

Ingeborg Simonsen, Berit Time og Inger Andresen

Erfaringer med bygningsintegreerte solfangere i Norge

ZEB

The Research Centre on Zero Emission Buildings



A world where buildings do not contribute with greenhouse gas emissions

SINTEF Academic Press

Ingeborg Simonsen, Berit Time og Inger Andresen

Erfaring med bygningsintegreerte solfangere i Norge

ZEB Project report 2 – 2011

ZEB Project report no 2
Ingeborg Simonsen, Berit Time og Inger Andresen
Erfaring med bygningsintegreerte solfangere i Norge
(Experiences with solar thermal collectors in Norway)

Keywords:
Teknologiformidling, energi, solenergi, erfaring, solfanger
(Solar energy, experience, solar thermal collector)

Photo, cover: «Aventø AS»

ISBN 978-82-536-1224-9 (pdf)
ISBN 978-82-536-11225-6 (printed)

58 copies printed by AIT AS e-dit

Content: 100 g Scandia
Cover: 240 g Trucard

© **Copyright SINTEF Academic Press and Norwegian University of Science and Technology 2011**

The material in this publication is covered by the provisions of the Norwegian Copyright Act. Without any special agreement with SINTEF Academic Press and Norwegian University of Science and Technology, any copying and making available of the material is only allowed to the extent that this is permitted by law or allowed through an agreement with Kopinor, the Reproduction Rights Organisation for Norway. Any use contrary to legislation or an agreement may lead to a liability for damages and confiscation, and may be punished by fines or imprisonment.

SINTEF Academic Press

c/o SINTEF Building and Infrastructure Oslo
Forskningsveien 3 B, POBox 124 Blindern, N-0314 Oslo
Tel: +47 22 96 55 55, Fax: +47 22 69 94 38 and 22 96 55 08
www.sintef.no/byggforsk
www.sintefbok.no

SINTEF Building and Infrastructure Trondheim

Høgskoleringen 7 b, POBox 4760 Sluppen, N-7465 Trondheim
Tel: +47 22 73 59 30 00
www.sintef.no/byggforsk
www.zeb.no

Norwegian University of Science and Technology

N-7491 Trondheim
Tel: +47 22 73 59 50 00
www.ntnu.no
www.zeb.no

Forord

Arbeidet i denne rapporten er utført innenfor forskningscenteret ”Zero Emission Buildings”, ZEB. Arbeidet har vært en del av arbeidspakke 2 *Climate-adapted low-energy envelope technologies*. Fokuset har vært på integrasjon av aktive elementer i bygningskroppen, herunder erfaringer med bruk av solfangere i Norge.

En spesiell takk til alle som har stilt opp til intervju:
Vegard Smith Tegnander og Torkel Åsen, ASV Solar
John Rekstad, Aventa AS
Hans-Christian Francke, Catch Solar
Jo Helge Gilje, SGP
Axel A. Bjørnulf, Schüco
Christian Brennum
Geir Fossnes og Harald Pettersen
Jostein Holm

Sammendrag

Hovedmålet til forskningssenteret "Zero Emission Buildings" ZEB er å utvikle produkter og løsninger som skal gi oss bygninger med null klimagassutslipp knyttet til produksjon, drift og avhending. Skal vi klare dette må bygget produsere mer energi enn det behøver for å kompensere for klimagassutslipp fra produksjonen av materialer og selve byggingen.

For å bygge opp kunnskap om erfaring med bygningsintegrerte solfangere i Norge har vi i dette arbeidet intervjuet leverandører og produsenter av solfanger samt noen bygningseiere. Siden det fokuseres på klimaskallet har vi begrenset undersøkelsen til å gjelde solfangere som kan erstatte en del av fasadekledningen eller taktekkningen. Anlegg ovenpå taktekkning, utenpå fasade eller frittstående i stativ regnes ikke som bygningsintegrerte i denne sammenhengen.

