



Solenergi for varmeformål – snart lønnsomt?

Liv Bjørhovde Rindal, KanEnergi
Fritjof Salvesen, KanEnergi

10
2008

OPPDRA GSRAPPORT A



Solenergi for varmeformål - snart lønnsomt?

Rapport nr 10/2008

Solenergi for varmeformål - snart lønnsomt?

Oppdragsgiver: NVE

Redaktør: Knut Hofstad

Forfattere: Liv Bjørhovde Rindal, Fritjof Salvesen; KanEnergi AS

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag: 50

Forsidefoto:

ISSN: 1503-0318

Sammendrag:

Emneord: solenergi, solvarme

Norges vassdrags- og energidirektorat
Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstua
0301 OSLO

Telefon: 22 95 95 95
Telefaks: 22 95 90 00
Internett: www.nve.no

Desember 2008

Innhold

Forord	4
Sammendrag	5
1 Innledning	6
2 Ressurser og potensial	7
2.1 Solinnstråling til jorden.....	7
2.2 Potensial i Norge	7
3 Aktuelle anvendelser	9
4 Teknisk beskrivelse	10
4.1 Solfangeren	10
4.2 Lagertank.....	12
4.3 Styringssystem	13
4.4 Dimensjonering av solvarmeanlegg	13
5 Kostnader	16
5.1 Kostnader for solvarmeanlegg	16
5.2 Finansiering og støtteprogrammer i Norge	18
6 Marked	20
6.1 Utbredelse av solvarmeanlegg.....	21
6.2 Prosjektseksempler i Norge	22
6.3 Fremtidsutsikter	24
6.4 Produsenter og leverandører i Norge.....	24
7 Referanser	28

Forord

Bruk av solvarme som tilskudd til energiforsyningen har forholdsvis liten utbredelse i Norge, også sammenliknet med andre nordiske land som Danmark og Sverige. Dette skyldes flere forhold, bl.a. manglende generelle støtteordninger for etablering av solvarmeanlegg. Dette er i ferd med å endres ved at Enova nå åpner for å støtte slike anlegg med opptil 20 % av investeringskostnadene. Dessuten er teknologien for solvarmeanlegg under stadig forbedring. Mulighetene for at solvarmeanlegg vil spille en større rolle i fremtiden er derfor til stede.

NVE har derfor gitt KanEnergi et oppdrag med å foreta en oppsummering av teknologisk og økonomisk status for solvarmeteknologien. Arbeidet ble utført høsten 2008 i tilknytning til foredrag holdt på NVEs Energidagene 2008.

Oslo, desember 2008

Torodd Jensen
seksjonssjef

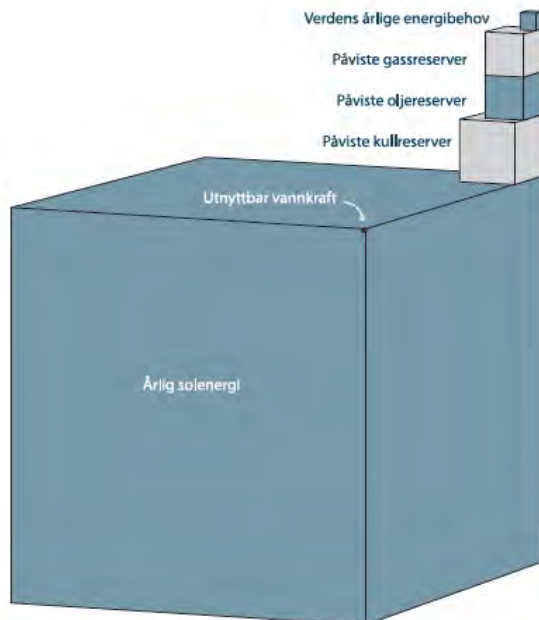
Knut Hofstad
prosjektleder

Sammendrag

Rapporten gir en kort oppsummering av teknologisk status for solvarmeteknologien. Deretter gis en vurdering av solvarmeteknologiens konkurransemessige situasjon, aktuelle støtteordninger og markedsutviklingen internasjonalt og i Norge. Rapporten avsluttes med en oversikt over aktuelle leverandører i Norge.

1 Innledning

Solenergi er vår mest miljøvennlige energikilde. Den er tilgjengelig stort sett overalt, og finnes i store mengder. Hvert år mottar jorda totalt 15 000 ganger mer solenergi enn det totale energiforbruket på jorda.



Figur 1-1 Årlig innfallende solenergi mot jorden, påviste fossile energireserver og årlig globalt forbruk av kommersiell energi [3].

Solen er forutsetningen for livet slik vi kjenner det på vår planet. Med unntak av geotermisk energi og tidevann, er solenergi drivkraften bak alle andre fornybare energikilder.

Menneskene bruker mye solenergi, og har gjort det i hele sin historie. I dag er de viktigste bruksområdene å tørke landbruksprodukter, å varme bygninger og å produsere elektrisk kraft. På sikt kan direkte bruk av solenergi bli vanlig også for å produsere kulde og å drive industrielle produksjonsprosesser.

Stadig strammere effekt- og kraftbalanser i de senere år gjør at en overgang fra elektriske til vannbaserte oppvarmingssystemer basert på ulike fornybare varmekilder er et prioritert mål for myndighetene.

Aktiv solenergi i form av varme blir fort interessant med dagens prisnivå på elektrisitet og fyringsolje, og forventninger om ytterligere økning i strømprisen. Ettersom Norge nå er tettere knyttet til det europeiske markedet, ser vi at strømprisen kan være høy også om sommeren, når solvarme kan gi et stort bidrag til oppvarming av tappevann.

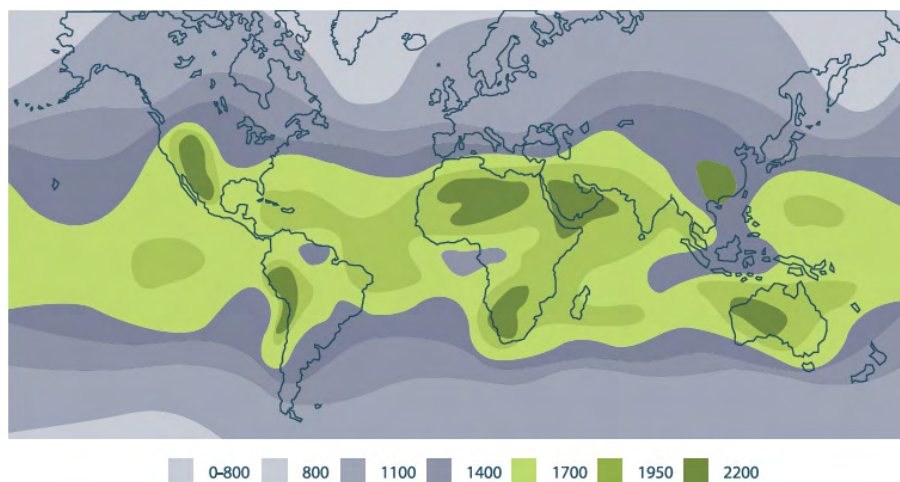
Med solvarme forstås i denne rapporten aktive solvarmeanlegg med solfanger, pumpe/vifte, varmelager etc. Passive solvarmeanlegg som utnytter glasstilbygg, innstråling gjennom vinduer etc. omtales ikke. Solceller som produserer elektrisitet omtales heller ikke.

2 Ressurser og potensial

2.1 Solinnstråling til jorden

Solen avgir ufattelige mengder energi, og til forskjell fra andre energikilder er solenergi tilgjengelig overalt på kloden.

Den årlige innstrålingen varierer med geografisk plassering på jordkloden. De mest solrike steder mottar årlig opp mot 2.500 kWh/m². På disse stedene er innstrålingen rimelig jevnt fordelt over året.



