

# Små anlæg i laboratoriet

Årlige nettoydelse på mellem 250 og 450 kWh pr. m<sup>2</sup>. Det er resultatet af et 3-årigt forsøg med i alt 16 små solvarmeanlæg. Ydelserne har ikke været overvældende og det er hovedsageligt soltankenes skyld.

Af Louise Jivan Shah og Simon Furbo, DTI

I 1992 blev der på DTU opbygget en prøvestand for små solvarmeanlæg til brugsvandsopvarmning. I perioden 1993-1996 er der i prøvestanden i alt afprøvet 16 forskellige solvarmeanlæg, både markedsførte anlæg og forsøgsanlæg.

## Afprøvningsbetingelser

Anlæggene blev afprøvet under ens realistiske betingelser. Der blev tappet varmt vand fra anlæggene, som når der beregnes statistisk til solvarmeanlægget.

Anlæggenes vigtigste temperaturer og energimængder blev målt i perioder med en varighed på ca. 1 år. Målte og beregnede temperaturer og energistørrelser blev sammenlignet for udvalgte sommer- og vinterperioder. Beregningerne blev udført med detaljerede simuleringsmodeller, som for hvert anlæg blev modificeret indtil der for begge perioder blev opnået en god overensstemmelse mellem målte og beregnede størrelser. Med de modificerede simuleringsmodeller blev anlæggenes årlige ydelser herefter bestemt med referenceårets vejrdata.

## Anlægsydelse

Ydelserne er i det følgende angivet ved et dagligt varmtvandsforbrug på 200 l. Brugsvandet opvarmes fra 10 til 45°C, svarende til et årligt energibehov på 2940 kWh. Nettoydelsen defineres som energimængden tappet fra anlægget minus den supplerende energimængde. Anlægsydelsen defineres som nettoydelsen minus energiforbruget til solvarmeanlæggets pumpe

og styresystem. Årsydelse fremgår af søjlediagrammet ligesom dækningsgraden, der defineres som forholdet mellem ydelse og energibehov til brugsvandsopvarmning.

De afprøvede anlægs årlige nettoydelse varierer mellem

1035 og 1792 kWh, svarende til dækningsgrader mellem 35 og 61%, og de årlige anlægsydelse varierer mellem 1035 og 1676 kWh, svarende til dækningsgrader mellem 35 og 57%. De afprøvede anlægs årlige nettoydelse pr.

m<sup>2</sup> solfanger varierer ca. mellem 250 og 450 kWh.

For at undersøge om anlæggene ydelsesmæssigt lever op til forventningerne, er anlægsydelse beregnet med en 295 l velisoleret varmtvands-

| Anlæg                                       | Afprøvningsperiode | Solfangerareal [m <sup>2</sup> ] | Beholdertype  | Lagervolumen [l] | Supplerende energikilde     | Kendetegn  |
|---|--------------------|----------------------------------|---|------------------|-----------------------------|--|
| Dansk Solvarme 1                            | 1993               | 4,00                             | Spiralbeholder  | 290              | Elpatron Varmveksler-spiral |  |
| Batec 1                                     | 1993               | 4,38                             | Spiralbeholder  | 295              | Elpatron Varmveksler-spiral |  |
| Thermo Dynamics Ltd., Canada                | 1994               | 5,56                             | Varmtvandsbeholder med ekstern varmeveksler                                     | 270              |                             | Low flow anlæg Forvarmeanlæg Lifeline Solfangerkreds |
| ZEN B.V., Holland                           | 1994               | 2,70                             | 115 l forvarmetank med indbygget spiral. 120 l eftervarme-tank. 20 l tomme-tank | 255              | Elpatron                    | Tommeanlæg   |
| Börgermeier-Krismers Solar-technik, Schweiz | 1994-1997          | 4,36                             | 276 l varmtvandsbeholder neddykket i 129 l trykløs tank                         | 405              | Elpatron                    | Low flow anlæg Flextube solfangerkreds               |
| Aidt Miljø                                  | 1995               | 4,83                             | Kappebeholder   | 265/16,5         | Elpatron Varmveksler-spiral | Low flow anlæg                                       |
| Dansk Solvarme 2                            | 1995               | 4,02                             | Spiralbeholder  | 280              | Elpatron Varmveksler-spiral |  |
| Batec 2                                     | 1995               | 4,38                             | Kappebeholder   | 250/50           | Elpatron Varmveksler-spiral | Tommeanlæg Low flow anlæg                            |
| Ar-Con Solvarme                             | 1995               | 5,02                             | Spiralbeholder  | 250              | Elpatron Varmveksler-spiral |  |
| Solahart Scandinavia                        | 1995               | 5,55                             | Spiralbeholder  | 280              | Elpatron Varmveksler-spiral |  |
| Thermo-Sol                                  | 1995               | 3,33                             | Spiralbeholder  | 280              | Elpatron Varmveksler-spiral | Vakuumsolfanger                                      |
| Sol-Energi Kobbervare-fabrikken             | 1995               | 3,82                             | Spiralbeholder  | 280              | Elpatron Varmveksler-spiral | Solcelledrevet cirkulationspumpe                     |
| Nordsol                                     | 1996               | 4,02                             | Kappebeholder   | 265/12,2         | Elpatron Varmveksler-spiral | Low flow anlæg                                       |
| Forsøgsanlæg 1                              | 1996               | 3,00                             | Høj slank kappebeholder med bred kappe  | 175/28,9         | Elpatron                    | Low flow anlæg                                       |
| Forsøgsanlæg 2                              | 1996               | 3,00                             | Høj slank kappebeholder med smal kappe  | 175/8,8          | Elpatron                    | Low flow anlæg                                       |
| Forsøgsanlæg 3                              | 1996               | 3,00                             | Lille buttet kappebeholder med smal kappe                                       | 175/6,0          | Elpatron                    | Low flow anlæg                                       |