Leverandørene vi har vært i kontakt med henvender seg til litt forskjellige deler av markedet. Dette gjenspeiler seg i produktets oppbygging, montering og tilnærming til beregning av energileveranse. Samlet sett kan leverandørene tilby et produktspekter tilpasset både den profesjonelle og den snekkerkyndige, interesserte "mannen i gata".

Tilbakemeldingene vi har fått er generelt gode erfaringer med produktet og monteringen. På grunn av foreløpig korte driftsperioder på de undersøkte anleggene har vi lite data på energileveransen fra disse anleggene.

Oppsummert kan man si at kunnskapen og produktene finnes og det er opp til oss å bruke dem.

Innhold

FORORD	3
SAMMENDRAG	4
1 BAKGRUNN	7
2 SOLINNSTRÅLING OG BRUK	7
3 SOLVARMEANLEGGET	7
4 PRODUSENTER OG LEVERANDØRER AV BYGNINGSINTEGRERTE ANLEGG I NORGE	8
5 TILGJENGELIGE PRODUKTER	9
6 INTEGRASJONSMULIGHET I TAK/VEGG	10
7 MONTERINGSERFARINGER	10
8 ENERGILEVERANSE	11
9 DRIFTSERFARINGER	12
10 BEHOV FOR DRIFT OG VEDLIKEHOLD	12
11 ERFARING MED SNØ	12
12 ANBEFALINGER FRA DE INTERVJUEDE EIERNE	12
13 ERFARINGER FRA INSTALLERTE ANLEGG MED STØTTE FRA ENOVA	13
14 BRUK AV SOLVARME I NORGE	13
15 POTENSIAL FOR BRUK AV SOLVARME I NORGE	14
16 OPPSUMMERING – ERFARING MED BYGNINGSINTEGRERTE SOLFANGERE I NORGE	15
17 BEHOV FOR VIDERE ARBEID FOR Å ØKE BRUKEN AV TERMISK SOLENERGI I NORGE	16
18 LITTERATUR	17

1 Bakgrunn

Hovedmålet til forskningssenteret "Zero Emission Buildings" ZEB er å utvikle produkter og løsninger som skal gi oss bygninger med null klimagassutslipp knyttet til produksjon, drift og avhending. Skal vi klare dette må bygget produsere mer energi enn det behøver for å kompensere for klimagassutslipp fra produksjonen av materialer og selve byggingen. Mer informasjon om forskningssenteret finnes på nettsiden: <http://www.sintef.no/projectweb/zeb/>

Forskningsarbeidet er delt inn i fem arbeidspakker, hvor arbeidspakke 2, (WP 2) omhandler teknologier for adaptive og energiproduserende klimaskall. Energiproduserende klimaskall kan for eksempel være bygningsintegreerte solfangere, solceller og vindmøller.

For å bygge opp kunnskap om erfaring med bygningsintegreerte solfangere i Norge har vi i dette arbeidet intervjuet leverandører og produsenter av solfanger samt noen bygningseiere. Siden det fokuseres på klimaskallet har vi begrenset undersøkelsen til å gjelde solfangere som kan erstatte en del av fasadekledningen eller taktekkingen. Anlegg ovenpå taktekkning, utenpå fasade eller frittstående i stativ regnes ikke som bygningsintegreerte i denne sammenheng.

2 Solinnstråling og bruk

Solenergi er en miljøvennlig energikilde, den er tilgjengelig stort sett overalt, og den fins i store mengder.

