Simon Furbo
Louise Jivan Shah

Lavenergihus i Sisimiut – Solvarmeanlæg.

Baggrund og forslag

DANMARKS
TEKNISKE
UNIVERSITET

Sagsrapport
BYG·DTU SR-02-22
2002
ISSN 1393-402x

Lavenergihus i Sisimiut – Solvarmeanlæg.
Baggrund og forslag

Simon Furbo
Louise Jivan Shah

Sagsrapport SR-02-22

Department of Civil Engineering
DTU-bygning 118
2800 Kgs. Lyngby
http://www.byg.dtu.dk

2002

Indholdsfortegnelse

1 Indledning 2
1.1 Formål 2
1.2 Solpotentialet 2
2 Husets energisystem 4

1 Indledning

1.1 Formål

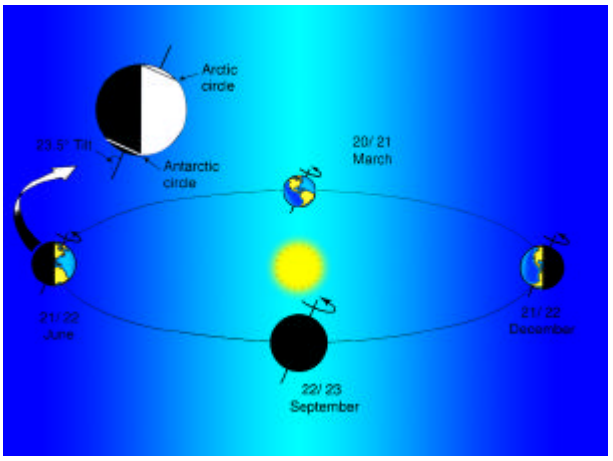
Formålet med dette arbejdsnotat er at inspirere til hvorledes energianlæg inklusive solvarmeanlæg og varmeafgivelsessystem for VELUX Lavenergihuset i Sisimiut, Grønland, kan udformes. Det er på forhånd givet at lavenergihuset skal forsynes med et solvarmeanlæg.

1.2 Solpotentialet

Solenergi er den reneste og naturligste energiform vi overhovedet har. Solindfaldet er så stort på kloden – og i Grønland – at der er mulighed for at udnytte solenergi i stort omfang.

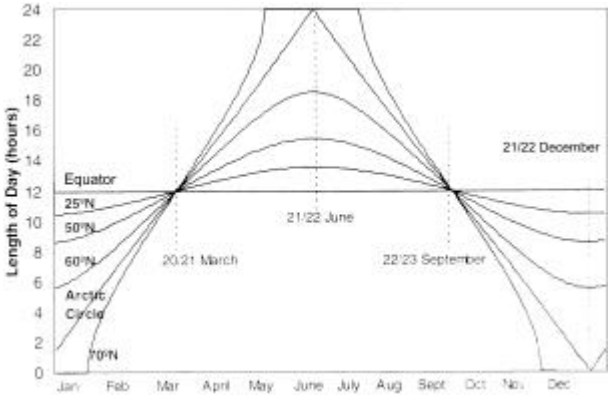
Solenergi kan udnyttes til at reducere brugen af fossile brændsler, fx ved at anvende solvarmeanlæg til boliger. Solvarmeanlæg kan for eksempel benyttes til brugsvandsopvarmning eller til kombineret rumopvarmning og brugsvandsopvarmning.

Det årlige antal timer med mulighed for solskin er stort set det samme uanset hvor på kloden vi befinder os.



Figur 1: Jordens bane i forhold til solen.