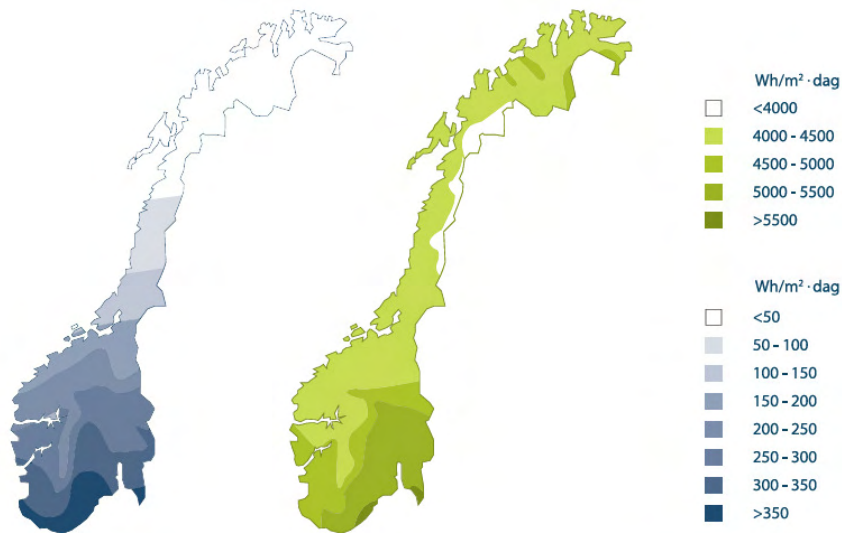
Figur 2-1 Årlig solstråling mot optimalt vinklet flate (gjennomsnittlig kWh/m² og år) [3].

2.2 Potensial i Norge

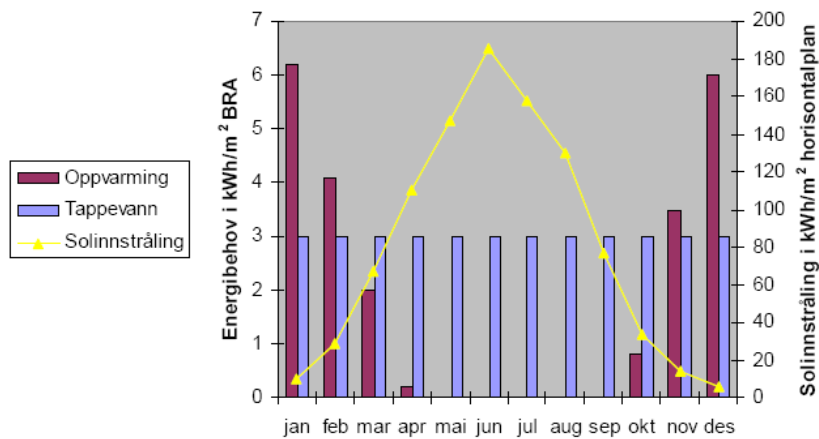
Til og med i relativt kalde Norge gir sola omlag 1700 ganger mer energi enn det vi bruker. Dersom vi hadde klart å nyttegjøre oss 1 promille av den solenergien vi mottar, så ville vi ha mer enn nok energi til å tilfredsstille vårt energibehov.

Den årlige innstrålingen i Norge varierer fra ca 700 kWh/m² i nord til ca 1100 kWh/m² i sørlige deler av landet. Samtidig er det store variasjoner over året. Det er derfor ikke mulig å basere energiforsyningen kun på solvarme så lenge det ikke er muligheter for å lagre energien fra sommer til vinter. Figur 2-2 viser midlere innstrålet energi mot en horisontal flate for henholdsvis januar og juli.

En del av denne forskjellen kan elimineres ved å plassere solfangere skrått mot solen, men i vintermånedene er det lite energi å hente.



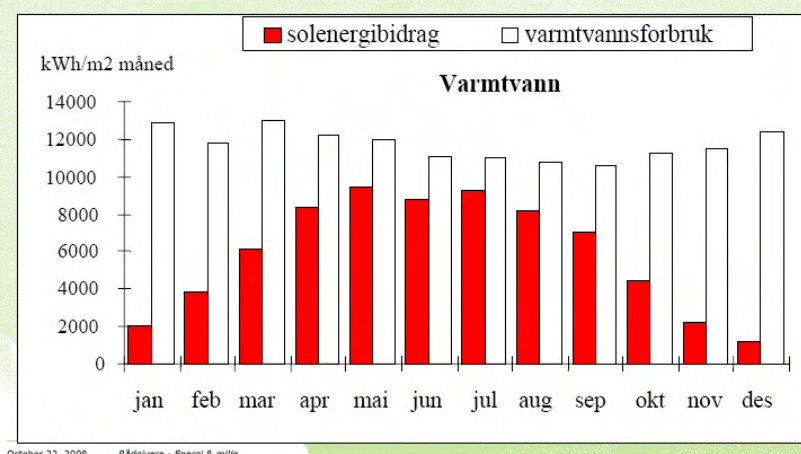
Figur 2-2 Daglig solinnstråling mot horisontal overflate i henholdsvis januar og juli [3].



Figur 2-3 Månedlig energibehov til romoppvarming og tappevann (kWh/m² oppvarmet bruksareal) for en lavenergibolig (blokkleilighet) i Oslo. Total månedlig solinnstråling (på horisontalplanet) i Oslo er også vist [2].

Figur 2-3 viser at storparten av romoppvarmingsbehovet for en lavenergibolig vil være i de fire kaldeste månedene. I denne perioden er det lite solinnstråling. For passivhus vil oppvarmingsbehovet være enda lavere, og begrense seg til de to kaldeste vintermånedene. Dette innebærer at det er lite potensial for utnyttelse av solvarme til romoppvarming for lavenergiboliger og passivhus i Norge uten bruk av avanserte varmelagringsmetoder. Behovet for oppvarming av tappevann er imidlertid så og si konstant over hele året, så her ligger det godt til rette for utnyttelse av solvarme. Dette fremgår av figur 2-4.

Eksempel på bygg med stort varmtvannsforbruk



Figur 2-4 Energioppdekning for tappevann

3 Aktuelle anvendelser

Aktive solvarmeanlegg kan dekke deler av oppvarmingsbehovet for ulike typer anvendelser.

Et standard solvarmeanlegg for oppvarming av varmtvann i en enebolig består av 4-6 m² solfangere, ca 300-400 liter lagertank, sirkulasjonspumpe og automatikk.

En vanlig kombinasjon er å etablere et felles system for oppvarming av varmtvann og romoppvarming. Da varmeveksles det varme vannet i varmelageret (varmtvannstanken) mot et distribusjonsnett for vannbåren varme som står for romoppvarmingen.

Det er også mulig å bygge fjernvarmeanlegg basert på storskala solvarmeanlegg. I Europa er det bygget omlag 90 anlegg med tilknytning til fjernvarme, totalt ca. 210 MW_{th}. Et av verdens største anlegg er bygget på Ærø i Danmark, ca 13 MW_{th}. Slike anlegg kan også bygges i Norge.

Soloppvarming av svømmebasseng kan øke bruksverdien. I prinsippet kan en rekke typer solfangere benyttes. En solfanger på ca 50-70% av bassengets areal anbefales, noe som vil bidra til å holde vanntemperaturen minst 3-4°C varmere enn uten solfanger.

Høy- og korntørker basert på solvarme har hatt et visst gjennomslag i Norge. Uteluft trekkes da inn mellom yttertak og et undertak, opp til en samlekanal under mønet og ned til et rist-system under det høyet som skal tørkes. Det viktigste argumentet for bygging av slike anlegg er økt førkvalitet, og



Systemhus



ikke nødvendigvis energisparing, da alternativet i de fleste tilfeller er kaldlufttørker.

Lovende industrielle anvendelser av solvarmeanlegg er også avsalting og kjøling. Innen byggsektoren er det et stort potensial for enkle systemer for kjøling i sommerhalvåret, når man dessuten har samtidighet mellom behov og tilgang på sol.



Når det gjelder høytemperatur prosessvarme, kjemiske prosesser og materialprosesser er det også et visst potensial for bruk av solvarme med bruk av avanserte solfangere.

Solvarmeanlegg kan kobles til en varmepumpe for å få til systemer med både oppvarming og kjøling. Dette gjør også at det er mulig å oppnå relativt høye temperaturer som kan benyttes i for eksempel industrielle prosesser.