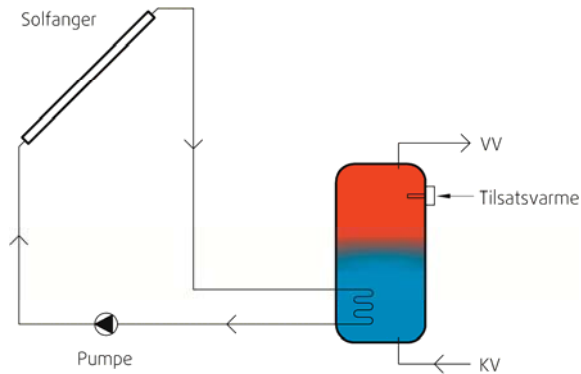
Bruk av solenergi til oppvarming av tappevann eller romoppvarming forbinder man gjerne med land som ligger lengre sør enn Norge, men selv i Norge har vi tilstrekkelig solinnstråling til at teknikken er interessant. Den årlige solinnstrålingen i Norge varierer fra ca. 700 kWh/m² lengst i nord til ca. 1100 kWh/m² i sør. Det er imidlertid store variasjoner mellom sommer og vinter. Solfangere kan benyttes til å varme tappevann, prosessvann til industriell bruk og til romoppvarming. Solfangere egner seg spesielt godt i bygg med stort og kontinuerlig behov for varmt vann ved relativt lav temperatur. Eksempelvis vil sykehus, sykehjem, hoteller, campingplasser og idretthaller med store dusjanlegg ha stort tappevannsbehov. Ved å bruke en felles varmelagringsstank kan solfangere benyttes sammen med, og komplettere, andre energikilder. (Byggdetaljblad 552.455, 2011)

3 Solvarmeanlegget

Et solfangeranlegg er oftest et væskebasert system. Hovedkomponentene er vanligvis:

- Solfanger
- Varmelager, for eksempel byggets varmtvannstank
- Rørkrets mellom solfanger og varmelager
- Automatisk styringssystem
- Eventuelt dreneringskar

I solfangeren absorberes strålingsenergien og omdannes til varme. Væske leder denne varmen til et varmelager. Fra varmelageret distribueres varmt vann ut i bygget som tappevann eller til golvvarme og radiatorer. Når solen ikke gir tilstrekkelig bidrag benyttes en annen energikilde, tilsatsvarme. (Byggdetaljblad 552.455, 2011)



Figur 1. Prinsippkisse av solfangeranlegg for varmt tappevann. Illustrasjon: SINTEF Byggforsk Kunnskapssystemer

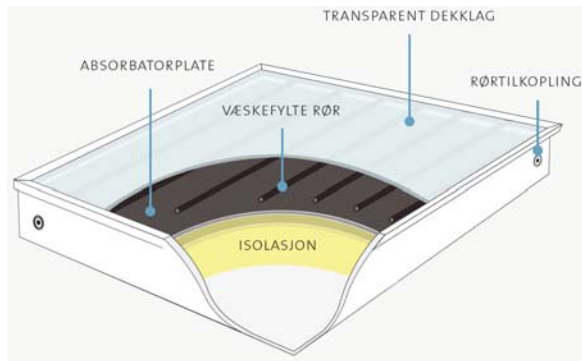
4 Produsenter og leverandører av bygningsintegrerte anlegg i Norge

I Norge har vi tre firma som produserer og leverer solfangere. I tillegg finnes det et økende antall firma som leverer solfangere av utenlandsk fabrikat. Vi har intervjuet de tre produsentene; ASV Solar, Aventa Solar og Catch Solar Energy, samt to andre firma som leverer solfangere, Schüco og SGP.

To av de norske produsentene er i oppstartsfasen, Aventa Solar har derfor få anlegg med en viss driftstid å vise til, mens Catch Solar foreløpig ikke har monterte anlegg å vise til. Den tredje norske produsenten, ASV Solar, har levert flere anlegg i Norge. SGP har levert noen bygningsintegrerte anlegg i Norge, mens Schüco foreløpig kun har levert utenpåliggende anlegg i Norge. På grunn av det voksende antallet firma som leverer solfangere i Norge har vi ikke full oversikt over markedet, det kan derfor være flere leverandører enn de som er nevnt her.

5 Tilgjengelige produkter

Til bygningsintegrering leverer alle de forespurte firmaene solfangere av plan, tildekket type.



