattensystem.....	82			
	Drift och underhåll.....	83			
	Sammanfattning.....	83			
5.	Solvärme för flerbostadshus	84			
	Användning.....	84			
	Takintegrerade solfångare.....	84			
	Dimensionering.....	86			
	Nyckeltal.....	88			
	Värme- och tappvarmvattenbehov.....	88			
	Solfångararea och ackumulatorvolym.....	89			
	Värmeproduktion.....	89			
	Systemkombinationer.....	90			
	Montering.....	92			
	Platsbyggda solfångare.....	92			

	Förtillverkad solfångare	92		Besöksnäringen.....	140
	Fabriksmonterade solfångare.....	92		Lantbruk	141
	Drift och underhåll.....	93		Solparker – storskaliga projekt.....	143
	Sammanfattning.....	94		Teknik.....	145
6.	Storskalig solvärmeteknik	96		Kristallina kiselceller.....	147
	Användning.....	96		Tunnfilmsteknik.....	149
	Stormodulsolfångare.....	97		Hybridpaneler PV/T	151
	Koncentrerade solfångare.....	97		Växelriktare	152
	Dimensionering – kalkyl.....	97		Batterier	154
	Korttidsvärmelager	98		Solel, solenergilager och laddlösningar.....	155
	Säsongsvärmelager	98		Nätanslutna system.....	155
	Nyckeltal	100		Mikronät – interna lågspänningsnät	155
	Drift och underhåll.....	101		100 procent off grid.....	156
	Marknad storskalig solvärme – i Sverige och internationellt.....	102		Dimensionering/beräkningsexempel – självförsörjande system	157
	Sammanfattning.....	103		Dimensionering – nätanslutna system	159
7.	Solvärme för bassänguppvärmning	106		Effekter och dimensioneringsunderlag.....	159
	Energi- och värmedata.....	106		Nätägare – elhandelsavtal och bygglov.....	162
	Direkta system – oglasade solfångare	108		Annat att tänka på.....	162
	Funktion – direkta system.....	110		Upphandling och praktiska tips – solel.....	163
	Solfångarplacering	111		Generellt att tänka på	163
	Dimensionering.....	112		Särskild kravspecifikation – offerter	164
	Indirekta system – glasade solfångare	114		Garantitider.....	165
	Funktion – indirekta system	114		Tio lämpliga steg i upphandlingen.....	165
	Solfångarplacering	114		Drift- och underhållskostnader.....	166
	Dimensionering.....	116		Praktiska tips i samband med nätanslutna solcellsprojekt.....	166
	Nyckeltal för energi och ekonomi.....	116		Lönsamhetskalkyl – nätanslutna solesanläggningar.....	167
	Drift och underhåll.....	117		Ekonomi – lönsamhet och subventioner.....	168
	Sammanfattning.....	118		Lönsamhetskalkyler	168
8.	Ekonomi och lönsamhetsberäkning – solvärme ..	120		Stödsystem och styrmedel.....	171
	Olika beräkningssätt.....	120		Framtid.....	173
	Praktiskt exempel, mall för lönsamhetsberäkning.....	123		Sammanfattning.....	175
9.	Upphandling – solvärme	124		11. Övrig solenergiteknik	176
	Inventering.....	124		Passiv solvärme.....	176
	Upphandlingsformer	124		Optiska soltuber.....	179
	Kravspecifikation.....	125		Termosifonsystem.....	179
10.	Solel	128		Luftburen solvärme	180
	Historik.....	131		Öppna luftsolvärmesystem	182
	Marknad Sverige och internationellt.....	132		Slutna luftsolvärmesystem	182
	Potential.....	133		Solväggar.....	183
	Användningsområden.....	135		Luftsolfångare för fritidshus.....	183
	Självförsörjande system.....	137		Solskorsten – Solar chimney	184
	Småhus – nätanslutna.....	138		Solkyla.....	184
	Flerbostadshus.....	139		Soldestillering av dricksvatten.....	185
	Industrier och näringsbyggnader.....	140		Framtid solenergi.....	186
				Potential.....	187
				Referens- och litteraturlista	188
				Företagsregister.....	191

Förord

Den här boken – Solenergi – praktiska tillämpningar i bebyggelse – ges nu ut i en sjätte reviderad upplaga. Aldrig tidigare har solenergin varit mer i fokus än nu. Det råder ingen tvekan om att den här boken behövs, eftersom upplaga efter upplaga går åt som smör i solsken och uppskattas av sina läsare. Den här upplagan har förutom alla sina uppdateringar fått ett utökat och mer komplett kapitel om solet. Allt för att möta det växande intresset och för att det hänt så otroligt mycket inom det teknikområdet under senare år.