4 Teknisk beskrivelse

Et aktivt solvarmeanlegg består av solfanger, lagertank og styringssystem med pumpe/vifte. I solfangeren blir strålingsenergi fra sola omdannet til varme i varmemediet som fyller solfangeren. Så sirkulerer varmemediet (vann, luft eller en blanding av vann og glykol) og varmeveksles mot vannet i lagertanken. Videre varmeveksles vannet i lagertanken mot det vannbårne varmesystemet som skal distribuere varmen rundt i bygget.



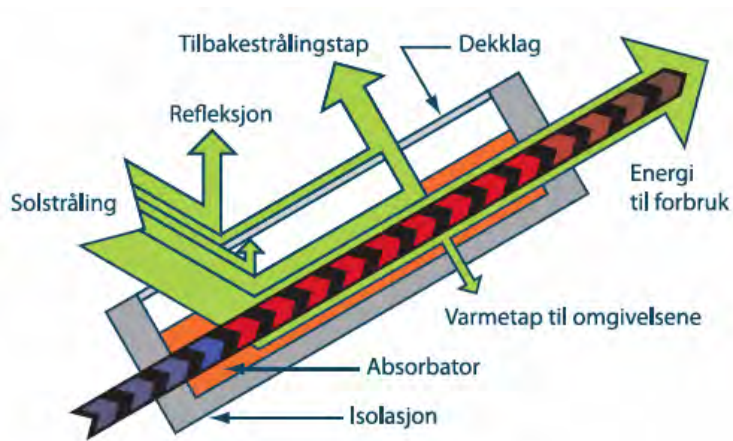
Figur 4-1 Prinsippskisse for solenergianlegg i et bolighus [3].

4.1 Solfangeren

Solfangeren er selve hjertet i solvarmesystemet, det er her solstrålingen blir omdannet til varme. En typisk solfanger består av tre hoveddeler: absorbator, dekklag, og isolasjon. Ikke alle solfangere har dekklag og isolasjon, men alle har en absorbator.

Varmestrømmen i en solfanger

Varmestrømmen i en solfanger kan skjematisk fremstilles slik:



Figur 4-2: Prinsippskisse av de termiske forholdene i en solfanger[3].

Dekklag og isolasjon

Et gjennomsiktig dekklag av glass eller plast blir ofte benyttet for å øke solfangerens effektivitet. Dekklaget fungerer som en "varmefelle" ved å slippe inn den kortbølgede solstrålingen samtidig som det hindrer den langbølgede varmestrålingen å slippe ut. Varmetapet kan reduseres ytterligere ved å bruke dekklag med lavemitterende belegg eller transparente isolasjonsmaterialer.

En del av solstrålingen reflekteres og absorberes i dekklaget. Dette såkalte transmisjonstapet er avhengig av solstrålens innfallsvinkel samt dekklagets egenskaper. Den resterende delen av innstrålingen går gjennom dekklaget, og varmer opp absorbatoren.

Solfangere uten dekklag brukes ofte til oppvarming av svømmebasseng.

Absorbatoren

Absorbatoren er den sentrale komponenten i solfangeren, det er den som omformer solinnstrålingen til varme. Absorbatoren er ofte en tynn metall- eller plastplate som er farget sort eller har en selektiv overflate. En selektiv flate absorberer en stor del av det synlige lyset (typisk rundt 98%) på samme måte som en sortmalt flate, men den emitterer (gir fra seg) mye mindre infrarød stråling enn en vanlig malt overflate gjør. På denne måten reduseres varmetapet fra solfangeren, noe som gir en mer effektiv solfanger.

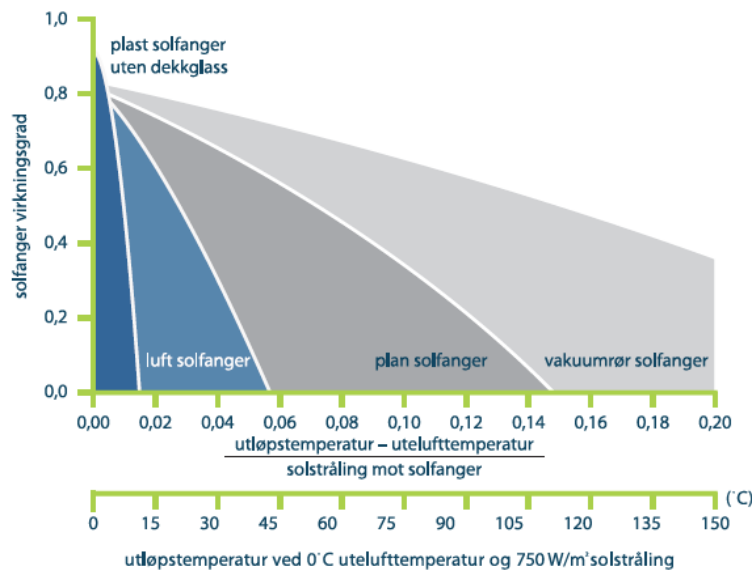
Ulike typer solfangere

Det finnes flere ulike typer solfangere, f.eks. plane solfangere, vakuumsolfangere, parabol-solfangere og traufornede solfangere. Den plane solfangeren er den som tradisjonelt har vært mest brukt i bygninger. Etter hvert har også vakuumsolfangere fått en større andel av markedet.

Vakuumsolfangere har høyere virkningsgrad enn plane solfangere ved lave utetemperaturer og liten innstråling, og koster som regel også mer. Vakuumsolfangere kan ikke erstatte en vanntett takteking på samme måte som noen typer plane solfangere. Det finnes imidlertid mange måter å integrere vakuumsolfangere i bygningsstrukturen, for eksempel som rekkverk.

Virkningsgrad

Virkningsgraden til en solfanger er definert som forholdet mellom nyttbar varmeproduksjon fra solfangeren og den mengde solstråling som treffer solfangeren. Solfangerens virkningsgrad reduseres ved økende absorbatortemperatur pga økt varmetap til omgivelsene. Omlag 20% av solenergien som treffer solfangeren går tapt gjennom refleksjon fra dekkflaten, jo flere dekklag desto større tap.



Figur 4-3 Virkningsgraden avhenger av forskjellen mellom varmemediets temperatur ut av solfangeren og omgivelsenes temperatur. Her vist for luftsolfanger, plan solfanger og vakuumsolfanger. Solstråling mot solfanger er angitt i W/m^2 [3].

4.2 Lagertank

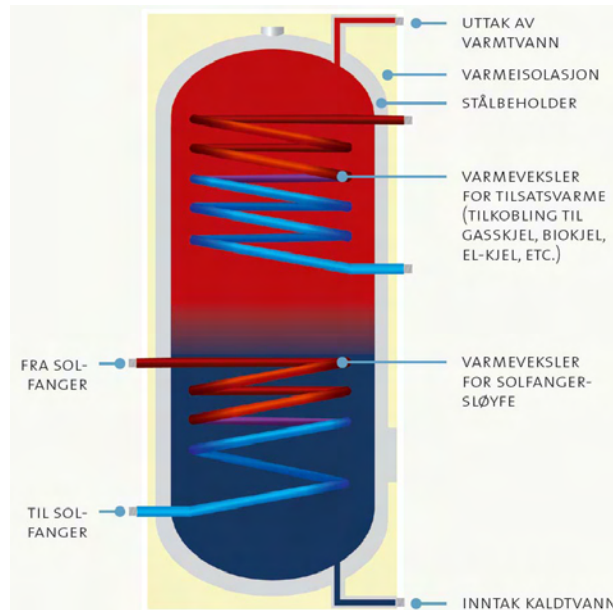
Varmelageret er en beholder som kan lagre solvarmen inntil man får bruk for den. Det fins omtrent like mange forskjellige typer av varmelagre som det fins forskjellige produsenter av solfangeranlegg.

Varme kan lagres i jord, stein, fjell, eller vann. Dersom varme skal lagres i jord brukes ofte borehull ned i bakken. Slike lagre krever imidlertid stor volum dersom varmetapet skal kunne holdes på et lavt nivå. Slike systemer der derfor som regel knyttet til store solvarmeanlegg med tilknytning til fjernvarme.

Den mest brukte typen varmelager i solfangeranlegg er tanker, eller beholdere med vann brukt som varmemedium. Et solfangersystem for oppvarming av forbruksvann til en familie på 4 bør ha en lagertank på minst 300 liter. Størrelsen og utformingen av tanken

avhenger av varmebehov, solfangerareal, systemutforming og tilgjengelig plass i bygningen.