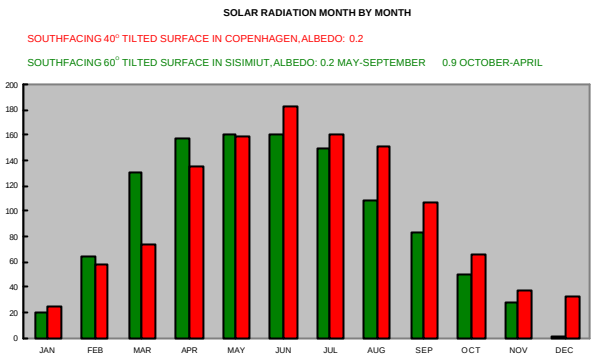
Figur 1 og Figur 2 viser, at fordelingen af solstrålingen over årets måneder afhænger stærkt af breddegraden: Jo højere mod nord vi befinder os, des større del af solindfaldet finder sted i sommermånederne. Solens bane over himlen er også stærkt afhængig af breddegraden. Jo højere mod nord vi befinder os, des lavere står solen på himlen, og des større er dagsvariationen af retningen til solen. Nord for polarcirklen er solen således om sommeren på himlen 24 timer i døgnet, og retningen til solen gennemløber i løbet af 24 timer alle kompassets retninger.



Figur 2: Dagens længde som funktion af årstiden og breddegraden.

I forbindelse med studenterprojekter i 1999 og 2000 er der udarbejdet et foreløbigt Test Referenceår for Sisimiut. Dette Test Referenceår udgør udgangspunktet for de følgende tre figurer.

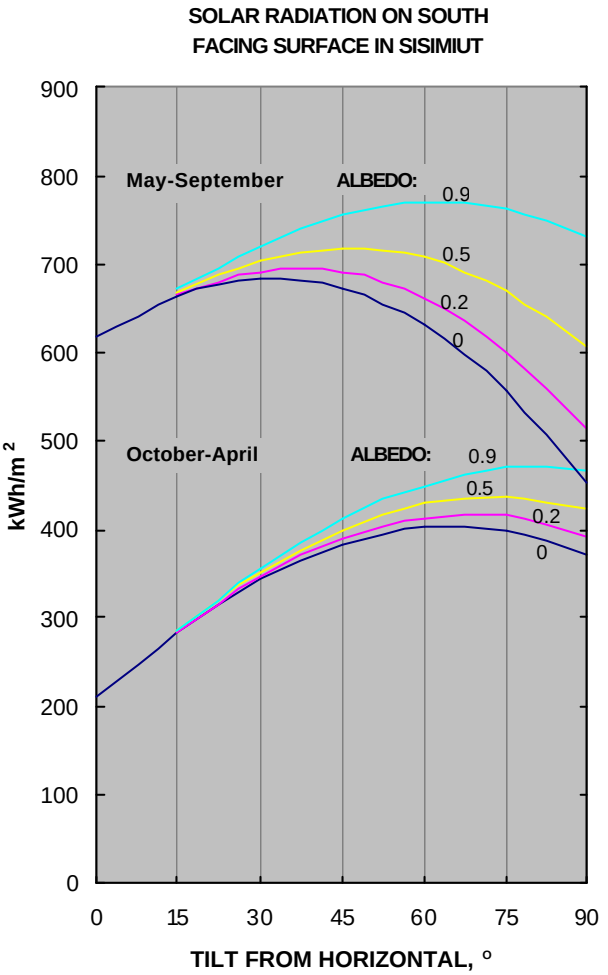
Solindfaldet på en flade afhænger stærkt af fladens lokalitet, orientering og hældning. I København (breddegrad 56°) er solindfaldet størst på en sydvendt 40° hældende flade, mens solindfaldet i Sisimiut (breddegrad 67°) er størst på en sydvendt 60° hældende flade. Solindfaldet i Danmark og i Grønland er stort set ens på de optimalt hældende flader, ca. 1160 kWh/m^{2}år (se Figur 3).



Figur 3: Solindfald på optimalt hældende flader i Sisimiut og i København.

