

Alfred Heller

Solvarmeanlæg ved biomassefyrede
fjernvarmecentraler m.m.

Simuleringsresultater

Sagsrapport
BYG•DTU SR-01-16
2001
ISSN 1396-402x

Solvarmeanlæg ved biomassefyrede fjernvarmecentraler m.m.

Simuleringsresultater

Alfred Heller

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

2001

INDLEDNING

I det nærværende notat nedfældes de resultater som er genereret som en del af projektet ”Solvarmeanlæg ved biomassefyrede fjernvarmecentraler og andre store forbrugere”. Projektet er gennemført under ledelse af Klaus Ellehauge, Solenergicenter, Teknologisk Institut. Projektet er finansielt støttet af Energistyrelsen gennem Udviklingsprogram for Vedvarende Energi, J.Nr. 51181-0089.

Det foreliggende notat kan ikke anvendes uafhængigt, da dette vil indgå i en endelig afrapportering gennem Solenergicenter.

Teknologien der behandles i det foreliggende projekt er solvarmecentraler, dvs. store solvarmeanlæg. I det foreliggende koncept ses på hvordan solvarmen kan kombineres med biomassefyrede kedelanlæg. Hele anlægget antages at skulle forsyne et fjernvarmesystem. Forbruget som er en forudbestemt parameter ved beregningerne vil bestå af en hel masse faktorer, f.eks. varmtvandsforbrug, boligopvarmning og tab i alle mulige komponenter. Når der tales om ”last” er det dette totale behov for varmforsyning til at dække alle disse forbrug og tab.

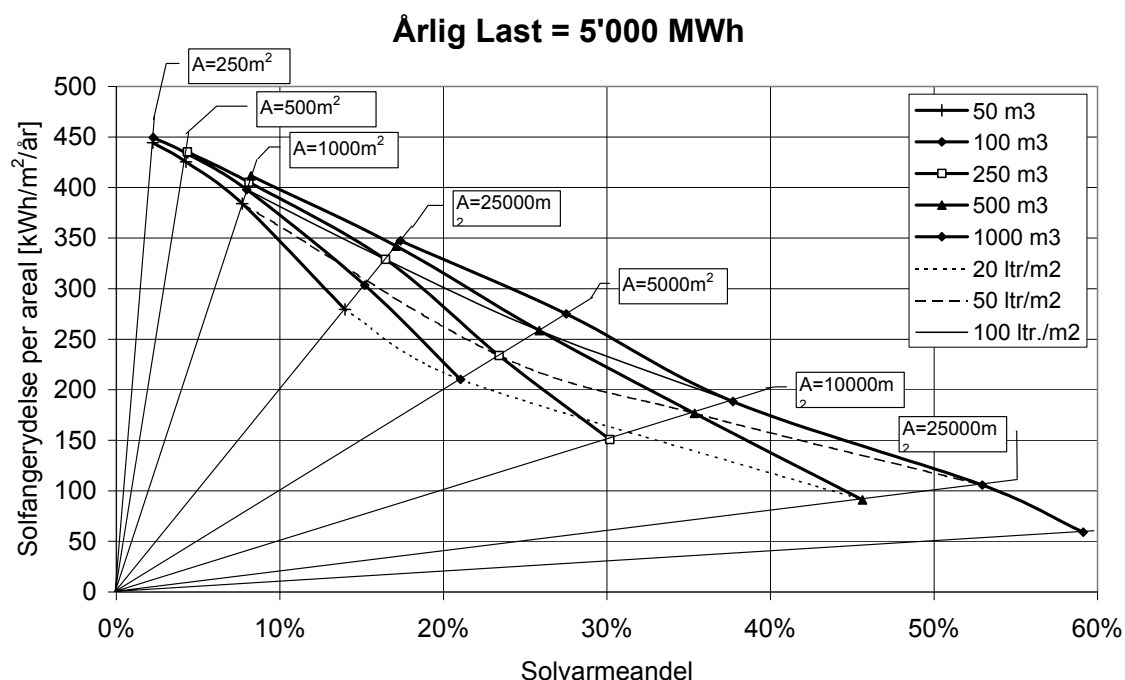
Notatet præsenterer en række resultater der er genereret ved hjælp af en TRNSYS-model, et termisk simuleringsprogram. I programmet er der i fællesskab opbygget en model der kan gengive de termiske betingelser for solvarmecentraler med tilhørende biomassekedel og varmelager. Mere herom ville kunne findes i den endelige rapport.