Varme transporteres fra solfangeren ned til en varmeveksler i varmelageret. Når varm væske går gjennom varmeveksleren vil temperaturen i varmelageret øke. Væsken (vann) fra solfangeren kan også være koblet direkte til varmelageret. Da vil det varmeste vannet være øverst i lageret, og det kaldeste vannet i bunnen vil bli pumpet opp i solfangeren for oppvarming. En høy og slank lagertank vil være gunstig da det fører til en god temperatursjiktning i tanken.



Figur 4-4: Prinsippskisse for lagertank for oppvarming av varmtvann [2].

En lagertank for solvarme skiller seg fra en vanlig varmtvannstank ved at den har en varmeveksler for tilkobling til solfangersystemet, samt at den som regel er noe større enn en vanlig tank.

4.3 Styringsystem

De fleste solvarmesystemer vil være utstyrt med styringsautomatikk for å optimalisere energiutbyttet. En standard styringsenhet inneholder en enkel elektronisk innretning som slår av og på pumpen i solfangerkretsen basert på temperaturredifferansen mellom lagertanken og solfangeren. Mange nye styringsystemer inneholder også andre funksjoner som datalogging, feilsøking og grafisk display for visning av energiutbytte.

4.4 Dimensjonering av solvarmeanlegg

Dimensjonering av solvarmeanlegg avhenger av mange ulike faktorer, der de viktigste parametrene er:

- Hvilket varmebehov skal dekkes og hvordan fordeles dette i tid
- Nødvendig solfangerareal

- Retningsorientering og helningsvinkel for solfangeren
- Oppvarmingssystemet

Typisk varmtvannsbehov i en bolig ligger på ca 30-35 kWh/m² pr år, men kan variere mye. Normalt tas det utgangspunkt i ca 50 l/døgn pr person.

I tillegg vil faktorer som investerings- og driftskostnader, energipris, rentenivå, klimaforhold (soltilgang og temperatur), plassbehov, lagertankens størrelse og utforming, rørlengde, isolasjon og estetiske forhold spille inn på den endelige utformingen.

Dimensjonerende varmebehov

Det vil i de aller fleste tilfeller ikke være økonomisk forsvarlig å dekke hele oppvarmingsbehovet ved hjelp av solenergi, og det må derfor legges inn en spisslastkilde som kan kobles inn når effektbehovet er som høyest. En miljøvennlig kombinasjon vil være pelletskjel som back-up.

Systemer for oppvarming av tappevann dimensjoneres vanligvis slik at de dekker mellom 40 % og 70 % av det totale årlige varmebehovet.

Nødvendig solfangerareal

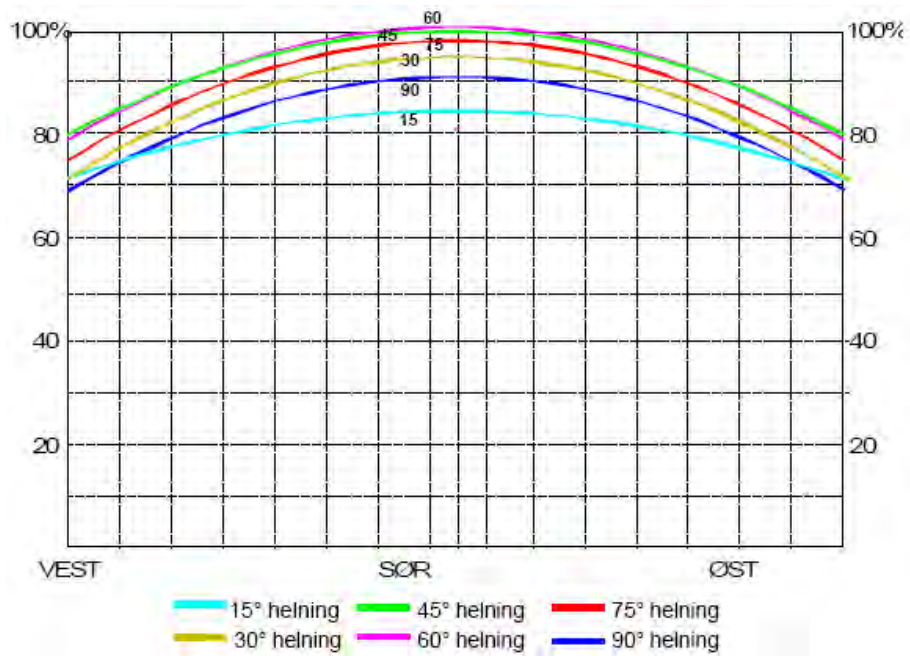
Nødvendig solfangerareal vil være sterkt avhengig av det forbruket som skal dekkes. Et lite anlegg for oppvarming av varmt tappevann i en bolig vil greie seg med 4-6m² solfanger, mens et anlegg for kombinert varmtvann og romoppvarming i den samme boligen vil komme opp i noen titalls kvadratmeter.

For et rom- og varmtvannsanlegg vil store solfangerareal ikke uten videre gi tilsvarende økning i solenergi bidraget. Dette skyldes at det er varmebehovet om vinteren som dominerer i det årlige forbruket. Et stort solfangerareal vil ikke gi mer nyttbar varme i sommerhalvåret, da behovet allerede er dekket 100 % med et mindre areal. Utslagene vinterstid er små, grunnet liten solinnstråling. Å finne frem til riktig solfangerareal er derfor en svært viktig optimaliseringsprosess.

Retningsorientering og helningsvinkel

Byggenes plassering i forhold til hverandre, plassering i terrenget og i forhold til vegetasjon kan ha stor betydning for mulighetene til å utnytte solvarme. Sol- og skygeforhold ved ulike årstider bør kartlegges.

Figuren under viser et eksempel på effekten av orienteringen av solfangeren på energiutbytte fra et typisk solfangersystem i et gitt klima (København). Vi ser at den optimale helningsvinkelen er omtrent 60° og at den optimale himmelretningen er mot sør. Ved å orientere solfangeren mot øst eller vest blir det opp mot 20 % reduksjon i energiutbyttet i forhold til hva som er optimalt. Tilsvarende reduseres utbyttet noe dersom helningsvinkelen endres fra den optimale. .



Figur 4-5 Energiutbytte fra et solfangersystem til vannoppvarming som funksjon av solfangerens orientering og helningsvinkel [Buhl og Tveit, 1992].

5 Kostnader

5.1 Kostnader for solvarmeanlegg

Et solvarmeanlegg er kapitalintensivt, men har små driftskostnader. Dette innebærer at kjøperen i praksis forskuddsbetaler den energi som solvarmeanlegget skal levere gjennom anleggets levetid. Lønnsomheten i investeringene blir da avhengig av prisutviklingen for tradisjonell energi som elektrisitet og olje. Siden fremtidige energipriser er ukjent vil en investering i solvarmeanlegg være forbundet med en viss risiko. Det antas likevel som sannsynlig at fremtidige kraftpriser i Norge vil øke og etter hvert nærme seg prisnivået i Europa for øvrig slik at solvarmeanlegg forventes å bli stadig mer konkurransedyktig i forhold til elektrisitet.

En vurdering av solenergiens konkurransemessige stilling vil dessuten være avhengig av om man gjør en samfunnsøkonomisk eller privatøkonomisk betraktning. I en samfunnsøkonomisk analyse holdes alle fiskale avgifter utenom, mens i den privatøkonomiske virkelighet vil alle avgifter ha betydning for en investeringsbeslutning. Dessuten vil kalkulasjonsrenten variere. I praksis vil den privatøkonomiske analysen være en viktig faktor for om kunden vil bygge anlegget eller ikke.

NVE legger en fremtidig kraftpris på 50 øre/kWh til grunn for sine samfunnsøkonomiske analyser. Dette tallet inkluderer prisen på Nord Pool samt marginale distribusjonskostnader (overføringstap). Kunden må i tillegg ta elavgiften (ca. 10,5 øre/kWh) og variabel nettleie (ca. 15 øre/kWh) i betraktning. Kunden ser derfor en samlet kraftpris på ca. 95 øre/kWh (inkl. mva.).