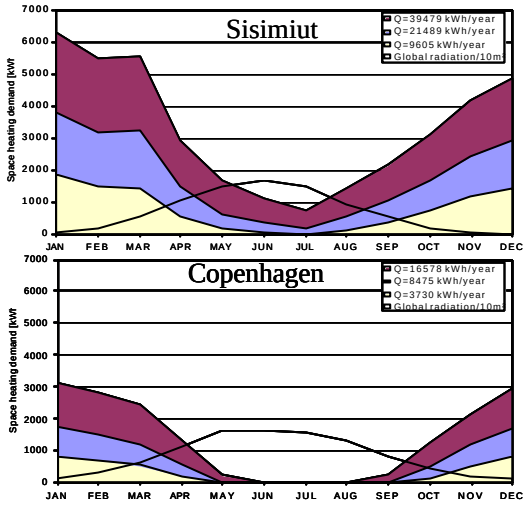
Der er en række forhold som gør at solvarmeanlæg er mere velegnede i Grønland end i Danmark. Blandt andet kan nævnes at:

- Sne reflekterer en meget stor del af solstrålingen. Derfor er solindfaldet på tagflader i perioder med sne på jorden meget stort i Grønland. Ny sne har en refleksionskoefficient i størrelsesordnen 0,7-0,9, hvorimod refleksionskoefficienten for græs, jord, sand beton, asfalt m.m. ligger i intervallet 0,1-0,4. Figur 4 viser hvorledes solindfaldet afhænger af omgivelsernes reflektionskoefficient.
- Der er rumopvarmningsbehov i sommerperioden med meget sol i Grønland. Figur 5 viser rumopvarmningsbehov i Sisimiut og i København for 3 forskelligt isolerede huse. Yderligere viser figuren solindfaldet på en 10 m² flade, og det fremgår heraf, at der er større muligheder for at dække energiforbruget til rumopvarmning med solenergi i Sisimiut end i København.
- Temperaturen af det kolde brugsvand der tilføres vores boliger, er lavere i Grønland end i Danmark, jf. Figur 6.
- Den optimale solfangerhældning fra vandret er større i Grønland end i Danmark. Det bevirker at solfangereffektiviteten for den samme solfanger er højere i Grønland end i Danmark, pga. reduceret varmetab ved konvektion og stråling.

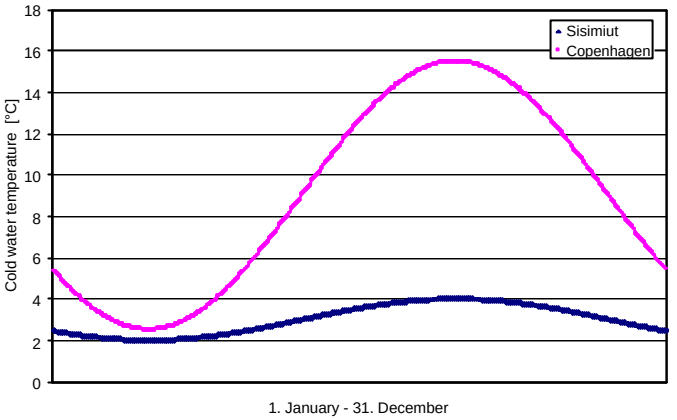


Figur 4: Solindfald i Sisimiut på en sydvendt flade som funktion af hældning fra vandret og af omgivelsernes reflektionskoefficient (albedo).

- Der er mere solindstråling fra "alle retninger" i Grønland end i Danmark.



Figur 5: Solindfald og rumvarmeforbrug for forskellige huse i Sisimiut og i København.



Figur 6: Koldtvandstemperatur i Sisimiut og i København.

Alle disse forhold gør at solvarmeanlæg kan blive mere rentable i Grønland end i Danmark. Der er imidlertid også en række forhold som trækker i den modsatte retning. Blandt andet kan det nævnes at:

