

Sammenfatning

Kan vi blot udnytte ½ promille af solindstrålingen kan hele Danmarks fremtidige energiforbrug til opvarmning dækkes. Forsyningsmæssigt er der således principielt ingen problemer.

De begrænsende faktorer for udnyttelsen af solindstrålingen til opvarmning er af teknologisk/praktisk/økonomisk karakter:

- Udnyttelsesgrad i konvertering fra solindstråling til varme
- Tilgængeligt areal for placering af solfangere
- Nødvendigt aftag af varmeproduktion fra affaldsafbrænding
- Indpasning i - og samspil med - det øvrige energisystem
- Lagring af varme produceret om sommeren til brug om vinteren (sæsonlagring)
- Samfundsøkonomi

Af disse faktorer er det specielt afbrænding af affald og problematik vedr. indpasning i / samspil med det øvrige energisystem, der giver begrænsninger. Faktorerne gennemgås kort i det følgende.

Udnyttelsesgrad i konvertering fra solindstråling til varme

I dag (2011) yder/sparer solvarmeanlæg typisk ca. 500 kWh/m² om året, svarende til at ca. 40 % af solindstrålingen (1.100 - 1.200 kWh/m²) på en sydvendt flade med en hældning på 30-45° udnyttes. Dette gælder både små individuelle anlæg og store kollektive anlæg¹.

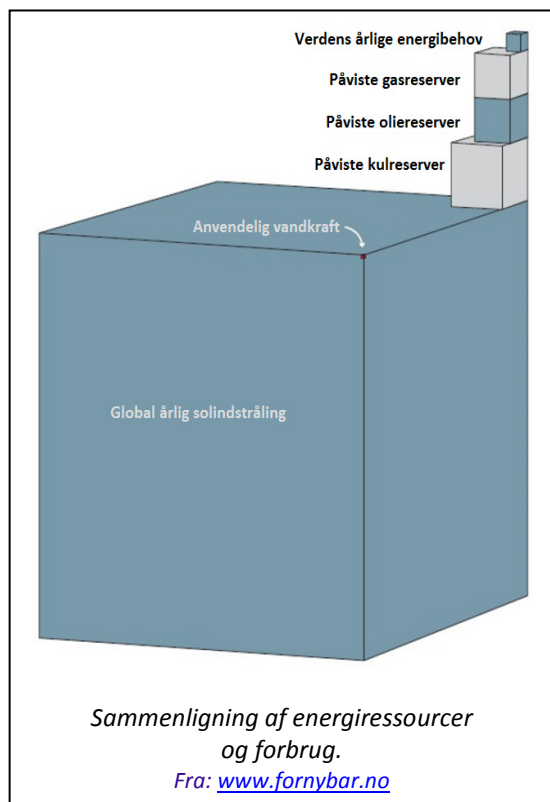
Kigges der ud i fremtiden, vil den teknologiske udvikling medføre en væsentlig forbedring af anlæggene med markant øget udnyttelsesgrad til følge:

For øget udnyttelsesgrad: De optiske tab i selve solfangeren er i dag ca. 20%; disse kan mindskes til 10 - 15%. Gevinst: 5-10%. Resten af tabene er varmetab fra rørsystem og varmelager. I dag udgør disse varmetab typisk 40%; disse kan mindskes til ca. det halve: 20%. Gevinst: Ca. 20%. Potentialet for forbedring af udnyttelsesgraden er altså godt 25 %-point; den potentielle fremtidige udnyttelsesgrad ligger altså på ca. 65%.