Vi har få erfaringsdata fra solvarmeanlegg i Norge og det er derfor vanskelig å sette opp representative kostnadstall for bruk av solvarme. Nedenfor er det gitt et par eksempler på regnestykker basert på kostnadstall gitt av henholdsvis Solarnor og Sintef. Vi har antatt at solvarmeanlegget installeres i en bolig med vannbåren varme og varmekjel med elkassett. Solvarmeanlegget gir da et marginalt varmebidrag. Verdien av et solvarmeanlegg kan da beregnes på grunnlag av det reduserte behov for strøm som solvarmeanlegget bidrar til.

Beregningene er basert på følgende forutsetninger:

Økonomisk levetid for anlegget 20 år

A. Privatøkonomisk analyse

Realrente 5,5 %
Kraftpris 95 øre/kWh (inkl. avgifter)

B. Samfunnsøkonomisk analyse:

Kalkulasjonsrente 6,5 %
Kraftpris 50 øre/kWh (ekskl. avgifter)

Eksempler

Eksemplet fra Solarnor er hentet fra firmaets nettside. Anlegger er ment å bidra både til varmtvann og romoppvarming. For en bolig med 100 m² boligflate anbefales et solfangeranlegg på 15 m² til en kostnad på 1 500 kr/m² (inkl. mva). Siden solfangeren er utformet som et standard bygningselement, kan den erstatte annen tak- eller fasadekledning. Verdien av takledning kommer som fradrag (kr 150/m²). Energiutbytte antas å være 300 kWh/m².

Eksemplet fra SINTEF er hentet fra SINTEF-rapporten "Planlegging av solvarmeanlegg for lavenergiboliger og passivhus" fra 2008 og bygger på innhentet et tilbud på solvarmeanlegg for oppvarming av varmtvann. Solvarmeanlegget er beregnet til å dekke ca. 60 % av varmtvannsbehovet, dvs., ca 2 000 kWh. Varmtvannstanken er anslått til kr 10 000, men siden dette er en marginalbetraktning kommer utgiftene til en varmtvannstank som man må ha i begge tilfeller, som fradrag (dette gjelder også for anlegget til Solarnor). Det er antatt at installasjonskostnadene kommer på kr 10 000. Dette tallet er også benyttet for anlegget til Solarnor. Det er, av mangel på erfaringsdata, ikke lagt inn tall for fremtidige vedlikeholdskostnader.

	SOLARNOR	SINTEF
Investeringer (inkl. mva.)		
Solfangeranlegg [kr]	22 500	10 000
Alt.kledning [kr]	-2 250	-1 000
Pumper og styring [kr]	8 000	5 000
Varmelager [kr]	40 000	10 000
Konv. v.v.bereder [kr]	-10 000	-10 000
Rør og isolering [kr]		5 000
Installasjon [kr]	10 000	10 000
A. Privatøkonomisk analyse		
SUM invest. (inkl. mva)	68 250	29 000
Kapitalkost. [kr/år]	5 711	2 427
Driftskostnader	0	0
Energiutbytte [kWh]	4 500	2 000
Energikost [øre/kWh]	127	121
Kraftpris (inkl. alle avgifter)	95	95
B. Samfunnsøkonomisk analyse		
SUM invest. (ekskl.mva)	54 600	23 200
Kapitalkost. [kr/år]	4 955	2 106
Driftskostnader	0	0
Energiutbytte [kWh]	4 500	2 000
Energikost [øre/kWh]	110	105
Kraftpris (ekskl. alle avgifter)	50	50

Tabell 1 Eksempler på kostnader ved etablering av solvarmeanlegg

Med disse eksemplene kan det se ut som om solvarmeanlegg for private formål må støttes med 22-25 % av investeringskostnadene (tilsvarer 26-32 øre/kWh) for at de skal bli privatøkonomisk lønnsomme. For at anlegget skal bli lønnsomt uten støtte må kalkulasjonsrenten settes ned til 2,7 %. Det må imidlertid understrekes at markedet for solfangeranlegg er lite og at grunnlaget for å etablere et representativt kostnadsgrunnlag

dermed er mangelfullt. Fra en samfunnsøkonomisk synsvinkel er det lite som tyder på at solfangeranlegg i dag kan bli rimeligere enn elvarme (differanse 55-60 øre/kWh).

I Sverige har det i flere år vært statlige bidrag til solvarmeanlegg, og kostnader er dokumentert [9]. Prisen for plane solfangere har i perioden fra 2000 til 2006 økt fra 2.000 til 3.150 SEK/m², og det er forventet et energiutbytte på omlag 400 kWh/m². For vakuumsolfangere var prisen i 2006 omlag 5.500 SEK/m² med en varmeløseveranse på 650 kWh/m². Solfangeren utgjør omlag 50% av totalkostnadene for et komplett solvarmeanlegg.

I henhold til IEA-rapporten "Renewables for Heating and Cooling" (2007) var gjennomsnittkostnaden for energi fra solvarmeanlegg på 150 øre/kWh, de billigste ned i 20 øre/kWh. Det er forventet at solvarmekostnadene blir redusert med mer enn 40% frem til 2030 [7].

European Solar Thermal Platform [10] har i diagrammene nedenfor beregnet solvarmekostnadene i dag og utsikter mot 2030. Som for IEA forventes en betydelig kostnadsreduksjon på grunn av teknologiutvikling og masseproduksjon.

Cost in €-cent per kwh				
	Today		2030	
	Central Europe	Southern Europe	Central Europe	Southern Europe
Solar thermal	7 - 16	5 - 12	3 - 6	2 - 4
Natural gas	8,5 - 29		17 - 58	
Electricity	7 - 33		14 - 66	

5.2 Finansiering og støtteprogrammer i Norge

Det finnes ikke et nasjonalt program særskilt utviklet for solvarme. Det finnes noen få relevante programmer som inkluderer dette feltet, men ingen av disse har varme fra solenergi som hovedtema, og svært få prosjekter har hittil fått støtte.

Enova

har for tiden ansvar for å fordele ca 1,6 mrd NOK årlig. 2/3 av dette vil gå til økt innsats innen bioenergi og fjern-/nærvarme, energisparing og energieffektivitet. Solvarme vil generelt være inkludert i dette, men det er foreløpig forventet at bevilgningene vil være svært begrenset i de nærmeste årene.

Regjeringen har innført en tilskuddsordning for alternativ oppvarming og elektrisitetssparing i husholdninger. Ordningen er ment å være et bidrag til husholdninger som ønsker å gjøre bevisste energivalg. Produkter støttes med inntil 20% av dokumenterte kostnader, opptil et maksimalt støttebeløp. Fra august 2008 er også solvarme berettiget til støtte. Sats for tilskudd til pellets-kaminer og sentralt styringssystem er inntil 4 000 kroner. Sats for tilskudd til solfangere, varmepumper og pelletskjeler er inntil 10 000 kroner. Enova har fått oppdraget fra Olje- og energidepartementet. Søknadsprosessen skjematisk ser slik ut:



Figur 8 Søknadsprosess for støtte til investering i solfangeranlegg fra Enova.

Søknad kan sendes inn elektronisk fra Enova sine hjemmesider på <http://tilskudd2006.enova.no/> www.enova.no

Husbanken

Den statlige husbanken kan yte ekstra gunstige lån til installasjoner og tiltak for å redusere energiforbruket eller for bruk av fleksible oppvarmingssystemer.

www.husbanken.no www.lavenergihus.no

Forskningsrådet

støtter strategiske forskningsprogram ved universitet og forskningsinstitusjoner.

www.forskningsradet.no

RENERGI-programmet

administreres av Forskningsrådet og skal utvikle kunnskap og løsninger som grunnlag for miljøvennlig, økonomisk og rasjonell forvaltning av landets energiresurser, høy forsyningsikkerhet og internasjonalt konkurransedyktig næringsutvikling tilknyttet energisektoren. www.renergi.no

Innovasjon Norge

skal fremme nasjonal industriell utvikling både til den enkelte bedrift og til Norges nasjonale økonomi. Et viktig arbeidsområde er å utløse potensial innenfor ulike distrikt og regioner ved å tilby støtte til innovasjon, internasjonalisering og utvikling.

