

Solvarmeanlæg til kombineret brugsvands- og rumopvarmning

Udvikling af konkurrencedygtige anlæg Beregninger samt målinger på forsøgsanlæg

Klaus Ellehauge

Meddelelse nr. 223 August 1991 Laboratoriet for Varmeisolering Danmarks Tekniske Højskole

Udvikling af konkurrencedygtige anlæg Beregninger samt målinger på forsøgsanlæg

Klaus Ellehauge

. . •

Forord			
Resumé 4			
Summary 5			
1. Indledning 1 1.1 Konklusion 2			
 2. Hidtidige arbejder i Danmark vedrørende aktive solvarmeanlæg til rumopvarmning 5 2.1 Beskrivelse af enkeltprojekter 5 2.2 Generel vurdering af de opnåede erfaringer fra de gennemførte projekter. 7 			
3. Systemløsninger 16 3.1 Modelberegninger med EMGP3 16 3.1.1 Stratificering og low flow 17 3.1.2 Simulering af radiatorer 17 3.1.3 Solfangere 18 3.1.4 Øvrige komponenter 19			
3.2Anlæg kun til brugsvandsopvarmning (referenceanlæg)193.3"Udvidet brugsvandsanlæg"193.3.1"Udvidet brugsvandsanlæg" tilsluttet eksisterende radiatorer193.3.2"Udvidet brugsvandsanlæg" tilsluttet separat radiator20			
system203.4Drain back system213.5System med termisk adskilt rumvarmebeholder og varmtvandsbeholder22			
4. Kombinerede solvarmeanlæg til rumopvarmning og brugsvandsopvarmning- anvendelsesmuligheder 30 4.1 De forskellige anvendelsesmuligheder som diskuteres nærmere er: 30 4.2 Anlægsøkonomi - Sammenligning med brugsvandsanlæg 30 4.2.1 Rumopvarmningsbehov 32 4.2.2 Anlægsøkonomi og ydelser - Tabeller 33 4.3 Eksisterende olie- eller naturgasfyrede enfamiliehuse med et 34 4.3.1 "Udvidet brugsvandsanlæg" tilsluttet husets radiatorsystem 35 4.3.2 "Udvidet brugsvandsanlæg" med separat radiator 36 4.3.3 Drain back rumvarmesystem 37 4.3.4 System med eksisterende varmtvandsbeholder 37 4.4 Lagring af nat-el 38 4.5 Nybyggeri med fælles varmecentral 40 4.7 Store anlæg (institutioner og boligejendomme) 42 4.8 Benyttelse af højeffektiv solfanger med ekstra teflondæklag. 43 4.9 Sammenfatning af beregninger og økonomi 44			
5. Forsøgsanlæg 63 5.1 Solvarmeanlæggets komponenter 65 5.1.1 Solfanger 66 5.1.2 Lagerbeholdere 66 5.1.3 Styring 66			

. .

•

	5.2	Måleudstyr	67
	5.3	Driftserfaringer	
	5.3.1	Funktion af solfangerkreds	67
	5.3.1.2	Støj i solfangerkredsen	68
	5.3.2	Stratificering i tanken	
5.	4 Samm	enligning af målte og beregnede ydelser	68
5.	5 Samle	t vurdering	69
	C		75
Bilag 1			
Oversigt o	ver danske pro	ojekter indenfor området aktive solvarmeanlæg til rumopvarmning.	77
Bilag 2.			
Beregning af radiatorydelsen med EMGP3			79

٠

• •

•

Forord

Denne rapport beskriver og afslutter arbejdet, som er gennemført under projektet: "Udvikling af konkurrencedygtige solvarmeanlæg til kombineret brugsvands- og rumopvarmning til enfamiliehuse".

Projektet, som er financieret af Energiministeriet, er en del af forskningsområde 5: "Energianvendelse i bygninger" under ministeriets forskningsprogram EFP-88. Projektets journal nr. er 1213/88-10.

Projektet er gennemført på Laboratoriet for Varmeisolering med deltagelse af nedenstående medarbejdere:

Klaus Ellehauge, civilingeniør Peter Trans, elektroniktekniker Christina Zimmermann, assistent Birthe Friis, korrespondent

Forsøgsanlægget er opstillet med hjælp fra Arne Skouslund VVS. Endvidere har Henrik Knudsen fra Svantevit bidraget med prisoplysninger, og Torkil Forman fra Aidt Miljø har bidraget med kommentarer til rapporten.

Resumé

Rapporten beskriver det ved Laboratoriet for Varmeisolering udførte arbejde med videreudvikling af solvarmeanlæg til kombineret rumopvarmning og opvarmning af brugsvand.

Dette arbejde bygger dels på erfaringerne fra tidligere udførte projekter med kombineret rumopvarmning og opvarmning af brugsvand, samt søger endvidere at udnytte de nye erfaringer fra de rene brugsvandsanlæg vedrørende udnyttelse af maksimal temperaturstratificering i lagertanken (de såkaldte low flow anlæg).

I rapporten er de hidtidigt udførte projekter i Danmark beskrevet.

Der er beregningsmæssigt ved hjælp af solvarmesimuleringsprogrammet EMGP3 analyseret forskellige anlægsudformninger, hvoraf én markedsføres af en fabrikant, og hvoraf andre er konstruktionsmæssige nyskabelser. Der analyseres dog ikke på anlæg der er integreret i bygningsudformningen (f.eks. ved lagring af solvarme i et gulvvarmesystem).

Systemerne er analyseret ved en række forskellige anvendelser, som anses for at være mest interessante.

Økonomien for de forskellige systemer ved de forskellige anvendelser er analyseret ved at beregne anlæggenes ydelser og værdien af den dermed forbundne energibesparelse.

Endvidere er det vurderet hvad merprisen for anlægget i forhold til et brugsvandsanlæg med samme solfangerareal vil være. Hermed kan det vurderes om anlægget vil have bedre eller dårligere økonomi end de anlæg kun til brugsvandsopvarmning som efterspørges hos producenterne i dag.

Det fremgår af beregningerne at der for et "normalhus" (énfamiliehus) kan forventes god økonomi for moderate anlægsstørrelser (op til ca. 10 m² solfanger) ved de fleste systemer og anvendelser, når der er tale om at substituere el med solvarme.

For olie eller naturgasfyrede "normalhuse" kan især et af systemerne (drain back systemet) opnå en økonomi der er bedre eller lige så god som et rent brugsvandsanlæg.

For lavenergihuse vil der kun kunne opnås god økonomi hvis der er el-backup i huset.

Et af systemerne (drain back systemet) er blevet afprøvet på Laboratoriets forsøgsareal.

Ud fra målinger kan det ses at anlægget har fungeret uden problemer og med god temperaturstratificering. Ligeledes har solfangerkredsens drain back funktion fungeret efter hensigten og uden problemer.

Anlægstypen vil således være et godt bud på, hvorledes kombinerede anlæg til brugsvand og rumopvarmning kan udføres med udnyttelse af de nye erfaringer med hensyn til temperaturstratificering og low flow.

Summary

The work carried out at The Thermal Insulation Laboratory with the development of solar systems for combined space heating and heating of domestic hot water is reported.

The work is making use of experience from earlier projects with combined systems carried out in Denmark, and of new experience with optimal temperature stratification in the storage tank in domestic hot water systems (the so called low flow systems).

Different systemconfigurations of combined systems are analyzed with the solar system simulation program EMGP3. One of the systems is maufactured by a Danish manufactorer, while other systems are new.

The systems are analyzed at different uses. (One family houses with oil- or gasburner, low energy houses etc.)

The economy is evaluated by calculation of the systems energy performance and the value of the economic saving due to the energy saving.

Furthermore, it is estimated how the additional costs of the systems will be, compared to systems with the same area of solar collectors, but only for heating of domestic hot water. In this way it is evaluated if the systems would or would not be preferable compared to the systems for heating only of domestic hot water, which are manufactured today.

For "normal" one family houses, most of the systems with moderate solar collector areas (up to 10 m^2 of solar collector) will have a good economy if the houses are electrically heated.

For oil or natural gas heated "normal" houses, especially one of the systems ("the drain back system") will have an economy as good as a domestic hot water system.

One of the systems ("the drain back system") has been tested at the Laboratory. From measurements it is found that the system has functioned without problems and with good temperature stratification in the storage.

This system will be a good proposal for a solar system for combined space heating and heating of domestic hot water.

•

.

¹ Indledning

Udviklingen af solvarmeanlæg i Danmark har især koncentreret sig om anlæg til opvarmning af brugsvand, samt anlæg til opvarmning af fjernvarmevand eller svømmebassiner.

Ovennævnte typer af anlæg er efterhånden udviklet til at være pålidelige og velydende.

Solvarmeanlæggene til brugsvand dimensioneres som regel til at dække mellem 20 og 70 % af det totale brugsvandsforbrug, mens anlæggene til fjernvarme kun dimensioneres til at dække en del af sommerforbruget. Den samlede dækningsgrad af boligernes samlede opvarmningsforbrug bliver i begge tilfælde meget lille.

Undtaget for ovennævnte er anlæg med sæsonlagring. Disse er hidtil kun udført i forbindelse med fjernvarmenet, idet de sæsonlagre der hidtil er eksperimenteret med skal op i en stor størrelse for at være termisk effektive.

Denne teknik er imidlertid kostbar, og endnu på et eksperimentelt stade.

Siden arbejdet med solvarmeanlæg startede herhjemme midt i 70'erne har der da også været arbejdet på at udføre anlæg der ud over at levere varme til opvarmning af brugsvandet, også leverer varme til selve husets opvarmning.

De første anlæg herhjemme byggede således på denne strategi: (nulenergihuset (reference [1]), demonstrationsprojekter i Greve, Gentofte (reference [2]) med flere).

Imidlertid viste de første anlæg udført med ovennævnte formål sig at være vanskelige at få til at fungere, samt uøkonomiske, hvorfor man herhjemme især koncentrerede sig om rene brugsvandsanlæg.