Der gennemføres to sæt beregninger:

1. Last = 5.000 MWh
2. Last = 20.000 MWh

1. RESULTATER FOR ÅRLIGT FORBRUG PÅ 5.000 MWh

Beregningsresultater uden efterbehandling ser således ud:



Figur 1 Isografer for et forbrug på 5000 MWh per år.

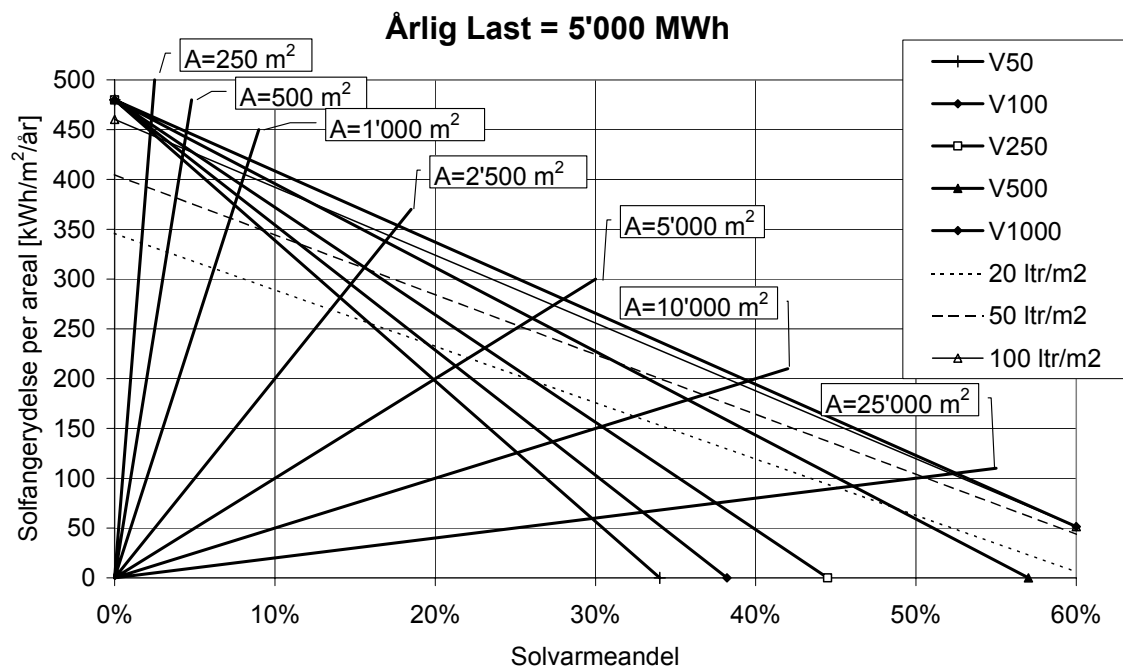
Figuren viser på x-aksen solvarmeandelen i % og på y-aksen den ydelse som solfangerne forsyner fjernvarmeledningen med. De linier der går ud fra nulpunktet og spreder sig som en stjerne er linier hvorpå arealet for solfangerne er holdt konstant. De fuldt udtrukne linier der løber fra venstre til højre med faldende tendens er linier der forbinder punkter hvor volumen per solfangerareal i lagertanken holdes konstant. De stiplede linier forbinder de punkter der har den samme volumen for lagertanken.

I figuren ses tendenser til systematiske forhold, der giver anledning til simplificering af størrelserne ved lineare og polynomium-approximationer. Dette undersøges i det følgende og refereres i tabellen med statistiske størrelser der viser "godheden" af tilnærmelserne. Vi får dermed følgende tilnærmelse for de to forbrugsværdier 5000 og 20000 MWh per år.