Data for de 16 afprøvede anlæg

beholder med en indbygget varmevekslerspiral i bunden af beholderen. De øverste 49 l af beholderen opvarmes af den supplerende energikilde, og der benyttes et højt flow i solfangerkredsen.

Beregningerne er gennemført med forskellige solfangerarealer, både med en solfanger med en høj og med en lav effektivitet. Beregningsresultaterne for standardanlægget med de to forskellige solfangere er vist i kurvediaagrammet.

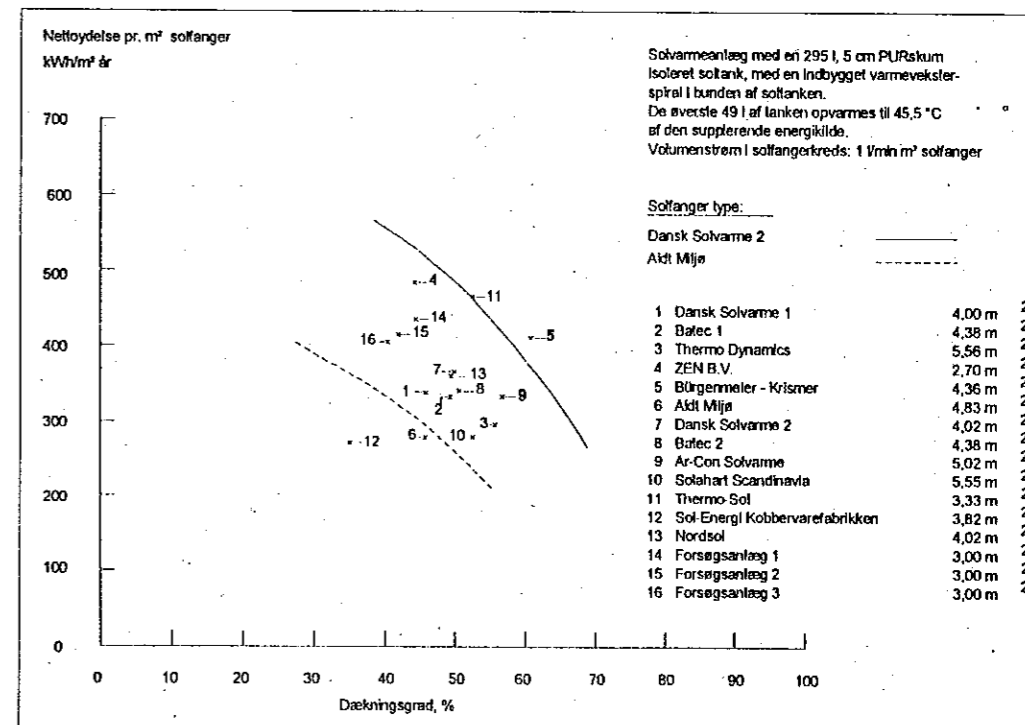
## For dårlige tanke

Undersøgelserne viste, at soltanken er den komponent, som har størst indflydelse på anlægsydelsen. Hovedårsagerne til, at ydelserne af de afprøvede anlæg er forholdsvis små er således alle knyttet til soltanken.