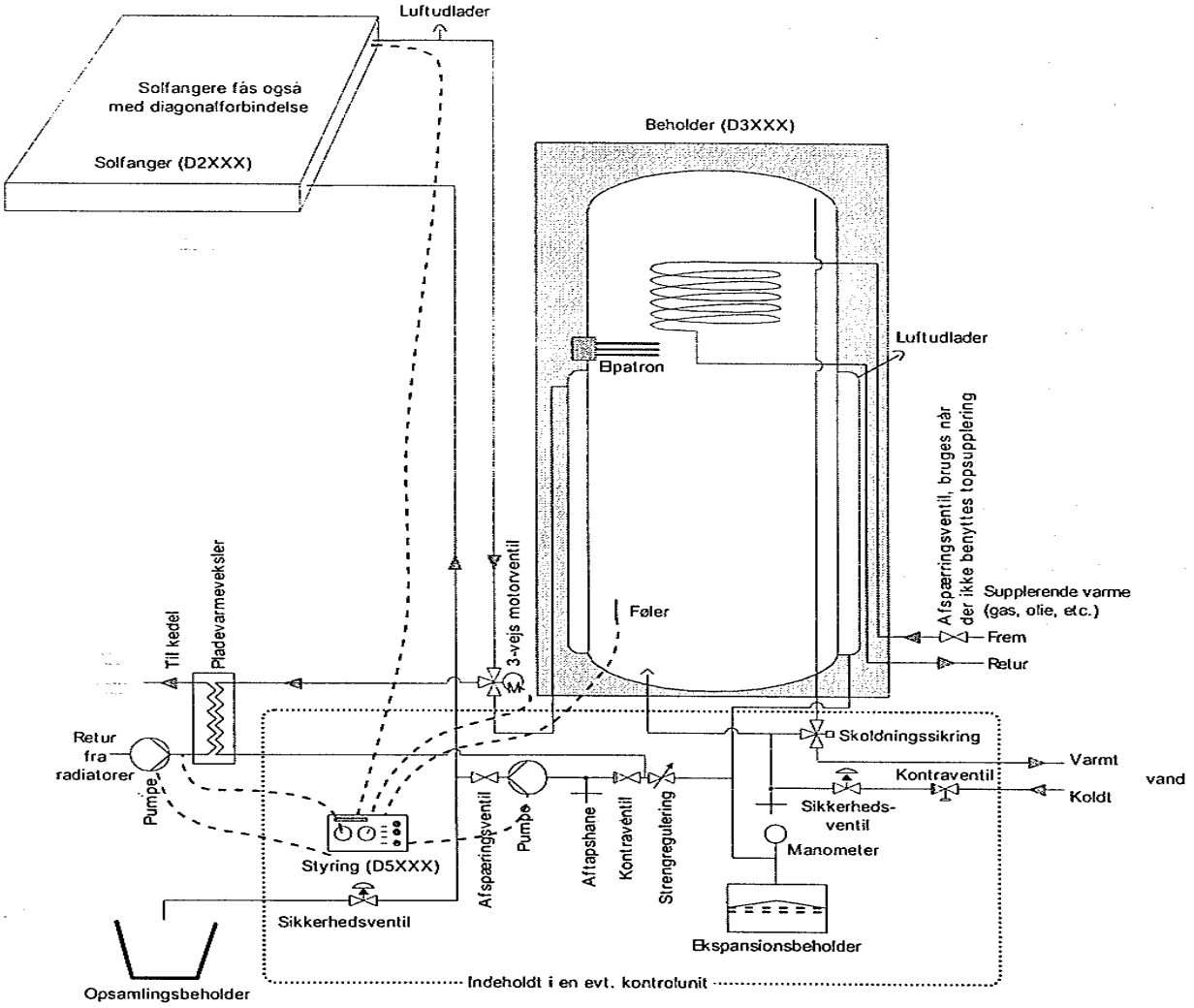
- energipriserne for fossilt brændsel er lavere i Grønland end i Danmark.
- der ikke er en solvarmeindustri i Grønland.
- der ikke er nogen solvarmeuddannede VVS-installatører i Grønland (eller kun få).
- der ikke er udviklet solvarmeanlæg som er specielt velegnede til Grønland.