Figur 2. Prinsipiell oppbygging av en plan, tildekket solfangermodul. Illustrasjon: Tibe-T.

Alle de norske produsentene leverer drenerende anlegg/tømmeanlegg. Dvs. at rent vann sirkulerer i anlegget og at solfangeren tømmes for vann når vannet i varmelageret har oppnådd ønsket temperatur eller ved frostfare. Dermed elimineres utfordringen ved overtemperatur i anlegget. De tre produsentene henvender seg til litt forskjellige markeder, fra produkter som er egnet for "selvbyggeren" til produkter tilpasset det profesjonelle markedet.

Schüco og SGP leverer trykksatte system med vann-glykol-blanding. I disse anleggene vil det alltid være væske i solfangeren.

ASV Solar og Aventa Solar leverer solfangere med standard bredde, mens høyde kan tilpasses kundes ønsker. De andre leverer solfangere med faste mål.

Foreløpig tilbyr ikke leverandørene solfangere med forskjellige overflater, men dette kan komme etter hvert. Noen leverer i dag forskjellige overflatefarger og det planlegges å utvide dette tilbudet. Dette kan åpne for nye og spennende muligheter for samarbeid med arkitekter.

6 Integrasjonsmulighet i tak/vegg



Figur 3. Solfangere integrert i tak. Kilde: www.asvsolar.no/

Alle leverandørene vi har snakket med har gjennomarbeidete løsninger for montering som gjør at solfangeren kan erstatte taktekking eller kledning. De norske produsentene kan også levere "dummelementer" slik at man eksempelvis kan få en enhetlig fasade uten at hele fasaden fungerer som aktive solfangere. Schüco og SGP leverer ikke "dummelementer", men anbefaler kunden å benytte en solfanger som ikke kobles til anlegget dersom dette er nødvendig for det arkitektoniske uttrykket. Det finnes også solfangere som inngår i et komplett tak-fasadesystem.

7 Monteringserfaringer

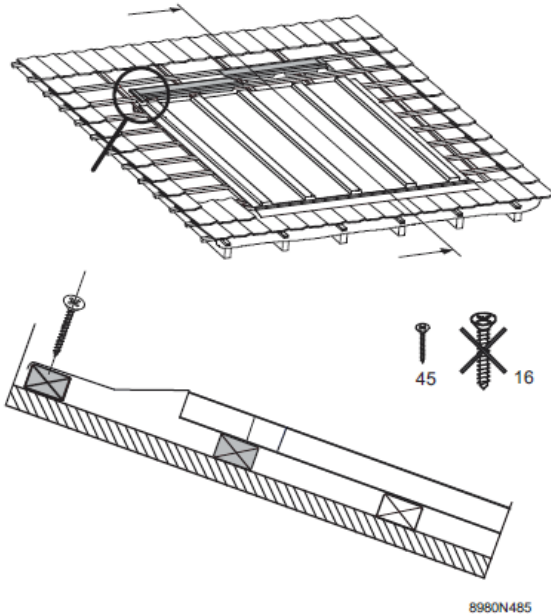
Alle leverandørene leverer bruksanvisning på papir og/eller instruksjonsvideoer som ligger tilgjengelig på nettsiden til den respektive leverandør.

På grunn av at to av firmaene er i oppstartsfasen og at Schüco ikke har levert bygningsintegreerte anlegg i Norge baserer de undersøkte brukererfaringene seg på anlegg levert av ASV Solar og SGP.

Alle undersøkte anlegg er integrert i tak. Både eiere og leverandører oppgir at montering og integrering i taket gikk lett, uten uforutsette problem. Medfølgende monteringsanvisning og instruksjonsvideoer på nett oppgis å være gode. Montering og installering av anleggene er utført i samarbeid mellom eier, leverandør og /eller rørlegger og selve monteringen av solfangerne har tatt 1-2 dager på anlegg som passer til enebolig. Overganger mellom taktekking og solfangeren er utført med stålbeslag levert av solfangerleverandøren.