Innovasjon Norge har kontor i alle de norske fylkene og i mer enn 30 land over hele verden. Energiprojekter basert på biomasse har prioritet, og solvarme er i utgangspunktet ikke et fokusområde. www.invanor.no

Energi 21

er et strategisk program som er initiert av Olje- og energidepartementet for å møte fremtidige utfordringer innen energisektoren i Norge. Solvarme er ikke et fokusområde i dette programmet. www.energi21.no

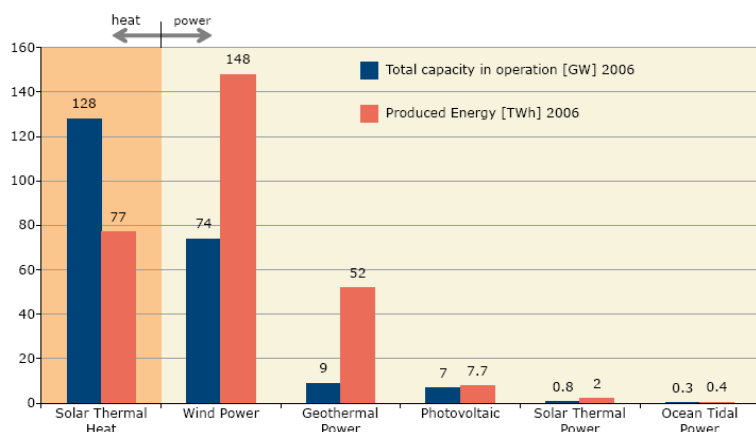
Lokale enøkfond

Noen kommuner som f.eks. Innenfor Oslo gir Oslo kommune enøketaten tilskudd til solvarme og bioenergi. Søknadene spesialbehandles og man kan søke om maksimum 30% av investeringskostnadene til solvarmeanlegg. Man kan også søke støtte til varmelager og vannbåren varme. www.enoketaten.oslo.kommune.no/

6 Marked

I følge IEA rapporten "Solar Heat Worldwide 2006"¹ var det globalt pr. utgangen av 2006 installert omlag 127,8 GW_{th} som tilsvarer 182,5 mill. m² solfangere. Estimer for 2007 viser en installert kapasitet på 154 GW_{th}, noe som tilsvarer 220 millioner m² solfangereareal. Dette tilsvarer en årlig vekstrate fra 2006 til 2007 på 20,5%.

Installert kapasitet og produsert energi fra solvarmeanlegg kan sees i relasjon til andre sammenlignbare energibærere i den neste figuren.



Figur 6-1 Total installert kapasitet [GW_{el}], [GW_{th}] 2006 og årlig energiproduksjon [TWh_{el}], [TWh_{th}] [1].

Tabellen under viser fordeling og type solfanger.

Type solfanger	Inst. kapasitet [GW_{th}]	Andel [%]
Trad. plane solfangerer inkl vakuumsrør	102,1	80
Plastsolfangerer uten dekkglass	24,5	19
Luftsolfangerer	1,2	1
Totalt	127,8	100

Tabell 6-1 Utbredelse av ulike typer solfangerer globalt [1].

¹ Rapporten er utarbeidet innenfor rammeverket av "the Solar Heating and Cooling Programme" (SHC) som er en del av the International Energy Agency (IEA) og omfatter 48 land. Disse 48 landene representerer 3,87 milliarder mennesker, noe som tilsvarer ca 60 % av jordens befolkning. Den installerte kapasiteten i disse landene er estimert til å representere ca 85-90% av det globale markedet for solvarmeanlegg

6.1 Utbredelse av solvarmeanlegg

I Kina, Europa og Japan utgjør de tradisjonelle flate solfangere hovedmarkedet, mens USA og Canada har ca 80% av det globale markedet for plastsolfangere for oppvarming av svømmebasseng.

Det er også et voksende marked for solfangere uten dekkglass i Canada og USA utenom oppvarming av svømmebasseng. Solfangere uten dekkglass blir benyttet innen kommersiell og industriell bygningsventilasjon, oppvarming av luft og innen landbruk. Det er forventet at dette markedet vil vokse betraktelig i nærmeste fremtid. Et prosjekt i USA på 4 MW_{th} som benytter Solarwall solfangere uten dekkglass er akkurat ferdigstilt.

Europa har det mest varierte markedet for aktive solvarmeanlegg. Dette omfatter systemer for oppvarming av varmt tappevann, kombinert rom- og tappevannsoppvarming, store anlegg for fjernvarme samt et økende antall anlegg for air condition, kjøling og industrielle anvendelser.

Kina har det desidert største markedet når det gjelder installert kapasitet av tradisjonelle plane solfangere inkludert vakuumsolfangere, og står for ca 64 % av det globale markedet. Den neste tabellen viser andre ledende land på denne statistikken.

Land	Inst. kapasitet [GW _{th}]
Kina	65,1
Tyrkia	6,6
Tyskland	5,6
Japan	4,7
Israel	3,4
Hellas	2,3
Brasil	2,2
Østerrike	1,9
USA	1,6
Australia	1,1
Resten av verden	7,6
Totalt	102,1

Nominell termisk kapasitet for solfangere (kW_{th})

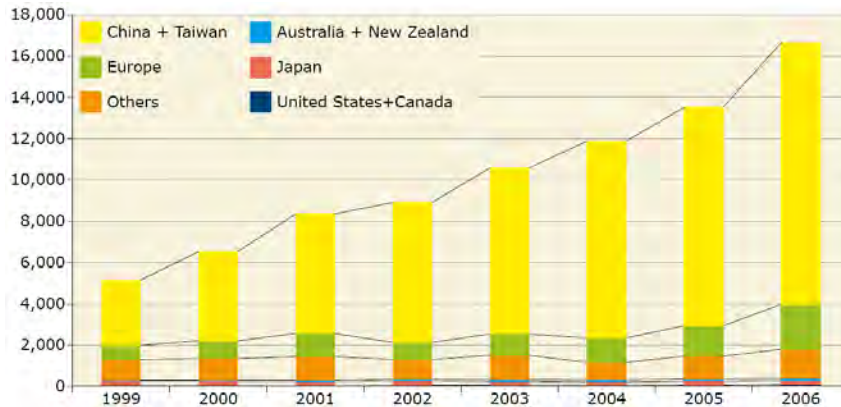
For å kunne sammenligne installert kapasitet i termiske solfangere med andre energikilder (solceller, vind etc), er det internasjonal enighet om å bruke 0,7 kW_{th}/m² for å vise den nominelle kapasiteten av installerte solfangere. (kW_{th} står for kW termisk.) Den faktiske varmeproduksjonen fra 1 kW solfanger vil variere betydelig avhengig av solfangertype, systemutforming og dekningsgrad.

SolarWall er en luftsolfangerløsning som er utviklet i USA/Canada. Konseptet er svært enkelt og billig, og har samtidig vist seg å ha overraskende høy virkningsgrad. Solfangeren består av en perforert metallplate (vanligvis av aluminium) som er malt i en mørk farge og som brukes som ytterveggskledning. Systemet er spesielt egnet til forvarming av ventilasjonsluft i bygninger hvor det er stort ventilasjonsbehov og hvor det ikke er installert varmegjenvinner.

Tabell 6-2 Markedsledende land når det gjelder utbredelse av plane solfangere inkludert vakuumsolfangere pr. utgangen av 2006 [1].

I løpet av 2006 ble det installert omlag 18,3 GW_{th} solfangere globalt, noe som er en økning på ca. 22% fra året før.

Solvarmeanlegg er meget lite utbredt i Norge. Ved utgangen av 2006 er det beregnet en samlet installert kapasitet på ca 9 MW_{th}. Til sammenligning hadde våre naboland Danmark 287 MW_{th} og Sverige 209 MW_{th}. Begge disse landene har hatt støtteordninger i mange år.



Figur 6-2 Årlig installert kapasitet av platesolfangere og vakuurrørsolfangere fra 1999-2006 [1].