Solen är en förutsättning för allt liv på jorden och i ett mänskligt perspektiv en oändlig resurs. Under senare år har värdet på och nyttan av denna gratis flödande energi ökat i allt större omfattning. Solen är en enorm tillgång som kan utnyttjas för elgenerering och värmeproduktion. Genom ett ökat utnyttjande av solenergi blir det inte bara ett bättre resursutnyttjande utan det görs även en stor insats för att uppnå ett ekologiskt hållbart samhälle, var vi än befinner oss på jorden. Solenergin kommer att spela en viktig roll för vår framtida energiförsörjning, både till förmån för miljön, som för klimatet och vår ekonomi – såväl i Sverige som globalt!

I stort sett under hela min yrkesverksamma tid har jag i en eller annan form arbetat med solenergi, först solvärme och under senare år allt mer med solet. Inom solvärmeområdet har jag fått möjligheten att följa en tekniks födelse, introduktion och genombrott på den svenska värmemarknaden. Mina erfarenheter kring såväl småskalig solvärme för villasystem till större fjärrvärmeanläggningar presenteras i boken.

Under senare år har intresset och marknaden för solet ökat lavinartat i Sverige. Av den anledningen har avsnittet kring solet utökats i denna nya utgåva av boken. Boken presenterar också en rad olika och möjligen udda sätt att utnyttja solenergi, allt ifrån det passiva utnyttjandet (värme och ljus) genom fönster till luftburen solvärmeteknik, solkyla med mera.

Min ambition är att boken ska fungera som ett uppslagsverk, där olika solaktörers insikter sprids vidare i syfte att öka den allmänna kunskapsnivån i ämnet och att ge solenergin den möjlighet och värdiga expansion som tekniken idag gör sig förtjänt av. Ett av de huvudsakliga målen med boken är att ge olika aktörer i byggbranschen en möjlighet att på ett enkelt sätt förstå och tillämpa solenergi, i alla dess former. Boken inleds med ett faktaavsnitt och en allmän orientering över olika användningsområden. Därefter följer några mer ingående kapitel kring solvärmeteknik och systemvarianter. Avsnitten innehåller nyckeltal och praktiska exempel som hjälper projektörer, installatörer och slutanvändare att bedöma lämpligheten för att nyttja solvärme och solet i olika projekt. Läsaren får en överskådlig bild med möjlighet att själv göra en förstudie i teknik, system och ekonomi. Boken är tänkt att vara en tillgång i det informationsbehov som råder inom solenergiområdet och fungera som språngbräda in i ämnet.

Med förhoppning om en givande lässtund!

Lars Andrén
www.drivkraft.nu

● 1. Introduktion

Solinstrålning

Den energi som solen avger är ett resultat av kärnreaktioner där väte omvandlas till helium. Den utstrålade mängden solenergi är ett överskott i denna process.

Solinstrålningen som träffar jordens yta innehåller våglängder från ultraviolett till infrarött där en väsentlig del av energimängden ligger i det infraröda området. Genom atmosfären absorberas olika våglängder av de molekyler som finns i luften (vattenånga, syre, ozon och koldioxid). För ett bra tillvaratagande av solinstrålningen krävs att solens hela våglängdsområde kan absorberas och omvandlas, oavsett om det gäller solvärme eller soled. I en solfångare är material och ytskikt med hög andel absorption och låg andel emittans att föredra.

EFFEKT – FAKTA

Det är endast en bråkdel av solens energi som träffar jordytan. Solinstrålningen som når jordatmosfärens yttre rand på en yta som är vinkelrätt mot solen, motsvarar en medeleffekt av $1\,370\text{ W/m}^2$. Detta värde kallas solarkonstanten. Av den solinstrålning som finns utanför atmosfären reflekteras en del tillbaka och en andel instrålning absorberas av ozon, koldioxid och syre som finns i atmosfären. Utöver detta absorberar också vattenånga i luften en del av solinstrålningen.

Resterande solinstrålning är den vi kan nyttiggöra oss. Den maximala solinstrålningseffekten som når Sverige är

cirka $1\,000\text{ W/m}^2$. Områden kring ekvatorn tar emot en större energimängd än sydliga och nordliga breddgrader. Detta är ett resultat av att infallsvinkeln mot markytan är mindre samtidigt som avståndet genom atmosfären är kortast vid ekvatorn. På jordens ökenområden (där det råder ett stort antal soltimmar på ett år) är medeltalet för solinstrålningen $2\,500\text{ kWh/m}^2$ och år medan vi i Sverige har en ”medelsolinstrålning” motsvarande drygt $1\,000\text{ kWh/m}^2$ och år (mot en horisontell yta).