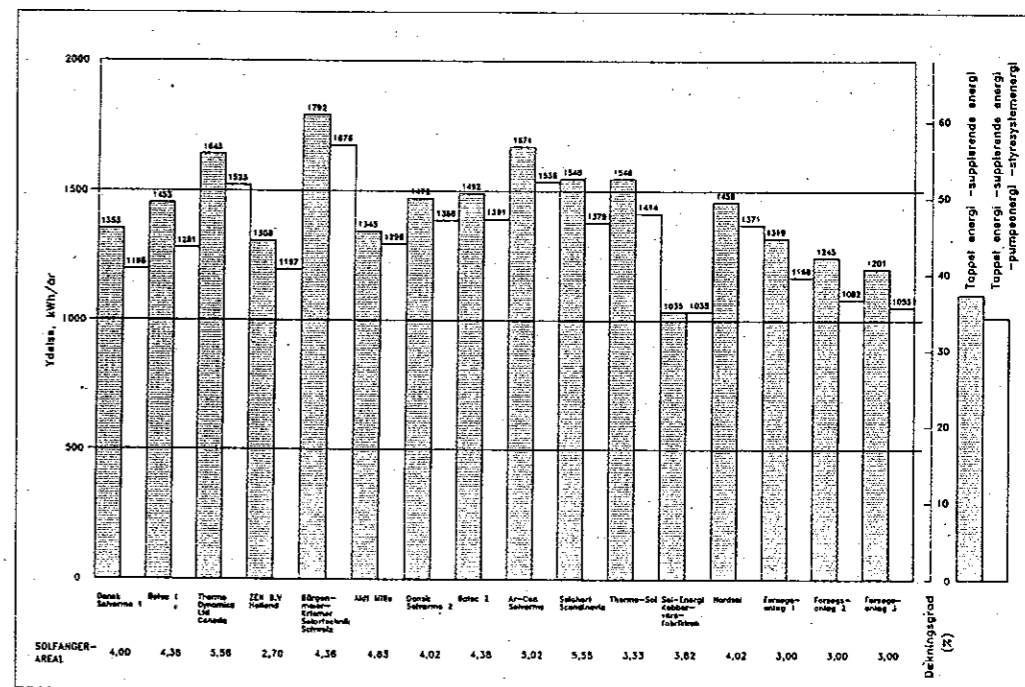
For det første er der store kuldebroer forårsaget af gennembrydninger af isoleringen omkring den øverste del af tanken. Erfaringer har vist, at selv små gennembrydninger forårsager relativt store kuldebroer som resulterer i kraftig reduktion af anlægsydelsen. En hensigtsmæssig tankudformning bør derfor eliminere kuldebroer i toppen af soltanken. For eksempel bør der ikke være rørtilslutninger i den øverste del af soltanken.

For det andet er temperaturlagdelingen i soltanken forholdsvis lille, da mange af de prøvede anlæg er baseret på spiralbeholdere. Undersøgelser har vist, at jo større temperaturlagdelingen i soltanken er, des større er anlægsydelsen. Temperaturlagdelingen i kappebeholdere er meget større end temperaturlagdelingen i spiralbeholdere, og kappebeholderanlæg yder typisk 15-20% mere end spiralbeholderanlæg.

For det tredje opvarmer de supplerende energikilder store vandvolumener i toppen af soltankene. Jo større vandvolumen, der opvarmes af de supplerende energikilder, des mindre bliver anlægsydelsen.



Årlig nettoydelse pr. m<sup>2</sup> solfanger som funktion af dækningsgraden for de 16 afprøvede anlæg og for standardanlæg. Kun ét af de afprøvede anlæg ligger ydelsesmæssigt et lille stykke over standardanlægget med den højeffektive solfanger og mange af de afprøvede anlæg har ydelser, som er langt lavere end man kunne forvente.



Ydelser og dækningsgrader for de 16 afprøvede anlæg. Bemærk at anlæggene varierer i størrelse som anført i kurvediaagrammet.

Det må derfor anbefales at reducere volumen som opvarmes af de supplerende energikilder så meget som muligt -

naturligvis under hensyntagen til komfortkravene til varmtvandsmængde og -temperatur.

Fortsættes næste side