Imod øget udnyttelsesgrad: Ovennævnte udnyttelsesgrad relaterer til dagens typiske anvendelser af solvarme, hvor den producerede solvarme ikke gemmes over længere tid. Skal solvarme dække en væsentlig del af fremtidens varmebehov, skal varme gemmes fra sommer til vinter og dette medfører stigende tab. Disse tab kan dog minimeres ved anvendelse af meget store kollektive sæsonvarmelagre (tab ca. 10%), og udvikling/anvendelse af individuelle, relative små men effektive lagre med meget højt energiindhold pr. volumenenhed som faseskift lagre, kemiske lagre, etc. Med øget udbredelse følger formegentligt også øget anvendelse af "ikke ideelle" solfangerplaceringer. Flere tagflader orienteret mod østlig og vestlig retning vil blive inddraget. For de individuelle anlægs vedkommende vil den relative besparelse som følge af "sparet tomgangstab" for tilknyttet kedel mindskes i takt med udvikling af mere effektive kedler og anvendelse af varmepumper. Endeligt vil den økonomisk optimale udnyttelsesgrad ligge et stykke under den teknologisk mulige.

Samlet set vurderes det at fremtidens (2050) solvarmeanlæg i Danmark vil have en udnyttelsesgrad på ca. 10 %-point mere end dagens anlæg, svarende til en gennemsnitlig udnyttelsesgrad på 50% og en ydelse på ca. 600 kWh/m² om året. Udnyttelsesgraden er således meget høj og lægger i sig selv ingen begrænsning på udnyttelsen af solvarme.

¹ For de små individuelle anlægs vedkommende er der inkluderet sparet sommer-tomgangstab for det tilknyttede kedelanlæg der som regel kan slukkes helt i sommerperioden.



Tilgængeligt areal for placering af solfangere

I [1] er det samlede velegnede solfanger-tagareal i boligbebyggelsen anslået til 25 mio. m²

Med en ydelse på ca. 600 kWh/m² kan 15 TWh (54 PJ) af vores fremtidige varmemeforbrug i 2050 på 23 TWh (83 PJ) dækkes af ved udnyttelse af de 25 mio m² velegnede tagflader - ca. 65%.

Dertil kommer at solfangere kan placeres i store felter på jorden (mark-placerede solfangere i forbindelse med fjernvarmesystemer) - og her er der meget vide grænser (samlet landbrugsareal 2.700 mio m² - ca. 4% af dette udlagt som solvarmemarker vil kunne dække Danmarks varmemeforbrug 100%). Til sammenligning vil det samlede landbrugsareal udlagt til biomasseproduktion kun dække knap halvdelen af varmebehovet (15 TJ/km² x 2700 km² = 40,5 PJ).

Så der er således - forsyningsmæssigt - intet i vejen for at al fremtidens varmemeforbrug kan dækkes 100 % af solvarme.

Nødvendigt aftag af varmeproduktion fra affaldsafbrænding

I.h.t. til IDA's "Energiplan 2030" er affaldsressourcen (2006) 8,3 TWh (30 PJ). Antages denne ressource uændret fremover og anvendes den til samproduktion af el og varme med en varmemeforbrugsgrad på 55 %, begrænses solvarmepotentialet i fjernvarmeområder med ca. 4,5 TWh (16 PJ).

Med uændret affaldsressource i 2050 dækkes ca. 20 % af varmebehovet på daværende tidspunkt fra affaldsforbrænding. Solvarme kan derfor maksimalt dække de resterende 80 % = 18,5 TWh (67 PJ).

Men med en mere effektiv affaldssortering / øget genanvendelse øges også solvarmepotentialet.

Indpasning i - og samspil med - det øvrige energisystem

Varmebehovet i danske bygninger kan dækkes på principielt tre forskellige måder:

1. **Individuelle varmeforsyningsanlæg udenfor kollektiv fjernvarme- og gasforsyning:**
 - a. *Centralvarmeanlæg:* biomasse- og oliekedler, jord-varmepumper, mikro-kraftvarme, solvarme
 - b. *Ikke-centralvarmeanlæg:* brændeovne, el-varme, luft-varmepumper, solvarme (brugsvand)
2. **Individuelle varmeforsyningsanlæg i områder med kollektiv gasforsyning:**
 - a. *Centralvarmeanlæg:* gaskedler, solvarme
3. **Fjernvarme:**
 - a. *Varmecentraler:* biomasse, gas, olie, solvarme
 - b. *Kraftvarmeverker:* kul, affald, gas, olie, biomasse, solvarme

Solvarme kan bidrage i alle kategorier. Der kigges nærmere på potentialet i de enkelte kategorier på næste side.