Der har dog med mellemrum været udført anlæg til både brugsvands- og rumopvarmning, dels som demonstrationsprojekter og dels som almindelige anlæg opført af private. (Ejby (reference [3]), m.fl.). Der foreligger således også systemgodkendte rumopvarmningsanlæg fra en del af fabrikanterne, som ligeledes har en løbende efterspørgsel efter denne type anlæg, blandt andet fra folk, som nødigt undværer rumopvarmning om sommeren (f.eks. varme i et badeværelsesgulv).

I de seneste år har der været en udvikling inden for brugsvandsanlæg gående ud på at opbygge og udnytte en maksimal stratificering i lagertanken.

Dette gøres blandt andet ved at køre med lille flow i solfangerkredsen (low flow anlæg). Ydelserne af brugsvandsanlæggene kan i visse tilfælde forbedres op til 20 % med denne strategi ligesom anlægsprisen kan gøres mindre (reference [4],[5],[6]).

Det har været naturligt at prøve at indpasse den nye viden om stratificering i design af anlæg til både rumopvarmning og brugsvandsopvarmning, med henblik på at forbedre disses ydelse.

Da de hidtidige erfaringer og projekter med kombinerede brugsvands- og rumopvarmningsanlæg har været temmelig sporadiske, har det endvidere været ønskeligt at prøve at udarbejde en oversigt over i hvilke tilfælde kombinerede rumopvarmning/brugsvandsanlæg har størst mulighed for at finde anvendelse. Dette set dels ud fra et rentabilitets synspunkt, men også set ud fra et synspunkt om at udføre anlæg med høj dækningsgrad. (D.v.s. anlæg,hvor en stor del -"dækningsgraden" - af energiforbruget dækkes med solvarme, medens den resterende del leveres af en supplerende varmekilde).

Sidstnævnte synspunkt kan formentlig blive mere og mere aktuelt set i lyset af de seneste års debat om nødvendigheden af at nedbringe det globale energiforbrug (inspireret af Brundtlandrapporten m.fl.).

Selvom kombinerede anlæg med stor dækningsgrad i øjeblikket vil være mindre rentable end rene brugsvandsanlæg eller kombinerede anlæg med lille dækningsgrad, kan udviklingen således godt gøre disse anlæg interessante fremover.

Oversigten over anvendelsen af kombinerede anlæg er udført ved at analysere en række forskellige anvendelser af kombinerede anlæg (f.eks. nybyggeri, lavenergi, el-opvarmede huse med mere), samt en række forskellige systemløsninger.

Analyserne er udført ved hjælp af solvarme simuleringsprogrammet EMPG3. Ved hjælp af analyserne er der udpeget de anvendelser og systemudformninger som i første omgang er mest interessante.

Ved en udbygning med kombinerede solvarmeanlæg vil det således være fornuftigt at koncentrere indsatsen indenfor anvendelsen af disse systemer.

Da ét af de analyserede systemer er en nyskabelse i forhold til hidtil opførte anlæg er der på Laboratoriet for Varmeisolerings forsøgsareal opstillet og afprøvet et forsøgsanlæg.

Der analyseres ikke i projektet på anlæg der er integreret i bygningsudformningen (f.eks. i form af at benytte et betongulv med gulvvarmeslanger som varmelager). Disse systemer (jvf. f.eks. reference [9]) kan udformes på utallige måder, og vil ved rigtig udformning formentlig i nybyggeri være interessante. Et nærmere studie af disse ligger dog udenfor dette projekt.

1.1 Konklusion

En oversigt over de hidtil udførte projekter med solvarmeanlæg til kombineret opvarmning af varmt vand og rumopvarmning er angivet i bilag 1 og beskrevet i kapitel 2.

De anlægstyper der i dette projekt er analyseret nærmere er:

- "Udvidet" brugsvandsanlæg, - low flow brugsvandsanlæg med varmeveksler i toppen af varmtvandsbeholderen, der leverer varme til rumvarme om sommeren, og som med varmetilførsel fra fyret benyttes til eftervarmning af det varme vand om vinteren.

- System med low flow og med radiator kreds tilsluttet varmtvandsbeholderens kappe. Systemet kan udvides med en ekstra lagerbeholder. Systemet forsøger at udnytte temperaturstratificeringen optimalt og kan med fordel udføres med drain back i solfangerkredsen (ved drain back tømmes solfangerne for væske når solfangerne ikke er i drift, systemet kan således udføres uden glucol i solfangerkredsen). I rapporten kaldes systemet for "drain back" systemet.
- System med separat varmtvandsbeholder. Systemet kan f.eks benytte den eksisterende varmtvandsbeholder og kan være ønskeligt at udføre ved bebyggelser med et centralt varmeanlæg.

Det "udvidede" brugsvandsanlæg og drain back systemet er analyseret dels hvor varmen til rumopvarmningen tilføres hele husets radiatorsystem og dels hvor der etableres en separat radiator der kun afgiver varme fra solvarmeanlægget.

Ovennævnte anlægstyper er analyseret i forhold til et low flow anlæg kun til brugsvandsopvarmning. Systemerne er udvalgt ved at gennemgå erfaringerne med tidligere anlæg. Der vil være mange andre udformninger af kombinerede anlæg til rumopvarmning og opvarmning af brugsvand der vil være mulige, men mange af disse vil kunne beskrives som varianter af ovennævnte typer.

Det "udvidede" brugsvandsanlæg markedsføres i dag af en fabrikant, medens drain back systemet er udformet i dette projekt, som et forslag til et anlæg med forbedrede ydelser.

Ovennævnte anlægstyper er analyseret i forhold til en række anvendelser. Disse er:

- Eksisterende olie- eller naturgasfyrede enfamiliehuse.
- Enfamiliehuse med el-opvarmning
- Enfamiliehuse med lagring af nat-el (udnyttelse af tripletariffen)
- Nybyggeri, enfamilie-lavenergihuse
- Nybyggeri med fælles varmecentral
- Store anlæg (institutioner og boligejendomme)

Økonomien for de forskellige systemer ved de forskellige anvendelser er analyseret ved at beregne anlæggenes ydelser og værdien af den dermed forbundne energibesparelse.

Derefter er anlæggets "tilladelige" anlægspris, d.v.s den pris anlægget må koste, hvis det skal have samme økonomi som et rent brugsvandsanlæg, beregnet. Denne er sammenlignet med prisen for et anlæg kun til brugsvandsopvarmning samt med overslag over hvad merprisen for det analyserede system vil være i forhold til et rent brugsvandssystem. Hermed kan det vurderes om anlægget vil have bedre eller dårligere økonomi end de anlæg kun til brugsvandsopvarmning som efterspørges hos producenterne i dag. En oversigt over en del af ovennævnte sammenligninger er angivet i Tabel II.

Det fremgår af beregningerne at der for et "normalhus" (årligt varmeforbrug 14.000 kWh) kan forventes god økonomi både for et 6.45 m² og for et 8.3 m² anlæg ved de fleste systemer og anvendelser, når der er tale om at substituere el med solvarme.

For olie eller naturgasfyrede "normalhuse" kan drain back systemet opnå en økonomi der er bedre eller lige så god som et rent brugsvandsanlæg.

3

Af de to anlægsstørrelser (på 6.45 m² og på 8.3 m² solfanger) er det lille anlæg der har bedst mulighed for god økonomi. Ønskes anlæg med større dækningsgrad end hvad 6.45 m² anlægget kan levere er det et større drain back system, der er bedst. Et sådant anlæg har ikke væsentligt dårligere økonomi end 6.45 m² anlægget.

For lavenergihuse vil der kun kunne opnås god økonomi hvis der er el-backup i huset.

Systemet med den separate varmtvandsbeholder har ikke muligheder for så god økonomi. Dette system ville ellers måske være relevant ved systemer for flere beboelser jvf. afsnit 4.6. En udtømmende analyse heraf er imidlertid ikke foretaget så andre forhold end de medtagne kan måske ændre vurderingen.

Det er også blevet analyseret om det kan betale sig at benytte en højeffektiv solfanger med ekstra teflon dæklag. Dette forbedrer anlæggets ydelse, men gør samtidig anlægget dyrere. I de analyserede tilfælde er det konkluderet, at det ikke kan betale sig.

Det anlæg der er blevet afprøvet på Laboratoriets forsøgsareal er en forsøgsudgave af drain back systemet.

Der er blevet målt på anlægget således at funktionen og ydelsen har kunnet vurderes. Ud fra målingerne kan det ses at anlægget har fungeret uden problemer og med god temperaturstratificering. Ligeledes har solfangerkredsens drain back funktion fungeret efter hensigten og uden problemer.

Anlægstypen, som er den type der ifølge beregningsanalyserne har den bedste ydelse og økonomi, vil således være et godt bud på, hvorledes kombinerede anlæg til brugsvand og rumopvarmning kan udføres med udnyttelse af de nye erfaringer med hensyn til temperaturstratificering og low flow. Ved at benytte drain back i solfangerkredsen er problemet med kogning i solfangerkredsen, som især kan forekomme ved systemer med en lidt større dækningsgrad, samtidig løst.

Da anlægget er en nykonstruktion vil der imidlertid være behov for at afprøve et prototypeanlæg i et eksisterende hus før anlægget eventuelt forsøges markedsført.

4

2 Hidtidige arbejder i Danmark vedrørende aktive solvarmeanlæg til rumopvarmning

En oversigt over hidtidigt udførte projekter indenfor området aktive solvarmeanlæg til rumopvarmning er angivet i bilag 1. I bilaget er angivet bevillingsstørrelser og projektudførende. Nedenfor gives en beskrivelse af indholdet af de pågældende projekter.

2.1 Beskrivelse af enkeltprojekter

Demonstrationsanlæg i Greve og Gentofte (reference [2])

Anlæggene i Greve og Gentofte er 2 ud af 8 af de første demonstrationsanlæg som blev opført i 1978 som led i Energiministeriets solvarmeprogram. Anlæggene er på henholdsvis 50 m² solfanger (Greve) og på 28 m² solfanger (Gentofte). Opbygningen af anlæggene fremgår af Figur 1 og Figur 2 (side 9 og side 10).

Der blev målt på anlæggene i 2 år og målingerne blev sammenlignet med beregninger med simuleringsmodellen SVS der var blevet udviklet på Laboratoriet for Varmeisolering. Der blev endvidere med edb-modellen foretaget et grundigt analysearbejde med henblik på at afklare betydningen af en lang række anlægsparametre.