2 Husets energisystem

Huset forsynes med et overdimensioneret solvarmeanlæg til brugsvandsopvarmning inklusive en separat radiator til rumopvarmning suppleret med et oliefyr til energibackup i solfattige perioder. Anlægget udformes som anlægstype 8A: Low flow rumvarme og brugsvandsanlæg, lukket ekspansion, /1/, se figur 7, dog med den ændring at pladevarmeveksleren erstattes af en radiator, hvorigennem der strømmer solfangervæske.

Som solfangere benyttes 4 tagintegrerede solfangere fra Velux, type U10 med et totalt solfangerareal på 7,44 m², /2/, /3/. Solvarmeanlægget udformes som et low flow anlæg med kappebeholderen, pumpeblokken og styresystemet Model 300 Aidt Miljø eksempel 1 inklusiv trevejsventil fra Aidt Miljø A/S, dog med de ændringer at der benyttes en trykekspansionsbeholder på mindst 13 liter, et manometer, en sikkerhedsventil, en Grundfos cirkulationspumpe UPS 25-60 og en radiator i stedet for den eksterne varmeveksler, /4/. Som rørkreds i solfangerkredsen benyttes flexslangerne ZFM og ZFR fra Velux. Solfangerkredsen forsynes både med en kontraventil og en Flamcovent Solar luftudskiller.

Som solfangervæske benyttes en 55% propylenglykol/vand-blanding, som frostsikrer anlægget ned til –40°C.



Figur 7: **Principskitse af solvarmeanlægget**

Solvarmeanlægget kan dække varmtvandsforbruget fuldstændigt i sommerperioder og desuden forsyne huset med varme via den separate radiator i specielt solrige perioder. Glykol/vand-blandingen benyttes som varmetransmissionsvæske i denne radiator, som herved også sikrer solvarmeanlægget mod for høje temperaturer.

I perioder hvor solvarmeanlægget ikke kan dække hele varmtvandsforbruget opvarmes brugsvandet i toppen af varmelageret af oliefyret, som vælges som en solokedel der er velegnet til grønlandske forhold, fx et kondenserende væghængt oliefyr type Vito plus 300 fra Viessmann eller type logano G115 fra Buderus. Oliefyr/topspiral-kredsen forsynes med en kontraventil og en afspærringsventil, så det i sommerperioder uden varmebehov i huset er muligt at slukke for oliefyret og lukke afspærringsventilen, så der ikke opstår uønsket selvcirkulation fra topspiralen til oliefyret i perioder hvor oliefyret er slukket.

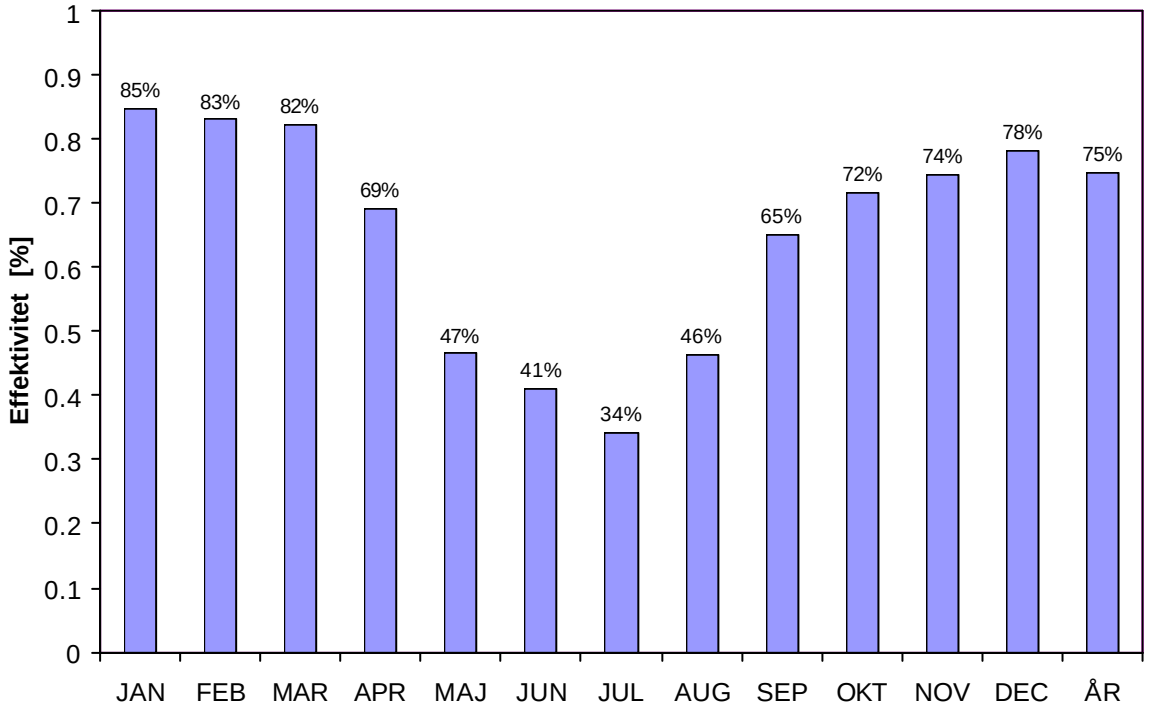
Oliefyret opvarmer i øvrigt huset ved hjælp af et traditionelt radiatoranlæg.