5.7 Montering av de øvre dekkplatene

1. Plasser den venstre øvre dekkplaten (33-A) med venstre side på linje over bunnplatene (38-A og 38-B) og den venstre sideplaten. Skyv den nedover slik at kanten ligger tett an mot toppen på den øvre horisontale monteringslisten (37). Fest den med en liten skrue (45) til monteringslisten.



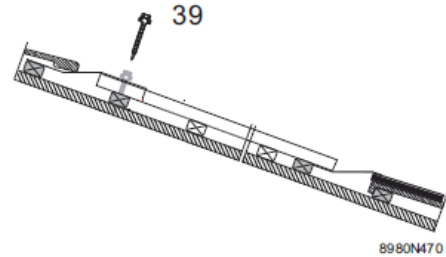
2. Trekk beskyttelsesfilmen av den høyre, øvre dekkplaten. Legg den øvre dekkplaten (33-B) med fals an mot monteringslisten (37) og på toppen av bunnplatene.

i Butylbåndet har sterk klebekraft. Når platen er limt på plass kan den ikke senere bli flyttet på.

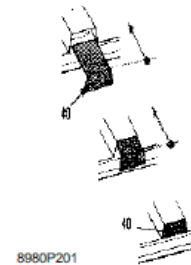
Fest platen til monteringsbordet med små skruer (45).

3. Fest de øvre dekkplatene med en tetningsskrue (39) på hver bunnplate-rygg.

! Skruer 6x70 (16) må ikke brukes.



4. Skyv avblendingsplatene (40) mellom de vertikale monteringslistene og ryggene på bunnplatene (38-A og 38-B). Endene må ligge på linje med kantene på bunnplatene.



i De festes senere når bunnplatene skrues nfast.

Figur 4. Eksempel på en side fra en bruksanvisning. Kilde: www.sgp.no

8 Energileveranse

De forskjellige leverandørene legger seg på ulike nivå når det gjelder å beregne energileveransen fra anlegget, alt fra enkle tommelfingerregler til detaljerte beregninger av hvert enkelt prosjekt.

Da det ikke monteres måler på alle anlegg er det vanskelig å kontrollere om beregnede verdier stemmer overens med virkelig energileveranse fra anlegget. En av anleggseierne har montert måler og oppgir at levert energi overstiger beregnet energi noe i begge årene hvor anlegget har vært i drift. Målingene er ikke graddagskorrigert.

Eierne av solfangeranleggene har ikke nødvendigvis montert anlegget for å spare energi eller penger, grunnen til installasjonen kan like gjerne være at de vil prøve ut systemet på grunn av spesiell interesse for anlegget eller at de vil gå foran som et godt eksempel.

9 Driftserfaringer

De undersøkte anleggene har fungert som forventet. Og det oppgis at det er minimalt vedlikeholdsbehov så lenge man ikke gjør opplagte feil som å spikre gjennom rørene eller fylle på glykolblanding som ikke tåler de temperaturene som opptrer i anlegget. Sistnevnte feil skyldes at rørlegger ikke var kjent med solfangeranlegg og derfor ikke var klar over at anlegget krever en spesiell type glykolblanding.

10 Behov for drift og vedlikehold

Solfangeranlegg krever i utgangspunktet lite service og oppfølging, men behovet vil avhenge av type og kvalitet. Riktig montert kan det være tilstrekkelig med årlig tilsyn. Dette tilsynet kan vanligvis besørges av brukeren selv, men en del kjøpere vil likevel etterspørre serviceavtale. Leverandørene oppfordrer derfor montørene (rørlegger/snekker) til å tilby en slik serviceavtale.