Begge anlæg bar ligesom demonstrationsprogrammets øvrige første generationsanlæg præg af at være overdimensionerede. Den sparede energimængde ved anlægget i Greve var således i det andet måleår på 107 kWh/m² solfangerareal medens den i Gentofte var på 174 kWh/m² solfangerareal med dækningsgrader på henholdsvis 28 % og 14 %.

Endvidere påviste beregninger og målinger at forbrugsmønstret samt varmesystemets udformning i det pågældende hus er meget afgørende for anlæggets ydelse. Som konsekvens af dette blev der foreslået en ny systemløsning med en separat radiator som udelukkende får varme fra solvarmesystemet, idet dette i væsentlig grad kunne forhindre driftsproblemer samt forøge anlæggets ydelse ved at sænke returtemperaturen fra radiatoren.

Ovenstående er grundigt rapporteret i en rapport hvis konklusioner i væsentlig grad må anses for grundlæggende for emnet og også gældende i dag.

Anlæg til rumopvarmning (Ejby) (reference [3])

Energiforskningsprogrammets næste demonstrationsprojekt indenfor rumvarme blev opført på et parcelhus i Ejby i 1984.

Anlægsopbygningen fremgår af Figur 3 og Figur 4, (se side 11 og 12). Der er 17.3 m² solfanger og en lagertank på 735 liter. Der blev anvendt en systemløsning med separat radiator og i solfangerkredsen blev der benyttet drain back for at undgå kogningsproblemer.

Der blev målt på anlægget i et år. Den målte ydelse var lille, idet der kun blev målt en ydelse på 152 kWh/m² pr. år med en dækningsgrad på 25 %. Den lille ydelse tilskrives hovedsagelig

at også dette anlæg var overdimensioneret i forhold til forbruget. Der var dog også en del problemer med at få anlæggets solvarmekreds (drain back system) til at fungere.

Udvikling af konkurrencedygtige solvarmeanlæg til kombineret brugsvand- og rumopvarmning (dette projekt)

Projektet bygger på erfaringerne fra de øvrige projekter.

Solvarmeanlæg med dual varmelager & sol til el-opvarmede boliger (reference [7] og [8])

Projekterne omhandler et solvarmeanlæg til brug i el-opvarmede huse.

I førstnævnte projekt er der blevet opbygget en lagertank som både kan benyttes til lagring af solvarme og til lagring af varme fra en elpatron således at der kan gemmes varme fra om natten, hvor elpatronen kan benytte den billige nat-el, til om dagen.

Lagertanken er blevet funktionsafprøvet ved Laboratoriet for Varmeisolering. Opbygningen fremgår af Figur 5, (se side 13).

I sidstnævnte projekt er der blevet målt på et solvarmeanlæg med den afprøvede lagertank opsat i et hus i Favreholmvænget i Hillerød. Ydelsen af solvarmeanlægget har været 226 kWh/m² pr. år, og ved en forenkling af anlægget ville tilbagebetalingstiden have været 10 år.

Ydelsesmålinger på sol-rumvarmeanlæg (reference [9])

I projektet er der blevet målt på et solvarmeanlæg kombineret med en storbrændekedel til opvarmning af et 257 m² hus i Øster Hornum ved Støvring.

Både solvarmeanlæg (16.6 m²) og brændekedel lagrer varme i husets tunge konstruktion via et gulvvarmesystem. Den eneste lagringsbeholder der er til solvarmeanlægget er således varmtvandsbeholderen på 200 l.

Opbygning af systemet fremgår af Figur 6, (se side 13).

Der er målt på systemet i 3 år og ydelsen af solvarmeanlægget har for de 3 år været henholdsvis 393, 355 og 247 kWh/m² med dækningsgrader på 29, 28, og 23 %.

Anlægget har fungeret efter hensigten og økonomien har været tilfredsstillende, idet solvarmeanlægget (excl. merudgifter til husets tunge konstruktion) har været meget billigt.

Nyt lagrings og styringsprincip for mindre, kombinerede anlæg (reference [10])

Anlægget er på 13 m² solfanger i kombination med en lagertank til brugsvand. Anlægsopbygningen fremgår af Figur 7 (se side 14), og er i princippet et udvidet brugsvandsanlæg.

Der har været målt på anlægget i 45 uger i 1988. Ud fra målingerne er der beregnet en årlig anlægsydelse i referenceåret på 345 kWh/m², hvilket er tilfredsstillende.

Den foreliggende rapport er en foreløbig målerapport uden anlægsbeskrivelse.

Solvarmeanlæg til varmt brugsvand og rumopvarmning på Bornholms Folkehøjskole (reference [11])

Anlægsopbygningen fremgår af Figur 8, (se side 14).

Anlægget kan i princippet betegnes som et solvarmeanlæg med korttidslager til fjernvarme, idet opvarmningen af brugsvandet og rumopvarmningen ikke er adskilt, men sker via de samme (fjern)varmeledninger.

Det forsøges således ikke via anlægsopbygningen at opnå lave driftstemperaturer for solvarmen. I stedet benyttes højeffektive solfangere.

Der bliver målt på anlægget, men rapport foreligger endnu ikke.

Måleprojekt for solvarme-naturgasanlæg i lavenergihus (reference [12])

Anlægget er et af de prisbelønnede anlæg i idékonkurrencen om varmeanlæg til lavenergihuse udskrevet af Teknologirådet i 1988. Anlægsopbygningen fremgår af Figur 9 (se side 15), solfangeren er på 4,4 m². Anlægget er blevet opført og der foretages målinger på det.

Målinger på solvarmeanlæg til rumvarme og brugsvand (for Ringsted Energicenter) (reference [13])

Anlægsopbygningen er vist på Figur 10, (se side 15). Der er 8.6 m² solfanger og en lagerbeholder på 380 liter. Anlægget må betegnes som et udvidet brugsvandsanlæg.

Der er målt på anlægget i juni-juli 1989. Det er på basis af målingerne ikke muligt at give et eksakt bud på anlægsydelsen, men der er konstateret unødige varmetab formentlig som følge af selvcirkulation.

2.2 Generel vurdering af de opnåede erfaringer fra de gennemførte projekter.

De første demonstrationsprojekter (Greve, Gentofte og Ejby) var præget af ønsket om store dækningsgrader (50, 28 og 17 m² solfanger).

Konceptet har været anlæg med specialbyggede lagertanke svarende til de store solfangerarealer.

Generelt kan siges om disse anlæg.

- at solfangerarealerne har været så store at udbyttet pr. m² solfanger er for lille fordi anlæggene er overdimensionerede om sommeren.
- at de specialbyggede lagertanke med indbygget varmtvandsbeholder vil være for dyre at producere i de mængder der vil være realistiske i Danmark.
- at anlægsopbygningerne har været for komplicerede med deraf følgende fejl funktioner.

7

Demonstrationsprojekterne har da således heller ikke dannet prototype for markedsførte anlæg. Derimod har det teoretiske arbejde omkring Greve og Gentofte-anlæggene skabt grundlag for det videre arbejde med rumopvarmningsanlæg.

Efter de ovennævnte projekter har der været målt på forskellige anlæg der i princippet har haft forskellige anvendelser og sigte.

Et anlæg har været beregnet til anvendelse i el-opvarmede huse og sigter på også at kunne lagre billig nat-el i solvarmeanlæggets lagertank ("Solvarmeanlæg med dual varmelager" og sol til elopvarmede boliger").

Et andet anlæg er opført på et hus med tung gulvkonstruktion og gulvvarme således at gulvet virker som varmelager ("ydelsesmålinger på sol - rumvarmeanlæg). Endvidere er der blevet målt på anlæg som i princippet er udvidede brugsvandsanlæg (Ans Solvarme og Ringsted Energicenter).

Der er imidlertid ikke målt på de typer anlæg til rumopvarmning, som rent faktisk produceres og forhandles i dag. (I princippet brugsvandsanlæg med nogle få ekstra m² solfanger, som også levere varme til rumopvarmning hovedsageligt om sommeren.)

Det er endvidere karakteristisk for rumvarmeanlæg, at ydelsen er afhængig dels af rumopvarmningsbehovet (som kan være meget forskelligt afhængigt af hus og brugervaner), samt af rumopvarmningssystemet i huset især med henblik på hvilke returtemperaturer dette leverer.

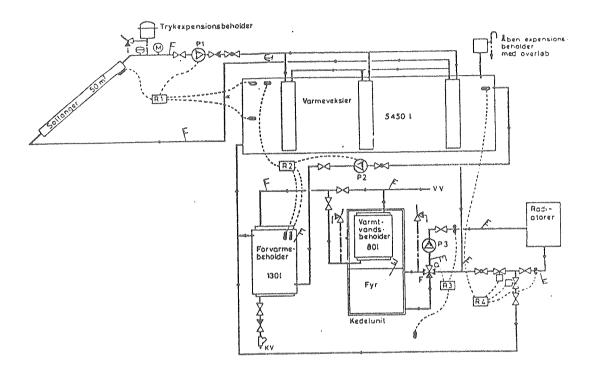
Fælles for ovennævnte projekter er, at det er vanskeligt at drage generelle konklusioner vedrørende rumopvarmningsanlæg.

I store træk kan udviklingen indenfor aktive solvarmeanlæg til rumopvarmning således på baggrund af foranstående opsummeres således:

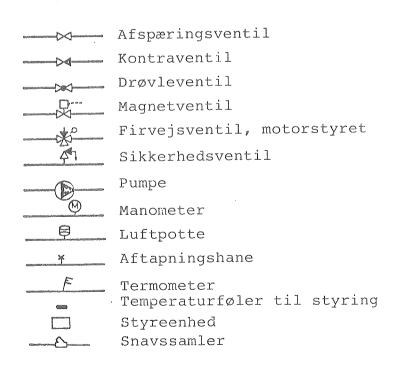
- 1. Solvarmeanlæg til rumopvarmning har måttet gennemgå samme "lære" som solvarmeanlæg til brugsvandsopvarmning
 - De skal udføres så enkle som muligt
 - de skal dimensioneres så præcist som muligt til varmebehovet
 - de skal udnytte muligheden for temperaturstratificering optimalt

I modsætning til brugsvandsanlæggene har der dog ikke udviklet sig en velafprøvet og veldokumenteret praksis for anlægsudformning.