Tabel 1. Approksimationer til beregningsresultater fra BioSol-modellen for et forbrug på 5.000 MWh per år.

Forbrug = 5.000 MWh/år	Linear koefficient	Konstant	R ²	2. grads polynomium: Anden ordens koefficient	2. grads polynomium: Første ordens koefficient	2. grads polynomium: Konstant	R ²
Volumen = 50 m ³	-1421,6	483,5	0,988	-4771,1	-629,0	460,8	1
Volumen = 100 m ³	-1279,5	488,8	0,99	-2632,6	-667,8	466,8	1
Volumen = 250 m ³	-1110,6	494,1	0,99				
Volumen = 500 m ³	-866,6	494,1	0,99				
Volumen = 1000 m ³	-681,5	460,4	0,99				
Volumen/Areal = 20 ltr/m ²	-566,6	345,9	0,98	1573,5	-1533,5	463,2	1
Volumen/Areal = 50 ltr/m ²	-602,2	404,9	0,94	948,0	-1180,0	466,8	0,99
Volumen/Areal = 100 ltr/m ²	-681,4	460,4	0,99				
Areal = 250 m ²	200	0					
Areal = 500 m ²	100	0					
Areal = 1'000 m ²	50	0					
Areal = 2'500 m ²	20	0					
Areal = 5'000 m ²	10	0					
Areal = 10'000 m ²	5	0					
Areal = 25'000 m ²	2	0					

Disse resultater kan visualiseres på følgende måde:

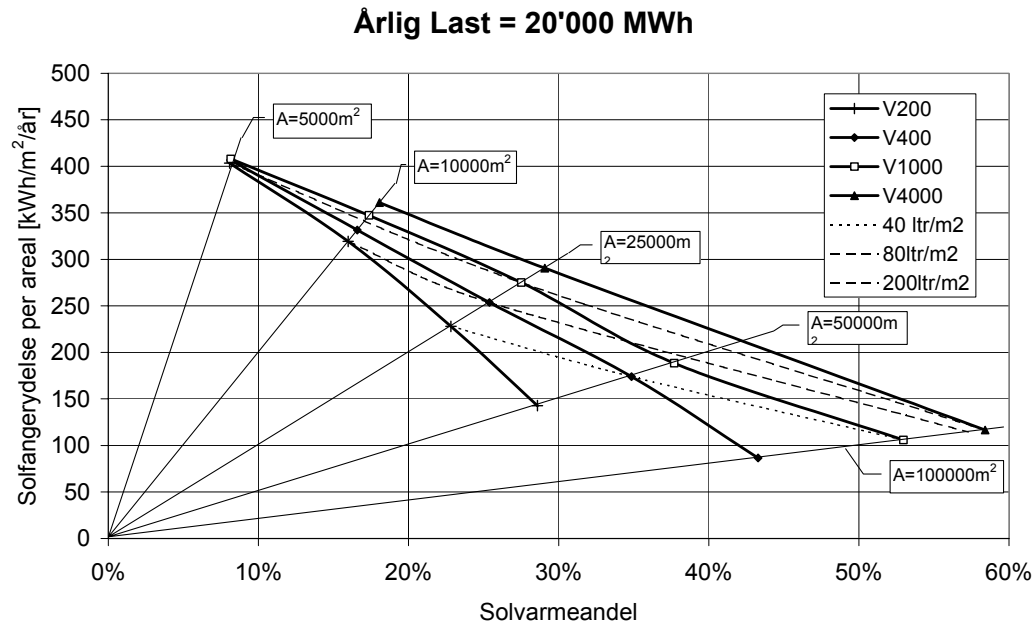


Figur 2. Linear approksimation af beregningsresultater for et årligt forbrug på 5.000 MWh.

Det er vigtigt at fremhæve at der for små tankvoluminer under 300 liter per m² solfanger opstår alvorlige kogningsproblemer som skal køles væk om natten. Det kan altså ikke anbefales at anvende kombinationer der leder til sådanne forhold.