Solfakta



- Solen är vår närmaste stjärna. Genom sin ofantliga storhet styr den med sin gravitationskraft planeternas rörelse. Solen beräknas vara $4,6 \times 10^9$ år gammal. Dess radie är $696\,000\text{ km}$ och den består av 71 procent väte (H), 27 procent helium (He) och två procent övriga grundämnen. Vikten kan uppskattas till $1\,989 \times 10^{30}$ ton (333 000 gånger tyngre än jorden).
- Fusionen (sammansmältningen) av vätekärnor till heliumkärnor utgör den avgörande energialstrande processen i solen. Heliumkärnan blir lättare och denna skillnad i massa omvandlas till energi som avges i form av elektromagnetisk strålning. Den totala utstrålningseffekten från solen är $3,8 \times 10^{26}\text{ W}$. Av denna mängd träffar cirka $170 \times 10^{12}\text{ W}$ jorden, vilket är cirka 15 000 gånger mer energi än vad som konsumeras på jorden (1990).

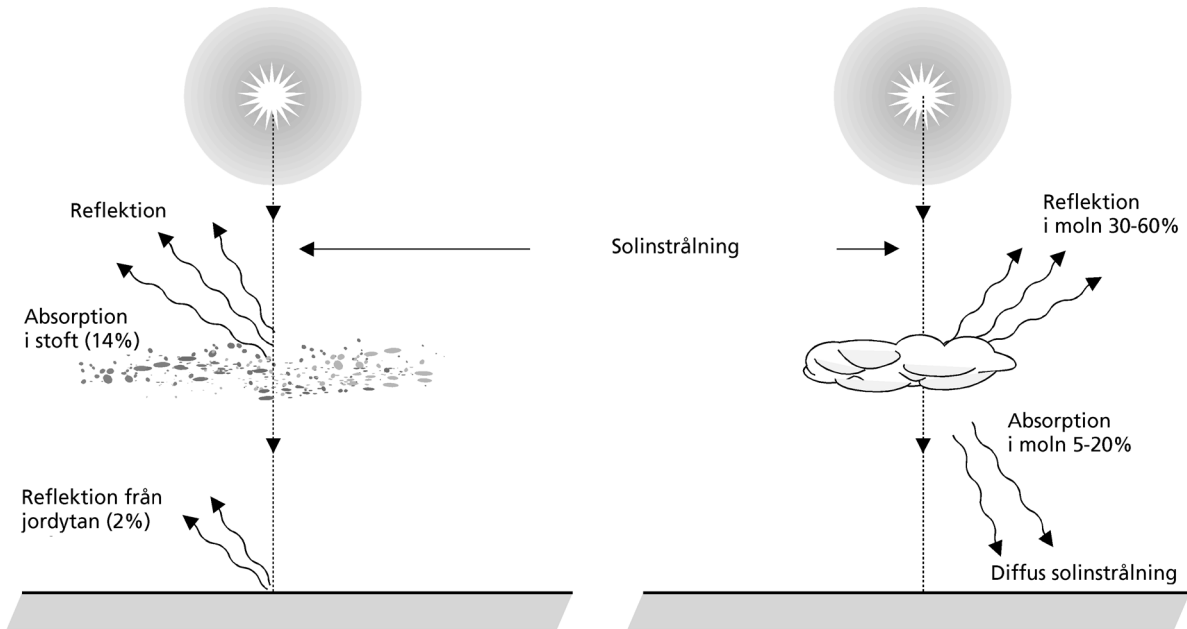


Fig. 1.1. Bilden visar atmosfärens inverkan på solinstrålningen.

Det är det lokala vädret som huvudsakligen påverkar hur mycket solinstrålning som når markytan. Normalt klassas solinstrålningen som direkt eller diffus. Den direkta instrålningen reflekteras och absorberas i moln (vid mulet väder) så att den i det närmaste helt upphör. Det som sedan träffar markytan kallas för diffus (eller indirekt) instrålning.

Fig. 1.2. Bilden visar globalinstrålningens fördelning, mot en horisontell yta, i Sverige (för normalperioden 1961–1990). Idealvinkeln för solfångare och solceller ligger på 10–15 grader under den breddgrad man befinner sig på. Solfångare med en lutning på 30–45° från horisontplanet medför ett ökat värmeutbyte med cirka 25 procent, jämfört med bildens siffror. Variationen mellan årstiderna är stor och jämförelser i samma månad kan skilja från år till år. Generellt har vi mer direkt solinstrålning (klart väder) utmed landets kuster och i området kring Väneren. Det kan i sammanhanget nämnas att det finns bra programvara för att optimera montagevinkeln för solfångare och solceller. För mer detaljerade värden för solinstrålningen se www.smhi.se.

SMHI

GLOBALSTRÅLNING
ÅRET
Medelvärden 1961-1990