11 Erfaring med snø

Solfangere må monteres slik at snø kan gli uhindret av solfangeren. Dette løses enten ved å unngå snøfangere nedenfor solfangeren slik at snøen kan skli av taket eller ved å sette av tilstrekkelig plass på taket nedenfor solfangeren slik at snø kan samle seg opp her. Den første løsningen kan benyttes der snøfall fra tak ikke utgjør noen risiko for skader på mennesker eller utstyr, mens den andre løsningen må benyttes der det er ferdsel i området hvor snøen vil falle ned. Et av de undersøkte anleggene hadde opprinnelig snøfangere på nedsiden av solfangerne, men disse måtte fjernes da de hindret snøen fra å gli av solfangerne. Bortsett fra dette oppgir eierne at snøen lett glir av solfangerne.

12 Anbefalinger fra de intervjuede eierne

Alle eierne av anleggene er fornøyde med installasjonen, men de trekker frem noen viktige momenter å tenke på hvis man vurderer å anskaffe solfangere:

- Det er viktig å ha behov for varmt vann også som sommeren, for eksempel tappevann.
- Hvis solfangere skal brukes til romoppvarming er det en fordel med lavtemperatur oppvarmingssystem.
- Anlegget må kunne håndtere overtemperatur i solfanger og tank på en god måte.
- Velg god kvalitet fra en seriøs leverandør.

13 Erfaringer fra installerte anlegg med støtte fra ENOVA

SINTEF Byggforsk og KanEnergi har på oppdrag for Enova utført en mulighetsstudie for bruk av solenergi i Norge (Mulighetsstudie, solenergi i Norge, 2011). I forbindelse med denne studien ble det utført en spørreundersøkelse blant de som har mottatt støtte fra Enova til å installere solfangere. I spørreundersøkelsen skilles det ikke mellom bygningsintegrerte solfangere og utenpåliggende solfangere.

Blant de som har svart på denne undersøkelsen svarer 80 % at anlegget har vært i drift som forutsatt. De fleste solfangerne er montert skråstilt på tak og anleggene leverer varme til både tappevann og romoppvarming. Montering av anleggene har i snitt tatt 2-3 dager. De fleste svarer at anlegget svarer til forventningene, men de færreste har målt besparelsen/energi-leveransen for å se om anlegget leverer som forventet.

Spørreundersøkelsen viser at over halvparten av de spurte hadde problemer med å finne leverandør og de fleste benyttet internett for å finne fram. Noen har også fått tips fra venner og bekjente. De fleste opplevde utvalgte av leverandører som middels eller dårlig, men når de først har funnet en leverandør opplever de fleste denne som troverdig.

På spørsmål om hvilke råd og erfaringer de vil gi til nye kjøpere framheves disse momentene:

- Kontakt flere leverandører
- Velg god kvalitet fra seriøse leverandører
- Velg rørlegger som er oppdatert på teknologien
- Velg anlegg tilpasset behov med hensyn til temperaturnivå på oppvarmingssystem og størrelse på tank og solfanger

Til leverandør-/montørbransjen gis disse anbefalingene:

- Bedre markedsføring, vis fram suksesshistorier
- Bedre kompetanse

14 Bruk av solvarme i Norge

I følge rapporten *Solar Heat World Wide* (Solar Heat World Wide. 2010), står Norge oppført med 10,5 MW_{th}, tilsvarende om lag 15 000 m² solfangerareal. KanEnergi har tidligere kartlagt markedet for termisk solenergi for Enova, og kommet til om lag samme tall (Mulighetsstudie, solenergi i Norge, 2011). Det faktiske solfangerarealet som er i bruk kan være noe lavere fordi en del installasjoner har vært pilot- og demonstrasjonsanlegg som gjerne har en kortere levetid enn 25 år, som er levetiden IEA opererer med i sin statistikk.

Til sammenligning ligger den samlede energibruken i eksisterende boliger i Norge på rundt 44 TWh i året (Energieffektivisering, 2009). Dvs. at energibruken i norske boliger er 4 millioner ganger større enn den energi som leveres av solfangere i Norge.