2. RESULTATER FOR ÅRLIG FORBRUG PÅ 20.000 MWh

Tilsvarende beregningsresultater uden simplificering for et totalforbrug på 20.000 MWh årligt er vist i følgende figur.



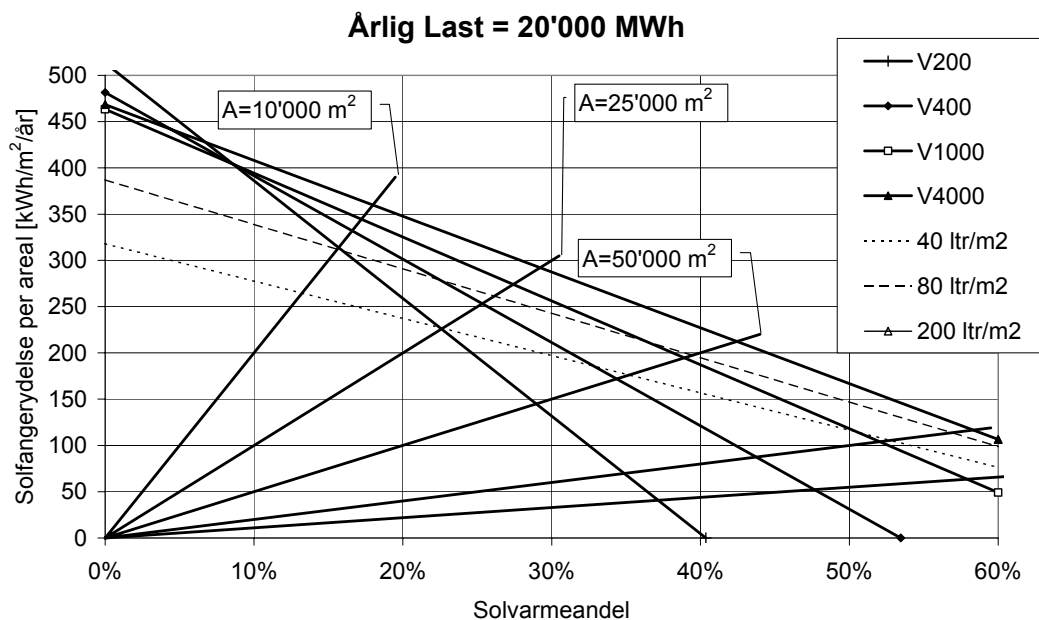
Figur 3 Isografer for et forbrug på 20.000 MWh per år.

Vi ser af figuren at forholdene er endnu tydeligere lineære i sammenligning med det mindre forbrug. Approksimationer er gengivet i følgende tabel og plot.

Tabel 2. Approximationer til beregningsresultater fra BioSol-modellen for et forbrug på 20.000 MWh per år.

Forbrug = 20.000 MWh/år	Linear koefficient	Konstant	R ²	2. grads polynomium: Anden ordens koefficient	2. grads polynomium: Første ordens koefficient	2. grads polynomium: Konstant	R ²
Volumen = 200 m ³	-1271,7	513,3	0,991	-1538,2	711,9	471,3	1
Volumen = 400 m ³	-900,7	481,5	0,999				
Volumen = 1'000 m ³	-690,4	463,3	0,994				
Volumen = 4'000 m ³	-603,2	468,3	0,997				
Volumen/Areal = 40 ltr/m ²	-403,3	318,0	0,998				
Volumen/Areal = 80 ltr/m ²	-480,8	387,1	0,990				
Volumen/Areal = 200 ltr/m ²	-603,2	468,3	1				
Areal = 5'000 m ²	50	0	-				
Areal = 10000 m ²	20	0	-				
Areal = 25'000 m ²	10	0	-				
Areal = 50'000 m ²	5	0	-				
Areal = 100'000 m ²	2	0	-				

Igen kan disse visualiseres som plot:



Figur 4. Linear approximation af beregningsresultater for et årligt forbrug på 20.000 MWh.

Bemærk: Isoliner for arealerne kan findes ved simpel geometrisk aflæsning.