Beregnede ydelser for solvarmeanlægget ved forskellige varmtvandsforbrug fremgår af tabel 1. Antallet af uger, hvor oliefyret kan bidrage til rumopvarmning ved hjælp af den separate radiator, er skønsmæssigt sat til det antal uger, hvor solvarmeanlægget dækker mere end 80% af varmtvandsforbruget. Den del af solvarmeanlæggets ydelse, som på denne måde går til rumopvarmning, er ikke medtaget i solvarmeanlæggets nettoydelse.

Varmtvandsforbrug		Nettoydelse		Solvarmeanlæggets dækningsgrad af varmtvandsforbruget	Antal uger hvor oliefyret kan bidrage til rumopvarmning
l/dag	kWh/år	kWh/år	kWh/(m² år)	%	-
50	986	655	88	66,4	31
100	1972	1245	167	63,1	26
150	2957	1691	227	57,2	21
200	3943	2031	273	51,5	17
250	4929	2269	305	46,0	13
300	5915	2418	325	40,9	11

Tabel 1. Beregnede ydelser for solvarmeanlægget ved forskellige varmtvandsforbrug.

Energibesparelsen, som opnås ved hjælp af solvarmeanlægget, er summen af solvarmeanlæggets ydelse korrigeret for oliefyrets virkningsgrad og det sparede tomgangstab fra oliefyret i solrige perioder, hvor der er mulighed for at slukke oliefyret. Figur 8 viser de antagede virkningsgrader for oliefyret igennem året. Tabel 2 angiver, på basis af solvarmeanlæggets nettoydelse og oliefyrets virkningsgrad, de forventede energibesparelser for solvarmeanlægget. Energibesparelsen, som opnås ved at solvarmeanlægget dækker en del af rumopvarmningsbehovet ved hjælp af den separate radiator, er ikke medregnet.



Figur 8: Oliefyrets virkningsgrad igennem året.

Varmtvandsforbrug						
l/dag	50	100	150	200	250	300
kWh/år	986	1972	2957	3943	4929	5915
Energibesparelse						
kWh/år	1210	2360	3250	3930	4490	4910
l olie/år	120	240	330	400	450	500

Tabel 2. Forventet energibesparelse for solvarmeanlægget ved forskellige varmtvandsforbrug.

Referencer

/1/ ”Typegodkendte solvarmeanlæg i Danmark. Installatørhæfte.” Prøvestationen for Solenergi, Teknologisk Institut, august 1996.
/2/ ”Velux solfangere – et system for fremtiden.” Velux Solenergi, 2002.
/3/ ”Velux solvarmesystem. Teknisk grundlag.” Velux Solenergi, 2002.
/4/ Aidt Miljø A/S, Tlf. +45 86 96 67 00