Norske leverandører oppgir at det i 2008 ble montert om lag 1 400 m² solfangere, og om lag 2 000 m² i 2009 (Mulighetsstudie, solenergi i Norge, 2011).

15 Potensial for bruk av solvarme i Norge

Et enkelt eksempel kan illustrere potensialet for bruk av solenergi i Norge. Vi tar utgangspunkt i den samlede energibruken i eksisterende boliger på rundt 44 TWh i året og anslår at rundt 15–20 % (ca. 8 TWh) av dette går til tappevann. Et riktig dimensjonert solfangeranlegg kan levere opptil 60 % av dette energibehovet. Dersom alle Norges boliger hadde et solfangeranlegg som leverte varme til tappevann ville dette utgjøre knapt 5 TWh. 5 TWh i året kan erstatte 10 Altkraftverk, hvor 1 Altkraftverk tilsvarer 500 GWh per år. (Byggdetaljblad 552.455, 2011)

En mer realistisk tilnærming til potensialet for bruk av solenergi i Norge finnes i rapporten *Mulighetsstudie. Solenergi i Norge* utgitt av Enova i 2011.

I studien har man først sett på det tekniske potensialet. Det tekniske potensialet er beregnet på bakgrunn av prognoser for nybygg og rehabilitering fra 2010 fram mot 2020 samt estimat over i hvor stor andel av denne bygningsmassen det vil installeres solfangere. Det teoretiske potensialet er beregnet til 1,6 TWh/år. Det totale varmebehovet i disse byggene er beregnet til 7,4 TWh/år.

Etter at det tekniske potensialet er beregnet ser studien på to mer realistiske og praktiske tilnærminger til potensialet:

- Den ene tilnærmingen tar utgangspunkt i prognoser for nybygg og rehabilitering samt utvikling av varmebehov ved framtidig skjerping av byggeforskriftene. Studien anslår at solvarme kan bidra med 53 GWh/år ved inngangen til 2020 basert på denne tilnærmingen.
- I den andre tilnærmingen tas det utgangspunkt i utviklingen av solvarmemarkedet i andre land i Europa. Se figur 5. Studien anslår at i Norge vil vi ved inngangen til 2020 kunne ha rundt 220 000 m² solfangere hvis vi klarer å få til en tilsvarende vekstrate på installasjon av solfangere i perioden 2010-2020 som man så i EU på 2000-tallet. Ved en leveranse på 300 kWh/m² solfanger utgjør denne installasjonen totalt 66 GWh. Dette utgjør 45 m² solfanger pr. 1000 innbyggere i Norge ved inngangen til 2020.



Figur 5. Utvikling av markedet for solfangere i Europa fra 1999 til 2008 (EU27 + Sveits). I 2009 var det totalt installert drøyt 60 m² solfangere pr. 1000 innbyggere i dette området. Kilde: Solar Heat World Wide. 2010, IEA SHC

16 Oppsummering – erfaring med bygningsintegreerte solfangere i Norge

Leverandørene vi har vært i kontakt med henvender seg til litt forskjellige deler av markedet. Dette gjenspeiler seg i produktets oppbygging, montering og tilnærming til beregning av energileveranse. Samlet sett kan leverandørene tilby et produktspekter tilpasset både den profesjonelle og den snekkerkyndige, interesserte "mannen i gata".

Tilbakemeldingene vi har fått er generelt gode erfaringer med produktet og monteringen. På grunn av foreløpig korte driftsperioder på de undersøkte anleggene har vi lite data på energileveransen fra disse anleggene.

Oppsummert kan man si at kunnskapen og produktene finnes og det er opp til oss å bruke dem.