For å si noe om potensialet for solvarmeanlegg kan man se på installert kapasitet pr. 1000 innbyggere. Det er anslått at en rimelig dekning av solvarmeanlegg for oppvarming av varmt tappevann vil kreve omlag 1 kW_{th} pr. innbygger. Om vi ser på dagens oppdekning i ulike europeiske land ligger Kypros på topp med 0,68 kW_{th} pr. innbygger mens Østerrike har 0,23 kW_{th}, Tyskland 0,068 kW_{th} og Danmark 0,048 kW_{th}. Norge kommer ut i nederste del av denne statistikken med 0,0016 kW_{th} installert kapasitet solfangere pr innbygger[1]. Det ligger dermed et betydelig marked og venter på gode solvarmeløsninger.

Den nye støtteordningen for solvarme som administreres av Enova vil kunne føre til at solvarme blir mer konkurransedyktig for norske forbrukere.

6.2 Prosjekteksampler i Norge

Bjørnveien 119

I Bjørnveien 119 i Oslo er det bygget åtte boliger med utradisjonelle løsninger oppå et underjordisk garasjeanlegg med 16 bilplasser. Boligene har store solpaneler på fasaden.



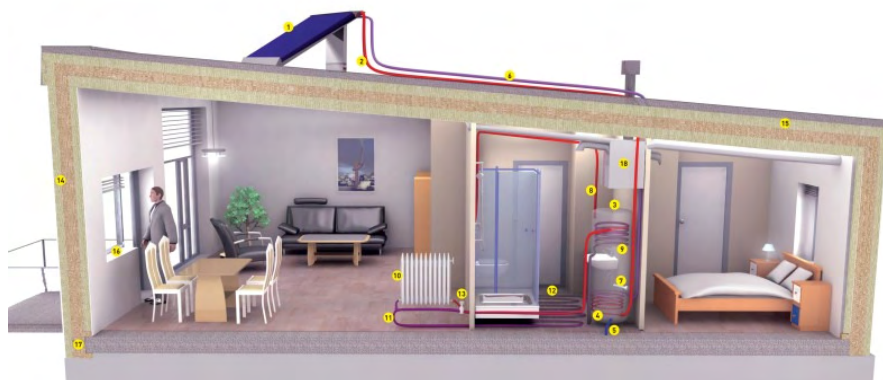
Figur 6-3 Solfangere i Bjørnveien 119 i Oslo.

Solfangerne har et areal på 95 m² og dekker 20-25% av varmebehovet til oppvarming av varmtvann og romoppvarming. Når solenergien ikke strekker til benyttes en gassbrenner.

Forventet årlig ytelse for solfangerne er 250 kWh/m² og estimert kostnad for solenergien er ca 0,60 NOK/kWh. Solfangerne er levert av Solarnor.

Løvåshagen

I Løvåshagen i Fyllingsdalen utenfor Bergen er Norges første flerbolighus med passivhusstandard bygget. Av 80 leiligheter har 28 passivhusstandard. Løvåshagen er et samarbeidet mellom ByBo AS, Arkitektkontoret ABO AS, Sintef Byggforsk og Husbanken.



Figur 6-4 Løvåshagen i Fyllingsdalen benytter solfangerer på taket [www.enova.no].

Hver leilighet har et eget solvarmesystem som varmer opp vann, badegulv og radiatorvann som vist på figuren over. Solfangerne er av typen vakuumsolfanger av typen Heat Pipe fra Skjølberg energiteknikk. Hver leilighet har 6 m² solfangerer på taket (effektivt absorberareal ca. 3.2 m²) som er koblet til en 200 liters varmtvannstank på badet [5].



Figur 6-5 Bilde av solfangerne på Løvåshagen [6].

Årlig energibehov til romoppvarming er beregnet til 13 kWh per m² oppvarmet bruksareal, mens tappevannsbehovet er beregnet til 30 kWh per m² oppvarmet bruksareal [5]. Av dette dekker solvarmeanlegget 50 % av varmtvannsbehovet og 15-20 % av romoppvarmingen. Når solfangerne ikke kan levere tilstrekkelig energi, dekkes resterende varmebehov av en elektrisk kolbe.

Løvåshagen er pekt ut av Husbanken og Enova som et fyrtårnprosjekt. Dette innebærer finansiering av 90 % av fellesgjelden og 50 års nedbetalingstid.

Imagine Rommen

IMAGINE er en serie norske arkitektkonkurranser i samarbeid med Husbanken og NAL/Ecobox. Hensikten med konkurransen er å få frem gode referanseprosjekter med lavt energiforbruk, miljøvennlig materialbruk i kombinasjon med god arkitektur og stedsutvikling.

Arkitektkonkurransen IMAGINE Rommen skulle åpne muligheter for å etablere et konkret og etterlengtet forbildeprosjekt med nyskapende, miljøvennlig arkitektur og nye løsninger for mennesker med ulike bopreferanser. Prosjektet vil gi omtrent 200 boliger og vil bli det største boligprosjektet i Groruddalen på mange år.

Juryen for prosjektet kåret i februar 2008 forslaget ”30° SØR” av PUSHAK arkitekter til vinner i arkitektkonkurransen. KanEnergi var PUSHAKs energirådgiver i forbindelse med vinnerutkastet.

Målsettingen for energibruk var 70 kWh/m²/år, og sydorienterte takflater forberedes for montasje av solfangere. Det er estimert at mellom 60-70% av det totale varmebehovet til romoppvarming og varmtvann vil bli dekket av solvarmeanlegget.

Det gjenstår å se hvorvidt, og eventuelt når, prosjektet blir realisert, men det er grunn til å tro at byggestart vil bli i løpet av 2009.

6.3 Fremtidsutsikter

Det norske markedet for solvarmesystemer er svært begrenset, men mange har forutsatt en vekst i salget i 2008. Potensialet for solvarme i Norge er estimert til ca 5-25 TWh innen 2030. Det store gapet kommer av at det er stor usikkerhet i fremtidige kostnader for konvensjonell energi, teknisk utvikling og konkurransedyktige alternativer. Den nye støtteordningen for solvarme fra Enova vil kunne bidra til et økt marked også i Norge.

Dersom passivhus-standarder blir introdusert som den nye standarden ved nybygg vil solvarmeanlegg bli mer vanlige i nye bygninger.

6.4 Produsenter og leverandører i Norge

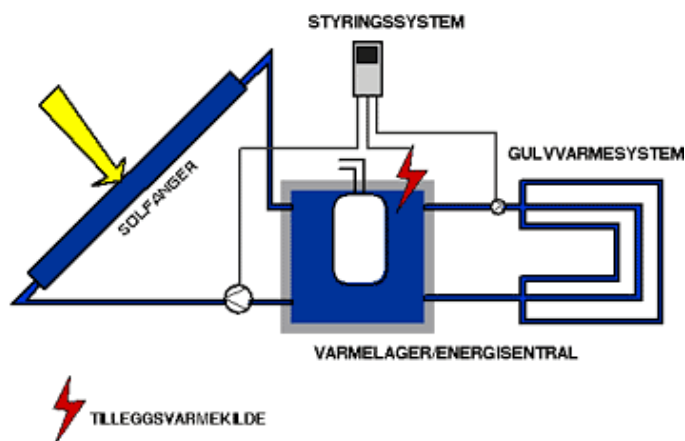
I motsetning til solcelleområdet, er solvarmemarkedet preget av mange små industrielle aktører. For noen få år siden var antall solfangerprodusenter i Europa estimert til om lag 300. Dette tallet er trolig blitt redusert de siste årene gjennom fusjoner og oppkjøp, men fortsatt er denne bransjen preget av små aktører og liten grad av industrialisering.

Det er et betydelig internasjonalt marked på dette området, noe også norske industribedrifter bør gjøre oppmerksom på. Analogien til REC og solceller er åpenbare. Selv uten et hjemmemarked kan norsk industri gjøre seg gjeldende i et godt internasjonalt marked. Eksempelvis vil aluminium kunne benyttes i utstrakt grad i produksjon av solfangere og også i andre komponenter i et solvarmeanlegg.

Solarnor AS

I Norge har Solarnor AS lenge vært den eneste industrielle produsenten av solvarmeanlegg. Deres hovedprodukt er en plastsolfanger som er utviklet i samarbeid med GE Plastics.