- 2. Forskellige rumopvarmningsprojekter har været udført. Nogle af disse har haft udmærkede resultater men det er vanskeligt at sætte disse resultater ind i en generel sammenhæng.
- 3. En del af fabrikanterne har udviklet systemløsninger som forhandles i et forholdsvis stort omfang på grund af efterspørgsel fra kunderne. Disse systemløsninger ser ud til at være fornuftige, men der foreligger ikke målinger på anlæggene.

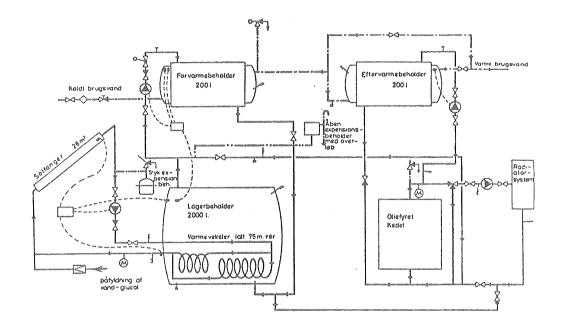


Principdiagram over varmeanlægget i Greve.

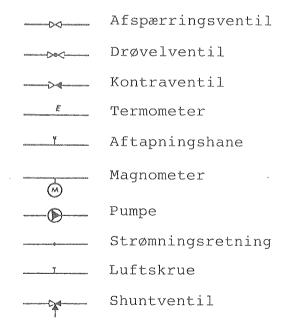


Figur 1 Principdiagram. Demonstrationsanlægget i Greve.

9

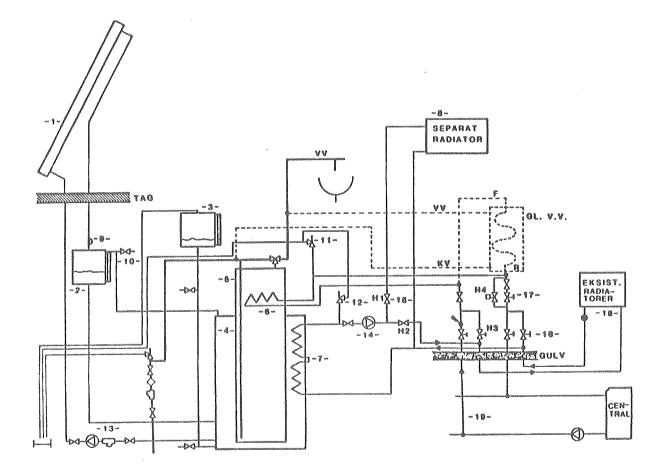


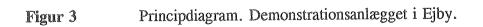
Principdiagram over anlægget i Gentofte.

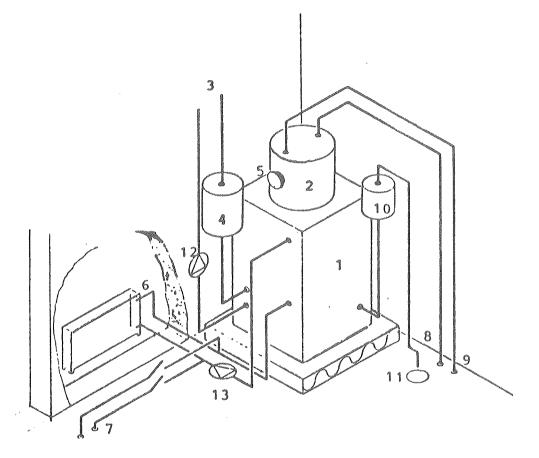


Figur 2 Principdiagram. Demonstrationsanlægget i Gentofte.

10

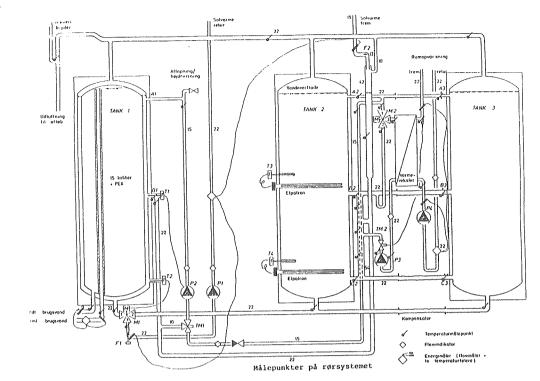






- 1. Varmeakkumuleringstank
- 2. Neddykket varmtvandsbeholder
- 3. Rørforbindelser til solfangerne
- 4. Plaskebeholder
- 5. Eftervarmning af brugsvand (fjernvarme/alternativt el)
- 6. Separat varmeafgiver med blæser
- 7. Afbrydelig forbindelse til de eksisterende radiatorer
- 8. Koldtvandstilgang
- 9. Varmt vand
- 10. Åben ekspansionsbeholder
- ll. Gulvafløb
- 12. Pumpe i solfangerkreds
- 13. Pumpe i varmekreds

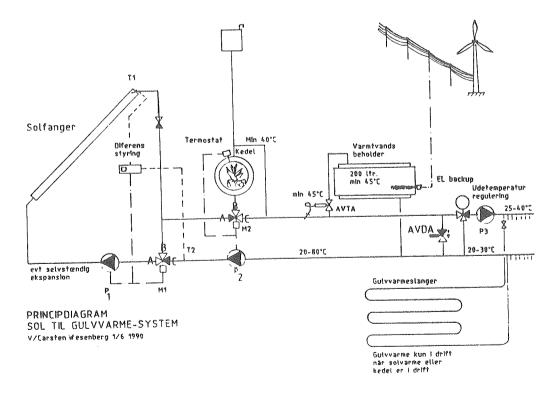
Figur 4 Demonstrationsanlægget i Ejby. Opbygning i bryggers.





Figur 6

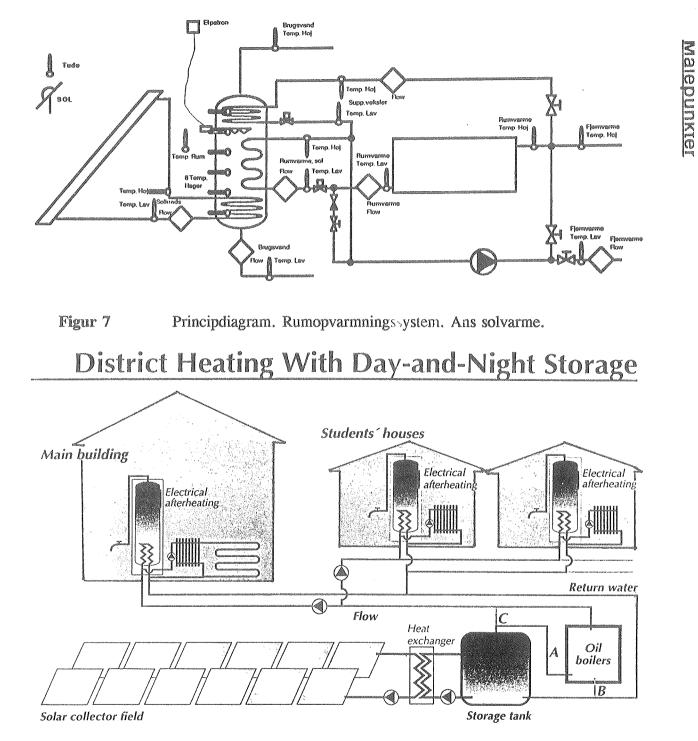
Solvarmeanlæg med dual værmelager (lagring af nat-el)



Principdiagram. Sol til gulvvarme-system.

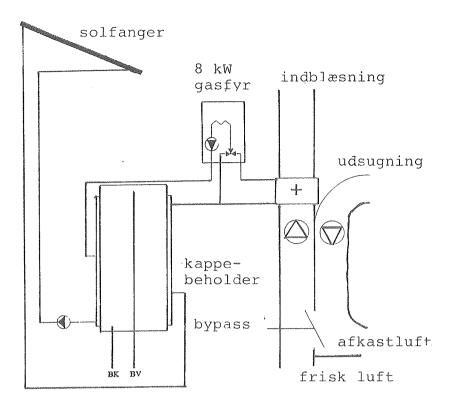
ANS 88

Mågevej 19, Ans v. Lars Christiansen

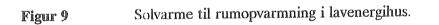


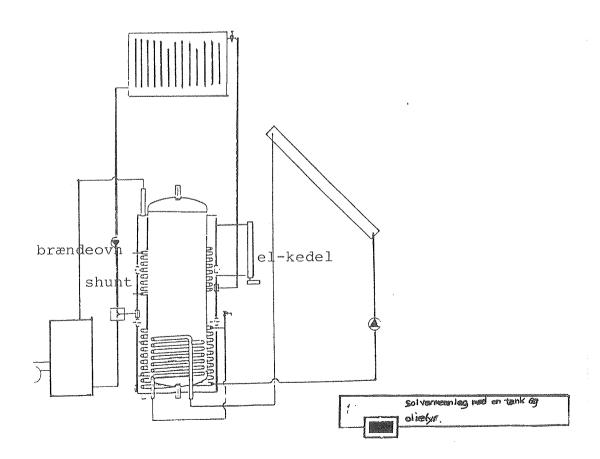
Figur 8

Solvarmeanlæg ved Bornholms Folkehøjskole.



Naturgas/solvarme anlæg med luftbåren versefordeling





3 Systemløsninger

Ved forskellige anvendelser af kombinerede anlæg, vil der måske være forskellige systemløsninger, som vil være mest hensigtsmæssige.

Der er udvalgt en række systemer som skønnes mest interessante at vurdere nærmere, og disse er så analyseret i forhold til en række anvendelser som er beskrevet i kapitel 4. Systemerne der er udvalgt er kun enkelte variationer af utallige mulige. De beregnede ydelser vil dog også ved mange variationer være repræsentative såfremt variationerne udføres fornuftigt og med respekt for anlæggets grundlæggende funktionsmåde samt naturligvis at anlæggene opføres i overensstemmelse med beregningsforudsætningerne.