17 Behov for videre arbeid for å øke bruken av termisk solenergi i Norge

For å øke bruken av termiske solfangere i Norge er det behov for:

- formidling av gode eksempler og suksesshistorier som viser både hvordan systemløsninger og integrering i bygningskroppen er løst samt målinger og presentasjon av energiytelser. Disse eksemplene bør også presenteres med lønnsomhetsberegninger og uttalelser fra brukerne om hvordan anlegget fungerer og håndteres i hverdagen. Suksesshistorier er ikke bare avhengig av harde fakta om teknikk, men også av informasjon om hvordan de involverte menneskene opplever anleggene.
- mer samarbeid mellom de ulike aktørene i bransjen for å kunne tilby komplette produkter til kundene.
- oppbygging av kunnskap innenfor byggebransjen. Både leverandør og installatør må ha god helhetsforståelse av produktet og sammenkobling med andre elementer i varmeanlegget for å kunne levere, montere og drifte gode anlegg. Dette innebærer også mer helhetlig forståelse innenfor byggebransjen mellom de ulike fag for å sikre at ulike fagfolk ikke motarbeider eller vanskeliggjør hverandres fagfelt på grunn av manglende forståelse eller informasjon. For å få til dette kreves god kommunikasjon av hvilke behov og krav som må oppfylles for å kunne levere anlegg som forutsatt.
- anvisning i Byggforskserien som beskriver integrering av solfangere i tak/fasade. En slik anvisning vil kunne være til god hjelp både under prosjektering, prising og utførelse. Siden byggebransjen foreløpig sitter med lite kompetanse på solfangere er informasjon om konkrete løsninger viktig. En slik anvisning vil også kunne redusere risikovurderingen ved prising av montering og dermed bidra til lavere priser.
- ytterligere forskning knyttet til utbredelse, energiytelse og opplevde erfaringer for å styrke kompetansen i Norge.

18 Litteratur

Mulighetsstudie, solenergi i Norge. Enova, 2011

Solar Heat World Wide. IEA SHC, 2010

552.455 Væskebaserte solfangere. Funksjon og energiutbytte. Byggforskserien: Oslo: SINTEF Byggforsk, Oktober 2011

Energieffektivisering. Lavenergiutvalget, 2009

Andrén, L., *Solenergi.* Stockholm: Svensk Byggtjänst, 2007
NS3031:1987, tabell 6

Andresen, I., *Planlegging av solvarmeanlegg for lavenergiboliger og passivhus. En introduksjon.* Prosjektrapport 22. Oslo: SINTEF Byggforsk, 2008

Duffie, J.A. og W.A. Beckman, *Solar Engineering of Thermal Processes.* New York : John Wiley & Sons, 1991

Planning and installing. Solar Thermal Systems, James & James /Earthscan, London, 2007
<http://eosweb.larc.nasa.gov>

A world where buildings do not contribute with greenhouse gas emissions

The Research Centre on Zero emission Buildings (ZEB)

The main objective of ZEB is to develop competitive products and solutions for existing and new buildings that will lead to market penetration of buildings that have zero emissions of greenhouse gases related to their production, operation and demolition. The Centre will encompass both residential and commercial buildings, as well as public buildings.

ZEB

The Research Centre on Zero Emission Buildings



Partners

NTNU

www.ntnu.no

SINTEF

www.sintef.no

Skanska

www.skanska.no

Weber (Maxit)

www.maxit.no

Isola

www.isola.no

Glava

www.glava.no

Protan

www.protan.no

Hydro Aluminium

www.hydro.com

YIT

www.yit.no

ByBo

www.bybo.no

Multiconsult

www.multiconsult.no

Brødrene Dahl

www.dahl.no

Snohetta

www.snoarc.no

Forsvarsbygg

www.forsvarsbygg.no

Statsbygg

www.statsbygg.no

Husbanken

www.husbanken.no

Byggenæringens Landsforening

www.bnl.no

Norsk Teknologi

www.norskteknologi.no

Statens bygningstekniske etat

www.be.no

DuPont

www2.dupont.com

NorDan AS

www.nordan.no