Solarnor AS ble etablert i 1995. Bedriften har videreutviklet et konsept fra Solnor AS, der en sirkulerende vannstrøm pumpes til toppen av en solfanger, renner ned gjennom et kanalsystem i solfangeren og samles opp i en lagertank. Konseptet er vist skjematisk nedenfor.



Styringsenhet fra Solarnor AS

Figure 3 Solarnor's solvarmeanlegg, utviklet i samarbeid med GE Plastics i Nederland [www.solarnor.no].

Solarnor eies nå av flere industrielle investorer, deriblant Danfoss og Hafslund. Selskapet har datterselskaper i Spania og Sverige.

Solarnor's styringssystemer er spesielt utviklet for vannbåren gulvvarme. Styringssystemet kan også måle varmtvann, strøm og radiatorvarme, og all avlesning av energi gjøres i samme enhet. To enheter sørger dermed for alle funksjoner – en hovedenhet hvor all styringselektronikk er plassert og alle målinger gjøres, og en fjernkontroll for betjening.

www.solarnor.no



Solfanger fra Solarnor integrert i taket i et bolighus

Norsk solfangerproduksjon AS

Norsk solfangerproduksjon produserer plane solfangerer som er en norskprodusert, aktiv, termisk solfanger som settes sammen av moduler. En slik modul har en aktiv solfangeroverflate på 1,2 m² og veier 16,5 kg. Flere moduler monteres sammen inntil en får ønsket solfangerareal. En stor dekkplate av polykarbonat festes med beslag som kan integreres i det øvrige bygningsmiljøet. Konseptet er blant annet godkjent av det svenske Statens Provningsanstalt (SP) i Borås.

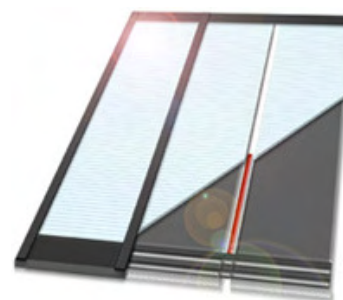
www.norsksolfangerproduksjon.no



Aventa AS

Aventa er et norsk selskap som ble etablert i 2005. Bedriften har sitt utspring i solvarmemiljøet i Solanor, og har derfor lang erfaring med aktive solvarmeanlegg.

Aventa benytter plane polymersolfangere som lages som komplette moduler, og så festes til profiler i polymer-materiale eller aluminium. Modulene er beregnet for bygningsintegrasjon, og erstatter annen tak-eller fasadekledning. www.avena.no



Polymersolfanger fra Aventa



*Boligkompleks ved Göteborg
levert av SunLab/ABB*

SunLab

For noen år siden utviklet SunLab i samarbeid med ABB en luftsolfanger som blant annet ble installert i et boligkompleks ved Göteborg. Konseptet fikk navnet "the friendly wall", og er siden levert til flere anlegg i Storbritannia og til Hol kirke ved Geilo. "The friendly wall" er konstruert for veggmontasje, og erstatter annen fasadebekledning.

www.sunlab.no

Brødrene Dahl

Brødrene Dahl AS startet sin virksomhet i 1917 og er en av Norges største rørgrossister. Bedriften har 900 medarbeidere og en omsetning på ca. 5 milliarder kroner. Brødrene Dahl er landsdekkende med 53 lokale salgsavdelinger.

Brødrene Dahl selger ulike pakkeløsninger for solvarme. Det tilbys både anlegg for kun tappevann og anlegg for oppvarming i forbindelse med varmepumpe. Solvarmeanleggene leveres både med vakuumsolfangere og med plane solfangere.

www.dahl.no

Dynergi

Dynergi er et firma i Sandnes som leverer varmepumpesystemer og solvarmesystemer. Firmaet leverer varmerørsolfangere fra det tyske firmaet Shott AG der rørene enten leveres med vakuum eller med xenongass.

www.dynergi.no



*Utsnitt av vakuumsolfanger
fra Schott AG levert av Dynergi*

Huhnseal

Huhnseal er et firma i Oslo som leverer vakuumsolfangere av merket THERMASOL. Et anlegg med ytelse på 4 kW vil dekke ca 60 % av varmtvannsbehovet til en familie på 4 personer. Investeringskostnadene for et slikt anlegg vil i følge Huhnseal være tilbakebetalt i løpet av 4-6 år, gitt dagens strømpris. www.huhnseal.no



*Vakuumsolfanger
THERMASOL fra
Huhnseal*

Schüco Norge

Schüco Norge er en norsk leverandør av tyskproduserte solenergisystemer og fasadeprodukter. Schüco leverer to typer solfangere, seriene ”Premium” og ”Kompakt”. Premium-serien har solfangere og solcellepaneler med eksakt samme ytre mål slik at hybride bygningsintegreerte løsninger med produksjon av både elektrisitet og varme er mulig.



Figure 4 Plan solfanger til montasje på vegg, [www.schueco.no].

www.schueco.no

Skjølberg energiteknikk

Skjølberg energiteknikk er et Stavanger-baset firma som leverer vakuumsolfangere fra det australsk-kinesiske firmaet Apricus. Standardleveransen består av 20 eller 30 rør, men andre kombinasjoner er også mulig. Firmaet leverer i tillegg alle tilhørende komponenter og står for installasjon av anlegget.

Skjølberg har blant annet levert solfangere til Løvåshagen som er beskrevet i kapittel 6.

www.skjolberg.com

7 Referanser

[1] "Solar Heat Worldwide", Edition 2008, Solar Heating and cooling programme, IEA, 2008

[2] "Planlegging av solvarmeanlegg for lavenergiboliger og passivhus", SINTEF Byggforsk, juni 2008

[3] www.fornybar.no

[4] "Nye fornybare energikilder", revidert utgave 2001, Norsk Forskningsråd/NVE, produsert av KanEnergi AS, 2001

[5] "Løvåshagen: Norges første lavblokkprosjekt med passivhusstandard", Tor Helge Dokka og Kjetil Helland, The first Nordic conference on passive houses, 2-3 april 2008, Trondheim, Norway, Passivhus Norden 2008

[6] "Løvåshagen: Norges første lavblokkprosjekt med passivhusstandard", presentasjon (ppt), Tor Helge Dokka, Sintef Byggforsk AS og Kjetil Helland, ByBo AS

[7] "Renewables for heating and cooling", IEA, 2007

[8] www.solarnor.no

[9] "Årlig rapportering av erfaringer fra det statlige bidraget till investeringer i solvarme (SFS 2000:287)", verksamheten 2006. Näringsdepartementet, Stockholm

[10] "Solar Heating and Cooling for a Sustainable Energy Future in Europe" European Solar Thermal Technology Platform – ESTTP, 2008

Denne serien utgis av Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)

Utgitt i Oppdragsrapportserie A i 2008

- Nr. 1 Mari Hegg Gundersen (red.): Livsløpsanalyse av kraft- og varmeproduksjon basert på bioenergi (74 s.)
- Nr. 2 Ragnar Moholt: Program for økt sikkerhet mot leirskred. Resultater fra grunnundersøkelser Fossnes på Hvittingfoss, Kongsberg kommune
- Nr. 3 Ragnar Moholt: Program for økt sikkerhet mot leirskred. Vurdering av skredfare og sikringstiltak Fossnes på Hvittingfoss, Kongsberg kommune
- Nr. 4 Jim Bogen, Truls Erik Bønsnes: Konsekvenser for erosjon og sedimentasjon av heving av vannstand i Glomma ved Rånåsfoss
- Nr. 5 Kolbjørn Engeland (red.): Lavvannskart for Norge (58 s.)
- Nr. 6 Bioenergiressurser i Norge (42 s.)
- Nr. 7 Ingeborg Kleivane, Roger Sværd: Hydrologiske målinger og beregninger i Børselva (172.AC), Ballangen kommune, Nordland
- Nr. 8 Truls Erik Bønsnes (red.): Storglomfjordutbyggingen - Hydrologiske undersøkelser i 2007 (80 s.)
- Nr. 9 Lars-Evan Pettersson: Beregning av totalavløp til Hardangerfjorden (27 s.)
- Nr. 10 Liv Bjørhovde Rindal og Fritjof Salvesen, KanEnergi: Solenergi for varmeformål – snart lønnsomt? (25 s.)