Ved udvælgelsen af systemløsninger er der også skelet til hvilke systemløsninger der foreligger systemgodkendelse til fra Prøvestationen for Solvarmeanlæg. Der er dog kun et enkelt fabrikat der benytter low flow princippet i forbindelse med anlæg til rumopvarmning.

De analyserede systemløsninger er vist på Figur 11-Figur 18, (se side 24 og 27). På figurerne er kun angivet de principielle systemmæssige forhold. Disse er således absolut ikke udtømmende med hensyn til komponentbestykning m.m.

Ved de senere analyser af ydelserne for de forskellige systemløsninger ved forskellige anvendelser regnes der økonomi på den måde at rumopvarmningsanlæggenes økonomi sammenlignes med økonomien for solvarmeanlæg kun til brugsvandsopvarmning (se afsnit 4.2). For de forskellige systemløsninger er der derfor i dette kapitel angivet hvad de skønnede merudgifter til rumopvarmningsanlægget vil være i forhold til referencebrugsvandsanlægget (afsnit 3.2). Disse skøn er naturligvis kun vejledende, idet de forskellige forhold på installationstedet kan medføre store variationer. Priserne er skønnede ud fra reference [14] og reference [15].

Som nævnt i indledningen analyseres der i nærværende projekt ikke på anlæg der er integreret i bygningsudformningen (f.eks. i form af at benytte et betongulv med gulvvarmeslanger som varmelager).

3.1 Modelberegninger med EMGP3

Ved beregningerne af ydelserne for de forskellige systemløsninger er benyttet solvarmesimuleringsprogrammet EMGP3 (European Modelling Group Programme 3) (reference [16]).

Dette beregningsprogram er udviklet som en del af EF's solvarmeprojekter i et samarbejde mellem EF-landene. Selve programudviklingen er foretaget af professor W.L. Dutré ved universitetet i Leuven i Belgien.

Programmet er modulopbygget således at de solvarmeanlæg der simuleres kan sammensættes ud fra en lang række komponenter som findes i programmet (solfangerelement, rørelement, lagerelement o.s.v.). Programmet har gennemgået en omhyggelig validering således at hver komponent så vidt muligt er valideret for sig. Hvordan den modelmæssige opbygning af systemerne er foretaget er antydet på Figur 19-Figur 21 (se side 28 og 29), hvor systemernes beregningsmæssige opbygning er angivet. Udover selve systemkomponenterne påføres systemet en række eksterne funktioner (klimaparametre, opvarmningsforbrug, supplerende energi m.m.) samt en række "controlers" som styrer systemet og som svarer til termostater m.m. På Figur 19-Figur 21 er af hensyn til overskueligheden kun optegnet en del af systemelementerne (angivet med E()) og en del af de eksterne funktioner (angivet med Ex..). Figurerne kommenteres i øvrigt ikke videre, idet en detaljeret gennemgang af modelopbygningen og EMGP3 programmet lades ude af denne rapport (interesserede kan rette henvendelse til Laboratoriet for Varmeisolering).

3.1.1 Stratificering og low flow

Temperaturstratificering (d.v.s. det forhold at vand med forskellig temperatur og dermed forskellig massefylde lægger sig i forskellige lag i beholderen - det varmeste øverst) i varmtvandsbeholder og lagertank håndteres i programmet således, at tankene beregningsmæssigt deles op i flere dele. Når der tappes varme eller vand overføres der beregningsmæssigt varme fra den ene del til den anden. Dette er ikke en helt korrekt simulering af de virkelige forhold, hvor der ved tapninger snarere er tale om at temperaturskiftelag (grænsefladen mellem to lag med vand af forskellig temperatur) vandrer op og ned i beholderen.

Det er dog således at jo flere lag man opdeler lagerbeholderen i desto bedre kan man simulere forholdene korrekt. Mange lag i beholderen betyder imidlertid en forøgelse af regnetiden som i forvejen for de anlæg der er beregnet i dette projekt er på mellem ½ til flere timer. Hvor nøjagtigt man kan beregne anlæggene er således også et praktisk spørgsmål.

Man kan derfor ikke forvente helt korrekte beregningsresultater med modellen ved beregning af low flow anlæg, hvor det netop er meget væsentligt at kunne beregne de korrekte temperaturer og den korrekte lagdeling i tanken. Imidlertid findes der i dag ingen modulopbyggede simuleringsmodeller, som kan beregne low flow anlæg korrekt, hvorfor anvendelsen af EMGP3 har været den bedst fremkommelige vej.

Der er ved eksempler foretaget sammenligninger med den model til beregning af low flow anlæg som er udviklet på LfV. Hvor man ved low flow modellen i forhold til almindelige brugsvandsanlæg beregner merydelser på 10-15 % beregner man med EMGP3 modellen for brugsvandsanlæg merydelser på ca. 5 % når der regnes med et rimeligt (ca. 12) antal lag i lagerbeholderen. I de udførte beregninger er der af hensyn til regnetiden kun regnet med 5 lag i beholderne og ved at sammenligne disse beregninger med tilsvarende anlæg uden anvendelse af low flow princippet (d.v.s. normalt flow på 0.5 1/m² pr. minut og solfangerretur til bunden af lagerbeholderen) fås kun merydelser på f.eks 1 - 2 %. Det vurderes imidlertid at tendenserne ved beregningerne er korrekte, og at modellen godt kan benyttes til at sammenligne forskellige systemudformninger, men at beregningsresultaterne er i underkanten af det korrekte. (Dette opvejes måske så af at installationspraksis aldrig svarer til det optimale og derfor ofte vil forringe ydelserne).

3.1.2 Simulering af radiatorer

De beregnede systemer kan have varmeafgivere i form af radiatorer eller f.eks. i form af vand til luft varmevekslere indbygget i et ventillationssystem. Til en vis grad vil resultaterne også kunne anvendes når der indgår mindre gulvvarmesystemer (f.eks. i et badeværelsesgulv). Der er dog ikke taget hensyn til varmeakkumulering i bygningskonstruktioner eller til at fremløbstemperaturen skal sænkes ved gulvvarmesystemer. I systemdiagrammerne er der som varmeafgivere tegnet radiatorer. Dette kan således også være andre former for varmeafgivere. For eksisterende huse vil radiatorer måske i mange tilfælde være mest relevante.

I den måde EMGP3 modellen er benyttet ved beregningerne er varmeafgiverne simuleret med en konstant varmeoverføringskoefficient.

For radiatorer er dette ikke helt korrekt og da afkøling over radiatorer samt flow i radiatorkreds vil have stor betydning for solvarmeanlæggenes ydelse, er betydningen heraf undersøgt nærmere i bilag 2. Det konkluderes her at afvigelserne mellem de korrekte værdier for returtemperaturer efter radiatorer og de beregnede værdier vil være små.

Det må imidlertid pointeres kraftigt at de temperaturer og flow der fremkommer i simuleringerne er ideelle på den måde at de svarer til temperaturer og flow gennem én radiator reguleret med en radiatorventil. I praksis vil der ved flere radiatorer ofte være én eller flere, som er "kortsluttet", (f.eks. en åben radiator under et åbentstående vindue). Derved kan der ikke opnås den ideelle afkøling i radiatorsystemet, hvilket kan have meget stor betydning for solvarmeanlæggets ydelse . Såfremt der installeres et solvarmeanlæg til rumopvarmning må det således sikres at returtemperaturen fra radiatorerne holdes nede, f.eks. ved temperaturstyring af returtemperaturen.

3.1.3 Solfangere

Ved beregningerne anført i kapitel 4 er der benyttet solfangere med et lag glas og med selektiv belægning.

Den benyttede effektivitet er: (svarende til en ved Laboratoriet for Varmeisolering målt effektivitet på en typisk solfanger)

$$\eta = 0.78 - 4.4 \frac{Tm - Ta}{I} - 0.011 \frac{(Tm - Ta)^2}{I}$$

hvor:

ຳ:	Solfangerens effektivitet	
T _m :	Middeltemperatur af væske i solfanger	°C
Ta:	Udelufttemperaturen	°C
I:	Bestrålingsstyrke	W/m^2

I afsnit 4.8 er det vurderet at det ved de systemer der er analyseret i denne rapport ikke kan betale sig at benytte solfangere med et ekstra lag teflon, således som det kan betale sig ved solvarmeanlæg til fjernvarmeformål.

Ved vurderingen i afsnit 4.8 er for den højeffektive solfanger benyttet en effektivitet på:

$$\eta = 0,82 - 4.6 \frac{Tm-Ta}{I}$$

Den højeffektive solfanger har ifølge priseksempler en merpris i forhold til solfangeren uden teflon lag på 417 kr/m² solfanger.

Der er ved alle beregningerne regnet med en solfangerhældning på 45° mod vandret og med solfangeren orienteret mod syd.

3.1.4 Øvrige komponenter

Der er i beregningerne regnet med lagerstørrelser på ca 50 liter pr. m² solfanger. Heraf udgør den del af beholdervolumet, som indeholder brugsvandet minimum 200 liter. Beholderne regnes isoleret til rimelig standard med min. 100 mm. mineraluld.

Endvidere er rørlængder og varmetab fra rør samt øvrige komponenter vurderet for de forskellige anlægsudformninger og anlægsstørrelser.

I det følgende beskrives de analyserede systemer.

3.2 Anlæg kun til brugsvandsopvarmning (referenceanlæg)

Som reference for de beregnede anlæg (se senere i afsnit 4.2) benyttes et anlæg kun til brugsvandsopvarmning. Anlægget er vist på Figur 11, Figur 22, Figur 26, (se side 24, 32, 39).

3.3 "Udvidet brugsvandsanlæg"

3.3.1 "Udvidet brugsvandsanlæg" tilsluttet eksisterende radiatorer

Systemet er optegnet på Figur 12, (se side 24). Systemet har været foreslået af en fabrikant. Princippet går ud på ved billig udvidelse af brugsvandsanlægget, at kunne supplere energi til rumopvarmningsbehov.

Systemet består af et low flow anlæg med kappebeholder, hvori der i toppen er indsat en spiralvarmeveksler i forbindelse med fyret og husets radiatorsystem.

Når fyret er i drift (forår, vinter, efterår), opvarmes toppen af beholderen ved hjælp af oliefyret til temperaturen for det varme brugsvand er 55°C. Såfremt solfangeren kan bringe temperaturen i beholderen højere op leveres der også varme til radiatorerne.