Indpasning i - og samspil med - det øvrige energisystem (fort.)

I det følgende antages at bygninger med individuelle varmforsyningsanlæg i 2050 i gennemsnit er isoleret til dagens klasse 1 standard (40 kWh/m²). Med fremtidens effektive solvarmeanlæg vil ca. 40% af dette behov kunne dækkes med solvarme.

Individuelle varmforsyningsanlæg (1 & 2):

Med ca. 1 m² solfanger pr. 25 m² opvarmet areal dækkes ca. 40% det årlige totale varmeforbrug. Hertil kommer dækning af et evt. komfortvarmeforbrug om sommeren.

Eksempel: 150 m² bolig, bruttovarmeforbrug: 6 MWh (heraf brugsvand: 2 MWh, rumvarme 4 MWh).

5-6 m² solfanger dækker:

- 75 % af brugsvandsforbruget: 1,5 MWh
- 25 % af rumvarmeforbruget: 1,0 MWh
- I alt 2.5 MWh eller ca. 40%

(Herudover holdes flisegulve i badeværelse, køkken m.v. lune i sommerhalvåret)

Antages 30 % Danmarks totale forventede fremtidige varmebehov at ligge i bygninger med individuelle varmforsyningsanlæg, fås et solvarmepotentiale her på:

- Varmebehov: 30 % af 23 TWh = 6,9 TWh (25 PJ)
- Solvarmepotentiale: 40 % af 6,9 TWh = 2,8 TWh (13 PJ)

Solfangerareal på bygninger til dækning af 2,8 TWh:

- $2,8 \text{ TWh} / 500 \text{ kWh/m}^2 = 5,6 \text{ mill m}^2$ svarende til en installeret effekt på 4 GW MW.

Fjernvarme (3):

For større kollektive varmforsyningsanlæg er der mulighed for at gemme varmen fra sommer til vinter uden store varmetab. Dette betyder at solvarme i princippet kan dække hele det årlige varmeforbrug i fjernvarmenettet. Den vil dog have konkurrence fra andre billige varmekilder:

- overskudsvarme fra kraftvarmeproduktion (affald, biomasse)
- varmeproduktion fra varmepumper der kører når elprisen er lav

Antages 70 % varmebehovet 2050 at være dækket af fjernvarme og tages affaldsressourcen (8.3 TWh) i betragtning fås:

- Fjernvarme: 70% af 23 TWh = 16 TWh (58 PJ)
- Distributionstab 20% af 16 = 3,2 TWh (12 PJ)
- Fjernvarmeproduktion: 19,2 TWh (69 PJ)
- Heraf affald: 4,5 TWh (16 PJ)
- Resterende behov: 14,7 TWh (53 PJ)

Dette behov kan dækkes med:

- varmepumper, der bl.a. udnytter el-overløb fra vindmølleproduktion (40 %)
- geotermi 10%
- solvarme (50 %)

Solvarmepotentialet er hermed:

- $50 \% \times 14,7 \text{ TWh} = 7,4 \text{ TWh} (27 \text{ PJ})$

Solfangerareal til fjernvarme for dækning af dette:

- $7,4 \text{ TWh} / 500 \text{ kWh/m}^2 = 15 \text{ mill m}^2$ svarende til en indstralleret effekt på 10 GW.

Fuld udnyttelse af solvarmepotentiale til fjernvarme kræver sæsonvarmelagring. Biomasse kan hermed anvendes til andre formål end opvarmning.