Om sommeren slukker fyret og solvarmeanlægget leverer varme til det varme brugsvand og til opvarmningen. Det varme brugsvand eftervarmes til brugsvandstemperaturen af et elvarmelegeme i toppen af beholderen. Fordele: Billigt anlæg til rumopvarmning da der kun kræves ganske få ekstra komponenter i forhold til et brugsvandsanlæg.

Ulemper: Om sommeren er radiatorvarmevekslerens placering i toppen af beholderen med til at formindske temperatur stratificeringen.

Da der varmelagres i brugsvandet kan anlægget kun levere til mindre dækningsgrader af rumvarmebehovet for ikke at få lagervolumenet for stort i forhold til forbruget af brugsvand.

Udenfor sommerperioden kan der kun leveres varme til radiatorerne når temperaturen i beholderen er over brugsvandstemperaturen.

Systemet kan formentlig forbedres ved at indføre en varmeveksler mellem solfangerkredsen og radiatorkredsen således at der kan leveres varme til radiatorerne uden om varmtvandsbeholderen.

Når der ses bort fra low flow princippet svarer systemet i øvrigt til systemgodkendte anlæg fra flere fabrikanter.

Ekstrakomponenter og ekstraarbejder i forhold til brugsvandsanlæg (referenceanlægget Figur 11, Figur 22, Figur 26), (se side 24, 32, 39):

Anslået værdi for 6.45 m ² anlæg	
Komponent	Samlet arbejde
60 kr	175 kr
220 kr	500 kr
5 m	1250 kr
	500 kr
ialt	2425 kr
	Komponent 60 kr 220 kr

3.3.2 "Udvidet brugsvandsanlæg" tilsluttet separat radiator system

Fordelen ved dette system (vist på Figur 13, se side 25) er, at systemet kan levere varme hele året så snart beholdertemperaturen er varmere end returtemperaturen fra den separate radiator. Ydelsen bliver på denne måde højere, men til gengæld skal der investeres i en ny radiator eller varmeflade (f.eks. til indsættelse i ventilationssystemet) til brug for solvarmesystemet. Ideen med at benytte den separate radiator er beskrevet nærmere i reference [2] og [3].

I det viste system skal det varme brugsvand eftervarmes udenfor solvarmetanken for eksempel i en eksisterende varmtvandsbeholder eller i en gennemstrømningsvandvarmer.

Ekstrakomponenter og ekstraarbejder i forhold til brugsvandsanlæg (referenceanlægget Figur 11, Figur 22, Figur 26, se side 24, 32, 39) :

Forudsat at eksisterende varmtvandsbeholder benyttes

Komponenter	Anslået værdi Komponent	for 6.45 m ² anlæg Samlet arbejde
radiator/varmeflade radiatorventil pumpe rørtræk ekstra installationsarbejde	220 kr 150 kr 600 kr 10 m	570 kr 210 kr 1500 kr 1500 kr 500 kr
	i alt	4280 kr

3.4 Drain back system

Systemdesignet, som er vist på Figur 14 (se side 25), er fremkommet som et resultat af overvejelserne under dette projekt.

Der lagres primært i brugsvandsbeholderen, men hvis anlægget bygges til større dækningsgrader vil brugsvandsvolumenet være for lille. Systemet kan da udbygges som vist på figuren med en ekstra lagerbeholder.

Systemet er udformet så det så vidt muligt udnytter temperaturstratificeringen optimalt.

Ved at udføre solvarmeanlægget som drain back system kan dette formentlig i nogle tilfælde udføres så der undgås varmeveksling mellem solfangerkredsen og radiatorkredsen.

Systemet er afprøvet under nærværende projekt, hvilket beskrives i kapitel 5.

I modelarbejdet er der gennemgået to tilfælde. I begge tilfælde forudsættes returledningen fra radiatorerne at komme ind i bunden af beholderen, men i det ene tilfælde forudsættes beholderens temperatur ud for indløbet af returledningen at antage dennes temperatur. I det andet tilfælde antages returledningens vand at fordele sig til det højdeniveau i tanken der har samme temperatur som returledningen. Beregningsmæssigt var der størst ydelse ved det sidste system, men da forskellen var lille er der kun angivet resultater for det ene system (det første).

Endvidere er der regnet på systemet tilsluttet et radiatorsystem hvor der udføres supplerende opvarmning i kredsen (tilsluttet husets radiatorsystem), samt et system hvor der ikke udføres supplerende opvarmning (med separat radiator eller varmeflade).

Ekstrakomponenter og ekstraarbejder i forhold til brugsvandsanlæg (referenceanlægget Figur 11, Figur 22, Figur 26 se side 24, 32, 39) :

Komponenter eventuel ekstra lagerbeholder 3 afspærringsventiler rørtræk ekstra installationsarbejde eventuelt ekstra varmeveksler		for 6.45 m ² anlæg Samlet arbejde 2000 kr 175 kr 1250 kr 500 kr 1000 kr
Ved drain back	i alt	1925 kr - 4925 kr
Spares: ekpansionsbeholder glucol	250 kr 100 kr i alt	750 kr 100 kr 850 kr
Ekstra: Tømmebeholder Eventuel frostbeskyttelse af solfangerrør (styring el. varmetråd).	200 kr i alt	700 kr 1000 kr 700 kr - 1700 kr

3.5 System med termisk adskilt rumvarmebeholder og varmtvandsbeholder

Systemet er vist på Figur 15 (se side 26). Systemet kunne være velegnet hvor solvarmelagerbeholderen ikke kan anbringes umiddelbart op ad varmtvandsbeholderen som for eksempel i bebyggelser med et centralt solvarmelager der forsyner flere boliger. (se Figur 16, Figur 17 og Figur 18, side 26 og 27).

For mindre dækningsgrader vil ydelsen være meget afhængig af at der sikres lav returtemperatur fra varmtvandsbeholderen til lagerbeholderen. Dette kan i praksis formentlig være vanskeligt at udføre effektivt.

Ekstrakomponenter og ekstraarbejder i forhold til brugsvandsanlæg (referenceanlægget Figur 11, Figur 22, Figur 26 (se side 24, 32, 39):

Komponenter		or 6.45 m ² anlæg Samlet arbejde
ekstra lagerbeholder termostatisk reguleringsventil	300 kr 390 kr	2000 kr 460 kr
rørtræk ekstra installationsarbejde	5 m i alt	1250 kr 500 kr 4210 kr

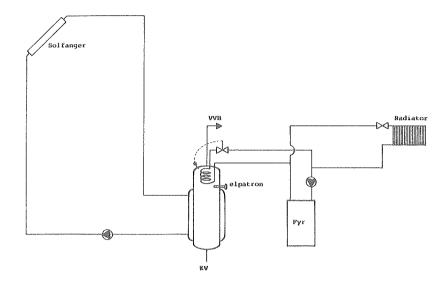
1

23

Spares: I mange⁻tilfælde vil den eksisterende VVB kunne benyttes

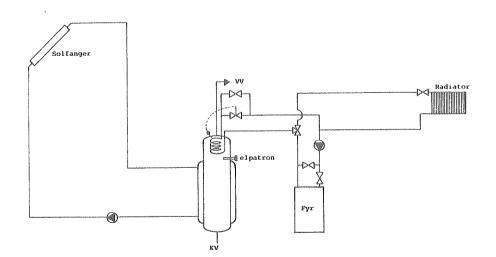
Ved drain back

Spares: ekpansionsbeholder glucol	250 kr 100 kr i alt	750 kr 100 kr 850 kr
Ekstra: Tømmebeholder Eventuel frostbeskyttelse	200 kr	700 kr
af solfangerrør (styring el. varmetråd).	i alt	1000 kr 700 kr - 1700 kr

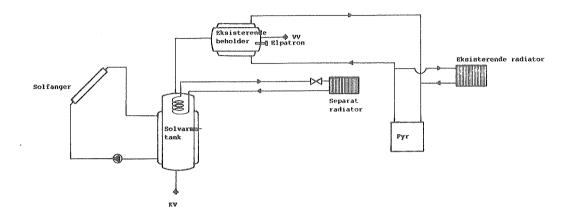


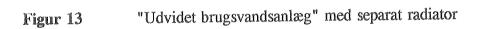
Figur 11 Solvarmeanlæg kun til brugsvandsopvarmning.

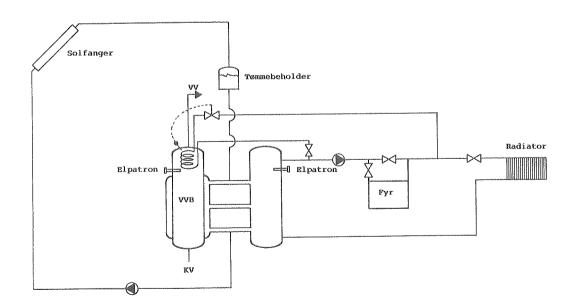
Ľ



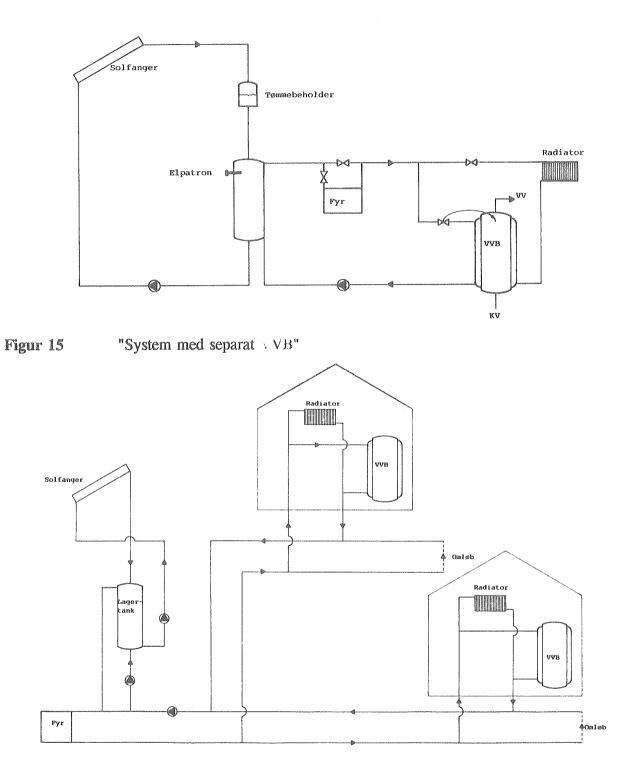
Figur 12 "Udvidet brugsvandsanlæg" tilsluttet husets radiatorsystem







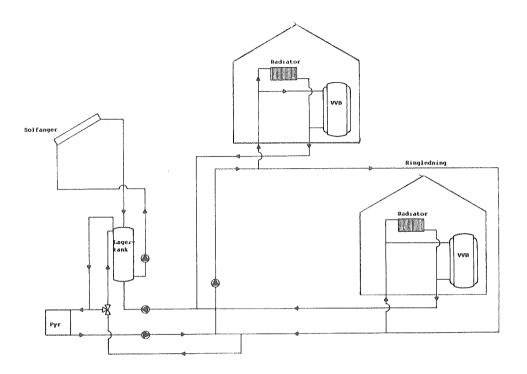
Figur 14 "System med drain back" tilsluttet husets radiatorsystem



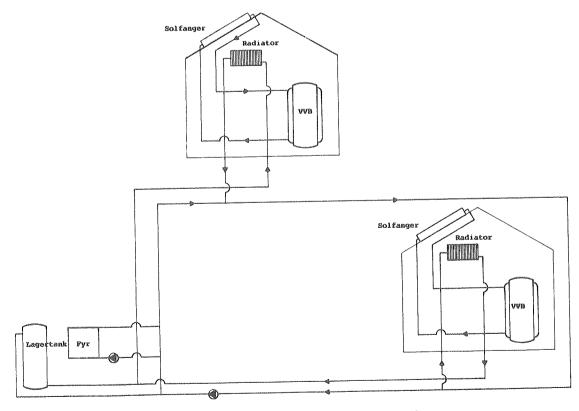
Figur 16 Fjernvarmesystem med centralt solvarmeanlæg.

ŧ

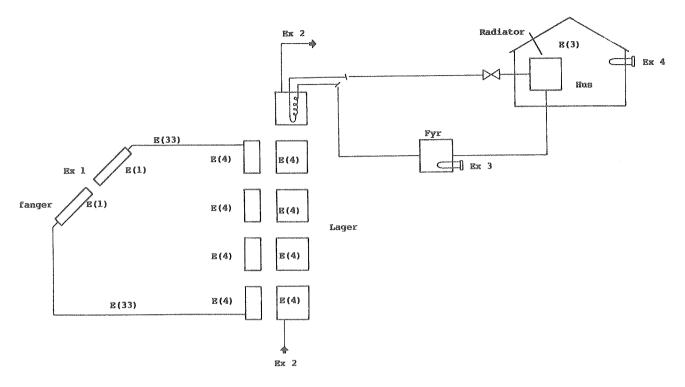
t



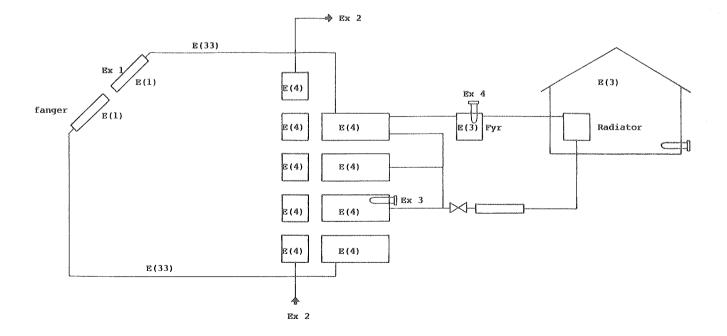
Figur 17 Fjernvarmesystem med centrait solvarmeanlæg der udnytter lav returtemperatur.

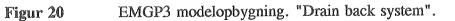


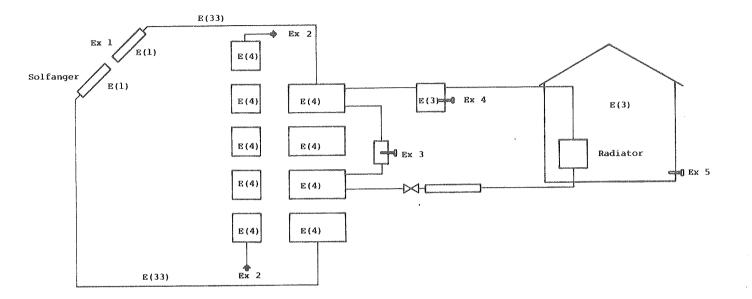
Figur 18 Fjernvarmesystem med decentrale solvarmeanlæg.



Figur 19 EMGP3 modelopbygning "udvidet brugsvandsanlæg"







Figur 21 EMGP3 modelopbygning. "Drain back system med lagring af nat-el".

٠.

4 Kombinerede solvarmeanlæg til rumopvarmning og brugsvandsopvarmninganvendelsesmuligheder

Ved de først udførte projekter med kombinerede solvarmeanlæg har der ikke været udført nogen systematisk vurdering af ved hvilke anvendelser kombinerede solvarmeanlæg vil være mest fordelagtige. Ved de tidligere demonstrationsprojekter har man især interesseret sig for én anvendelse, nemlig et slags "standard" parcelhus opvarmet med olie - eller gasfyr.

Imidlertid kan rentabiliteten og systemdesignet være noget afhængige af hvor anlægget anvendes, hvorfor der nedenfor er forsøgt udpeget nogle anvendelser som ud fra forskellige kriterier kan være interessante at undersøge nærmere.

4.1 De forskellige anvendelsesmuligheder som diskuteres nærmere er:

- 1. Eksisterende olie- og naturgasfyrede enfamiliehuse. (afsnit 4.3)
- 2. Eksisterende enfamiliehuse med el-opvarmning. (afsnit 3.5, 4.4)
- 3. Nybyggeri, enfamiliehuse, lavenergi. (afsnit 4.5)
- 4. Nybyggeri med fælles varmecentral. (afsnit 4.6)
- 5. Institutioner, for eksempel plejehjem, hvor der er opvarmningsbehov hele sommeren. (afsnit 4.7)

4.2 Anlægsøkonomi - Sammenligning med brugsvandsanlæg

Der er i rapporten regnet økonomi på den måde at priser og ydelser for et solvarmeanlæg til kombineret rumopvarmning og brugsvand er relateret til et solvarmeanlæg kun til brugsvand.

(Ydelserne for et solvarmeanlæg kun til brugsvandsformål er til sammenligningsformål angivet i Tabel III.)

Dette er gjort for at opnå en økonomisk vurdering, som er forholdsvis uafhængig af markedssvingninger på anlægskomponenter, støtteordninger samt priser for supplerende energi.

Rapportens konklusion vil således kunne benyttes til at angive om det i nogle tilfælde vil være mere rentabelt at opføre et anlæg til både brugsvand og rumopvarmning end et anlæg kun til brugsvandsopvarmning. Som referenceanlæg for parcelhuse er benyttet et brugsvandsanlæg på 6,45 m² (svarende til 3 solfangerpaneler). Et anlæg på 4.3 m² (2 solfangerpaneler) vil dog have næsten samme økonomi. Økonomiberegningerne er angivet i Tabel I.

Tabel I Økonomi af brugsvandsanlæg.

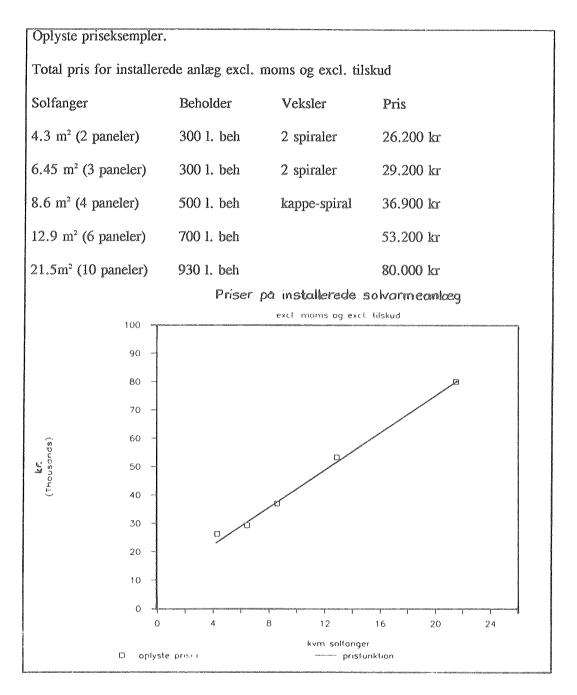
Reference brugsvandsanlæg

Brugsvandsforbrug	150 l/døgn ~	2500 kWh/år
	4,3 m²	6,45 m²
Leveret solvarme	1450 kWh/år	1700 kWh/år
Sparet tomgangstab (400 W i 18 uger) Sparet energi	<u>1210 kWh/år</u> 2660 kWh/år	<u>1210 kWh/år</u> 2910 kWh/år
Supplerende el sommer	96 kWh/år	26 kWh/år
Olie ekvivalent af supplerende el (x 1,7)	164 kWh/år	44 kWh/år
Sparet energi (olie ekvivalent) -	2660 <u>164</u> - 2500 kWh/år	2910 <u>44</u> 2870 kWh/år
Anlægspris (ex. moms ex. tilskud)	26.200 kr.	30.300 kr.
Anlægspris pr. sparet energi (ex. moms ex. tilskud)	10,5 kr./kWh/år 1	0,6 kr./kWh/år

Ud fra oplyste priseksempler er skønnet en anlægspris på 30.300 kr. ex. moms og ex. tilskud (se Figur 22, se side 32).

Med et brugsvandsforbrug på 2550 kWh/år svarende til 150 liter/døgn vil dette anlæg yde 1700 kWh/år med en årlig dækningsgrad på 67 % og med en dækningsgrad i sommermånederne på op til 100 %.

Sådanne anlæg sælges der mange af og for et oliefyret hus hvor oliefyret slukkes i 18 uger om sommeren (der leveres således ikke varme til rumopvarmning om sommeren), vil økonomien se ud som angivet i Tabel I. (Der er ved alle vurderingerne set bort fra el til solfangerpumpen, dels



Figur 22 Priser på solvarmeanlæg til brugsvandsopvarmning. Priseksempler.

fordi elforbruget er forholdsvis beskedent, og dels fordi det antages at være nogenlunde ens for de forskellige systemer.)

Den sparede energi på 2870 kWh/år kan omregnes til besparelser i kroner ved at multiplicere med den aktuelle oliepris korrigeret for brændværdi samt fyrets virkningsgrad. Prisen for supplerende el er således modregnet ud fra den antagelse at el er ca. 1,7 gange så dyr som olieproduceret energi.

Ved at dividere anlægsprisen med energibesparelsen, fås i det benyttede brugsvandseksempel en anlægspris på 10.6 kr pr. sparet kWh.

4.2.1 Rumopvarmningsbehov

Ved bestemmelse af rumopvarmningsbehov om sommeren, f.eks. med beregningsprogrammer der simulerer husets varmeforbrug ud fra referenceårets klimadata vil der som regel være et vist forbrug til opvarmning i sommerperioden. Dette forbrug vil formentlig i nogle huse være reelt nok, såfremt der er tændt for radiatorerne i hele sommerperioden.

I praksis vil mange imidlertid lukke for radiatorerne om sommeren, og således i korte perioder acceptere lavere temperatur end de 21°C antaget i beregningerne.

Det er klart at forbrugsmønstret med hensyn til rumopvarmning om sommeren vil have stor betydning for solvarmeanlæg der leverer varme til rumopvarmning.

I det følgende er der derfor foretaget beregninger (i de efterfølgende tabeller (se nedenfor) angivet med A), hvor der er regnet med fuldt opvarmningsforbrug om sommeren, det vil sige at solvarmeanlægget (incl. el-back up) også hele sommeren sørger for at holde huset opvarmet til den ønskede temperatur.

Desuden er der foretaget beregninger hvor radiatoranlægget forudsættes slukket i hele sommerperioden (fra 4. juni til 1. september, i alt 13 uger) (i tabellerne angivet med B). De to beregningstilfælde må således forudsættes at være to ydertilfælde for de beregnede ydelser.

Da det har vist sig at forholdet mellem de beregnede ydelser i tilfælde A og B er nogenlunde konstant er der dog i mange af beregningstilfældene kun foretaget beregninger med fuldt opvarmningsbehov om sommeren (A), idet ydelserne uden opvarmningsbehov om sommeren vil kunne skønnes.

4.2.2 Anlægsøkonomi og ydelser - Tabeller

I tabellerne (Tabel IV - Tabel XIX) er angivet de beregnede brutto- og nettoydelser for de forskellige solvarmesystemer. Bruttoydelsen er den ydelse som solfangeren leverer til lagertanken medens nettoydelsen er den nyttiggjorte solvarme i systemet; det vil sige behovet for rumvarme og brugsvand, fratrukket det beregnede forbrug af supplerende energi. Forskellen mellem nettoog bruttoydelsen vil være lagerbeholderens (el-lagerbeholderens) varmetab.

I tabellerne er endvidere angivet de beregnede dækningsgrader for rumvarmen og brugsvandet (dækningsgraden er den procentdel af henholdsvis rumvarmebehovet og brugsvandsbehovet som dækkes af solvarme). Dækningsgraderne er angivet dels for hele året og dels for sommerperioder på henholdsvis 20, 16, 14 og 12 uger (eller 5, 4 og 3 måneder).

Formålet hermed er at kunne vurdere om det vil være hensigtsmæssigt at slukke et eventuelt oliefyr i sommerperioder for derved at kunne spare fyrets tomgangstab.

Ved hvilken dækningsgrad det vil kunne betale sig at slukke oliefyret og eventuelt gå over til at supplere med el-varmelegemer i solvarmesystemet afhænger af energipriserne samt størrelsen af fyrets tomgangstab.

Det er normal praksis at dimensionere rene brugsvandsanlæg til en sommerdækningsgrad på ca. 90 %.

I tabellerne er endvidere nederst angivet, hvad anlægsprisen for det kombinerede anlæg må være, når der som i eksemplet med brugsvandsanlægget regnes med en anlægspris på 10,6 kr pr. sparet kWh/år. De angivne anlægspriser fremkommer simpelthen ved at multiplicere de angivne energibesparelser (incl. sparet tomgangstab) med 10.6. (Eller for huse med el-back up med 18.02 ; se afsnit 3.5, 4.4).

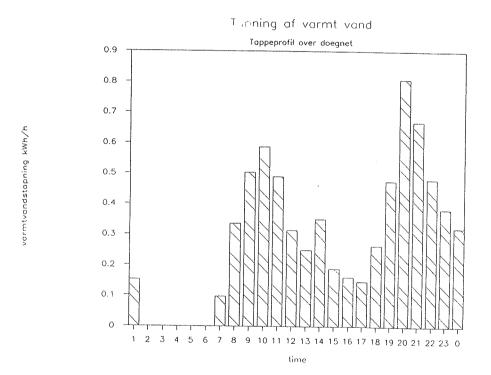
Endvidere er til sammenligning angivet hvad et solvarmeanlæg på samme solfangerareal kun til brugsvand koster - idet dette anses for den minimalt opnåelige anlægspris for et solvarmeanlæg i denne størrelse.

Såfremt der er en positiv forskel skulle denne så angive den merpris der er til rådighed for at modificere anlægget til et anlæg både til rumopvarmning og brugsvand såfremt der ønskes samme rentabilitet som for et normalt anlæg kun til brugsvand.

Tallene i tabellerne er ikke afrundet til nærmeste 10'ere eller 100'ere som de måske burde for ikke at give indtryk af større nøjagtighed i beregningerne og i de økonomiske forudsætninger end der er basis for. Det er imidlertid valgt at bevare samtlige cifre for bedre at give indtryk af tendensen i tallene.

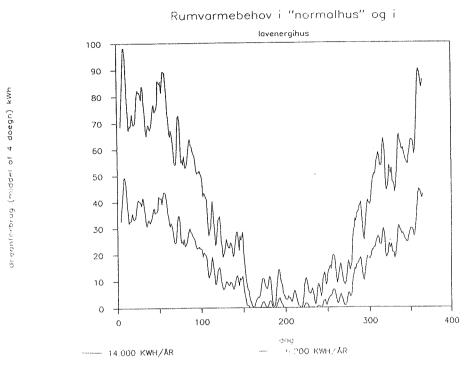
4.3 Eksisterende olie- eller naturgasfyrede enfamiliehuse med et rumopvarmningsbehov der ikke er lille

Der forudsættes et hus med et årligt rumopvarmningsbehov på 14.000 kWh (d.v.s et hus på ca 120 m² boligareal isoleret til standard BR 77, jvf. reference [17]). Brugsvandsforbruget forudsættes at være 2550 kWh/år (~ 150 l pr. døgn opvarmet fra 10°C til 50°C). I beregningerne benyttes et tappeprofil over døgnet som vist på Figur 23.



Figur 23 Tappeprofil, varmt brugsvand

Der forudsættes endvidere at være et eksisterende opvarmningssystem (for eksempel radiatorer). Solvarmesystemet forudsættes installeret og tilsluttet det eksisterende opvarmningssystem. I princippet vil alle de ovenfor gennemregnede anlægskonfigurationer kunne anvendes.



Opvarmningsbehovet over året er vist på Figur 24.

Figur 24 Opvarmningsbehov i "standardhus" og i lavenergihus.

I det følgende angives beregninger af ydelsen ved de forskellige anvendte systemløsninger.

4.3.1 "Udvidet brugsvandsanlæg" tilsluttet husets radiatorsystem

Ydelserne fremgår af Tabel IV.

Det fremgår af tabellen hvilken merydelse anlægget vil have i forhold til et rent brugsvandsanlæg (Tabel III).

Såfremt der benyttes et anlæg på 4.3 m² vil mulighederne for at få høje dækningsgrader på både brugsvandet, og på rumvarmebehovet om sommeren ikke være tilstede. Anlægget bør således dimensioneres større end et rent brugsvandsanlæg. Da anlægget imidlertid kun leverer varme til rumopvarmning om sommeren vil anlægget imidlertid heller ikke kunne gøres særligt stort, uden at det går væsentligt ud over ydelsen pr. m² solfanger.

Som det fremgår af tabellen er der kun en positiv forskel i nogle få tilfælde hvilket umiddelbart kan overraske da anlæggene til rumopvarmning jo yder mere end de rene brugsvandsanlæg.

Dette skyldes imidlertid at anlæggene til rumopvarmning skal levere en vis mængde varme til rumopvarmning i løbet af sommeren. Dette betyder at enten kan fyret ikke slukkes i så lang en periode, eller også skal den supplerende energi leveres som el hvorved den energibesparelse (tomgangstab - supplerende energi i form af el), som ligger ud over den rene solfangerydelse bliver mindre i rumvarme tilfældet. Ved at kigge på værdierne for "tilladelig" anlægspris nederst i Tabel IV ses det, at den "tilladelige" anlægspris kun er større end prisen for det tilsvarende rene brugsvandsanlæg i det tilfælde hvor der rent faktisk ikke er rumvarmeforbrug om sommeren.

Dette skyldes jo den merydelse der er fra anlægget i perioden med rumopvarmning samt at perioden med sparet tomgangstab kan gøres tilstrækkelig stor i forhold til det rene brugsvandsanlæg hvor der er regnet med sparet tomgangstab i 18 uger.

Det ses dog også at for anlæggene på både 4,3 og 6,45 m² er der ikke særlig stor forskel mellem prisen på det rene brugsvandsanlæg og anlægget udvidet til rumopvarmning.

I forhold til et rent brugsvandsanlæg vil de ekstra komponenter der er tale om for at udvide anlægget til rumopvarmning være et par ekstra ventiler og lidt ekstra rørtræk som alt i alt i mange tilfælde vil kunne holdes under ekstraomkostningen på 1000 - 3000 kr.

Det må derfor konkluderende vurderes at økonomien i denne type anlæg i nogle tilfælde vil kunne sidestilles med økonomien i et rent brugsvandsanlæg medens det i det fleste vil være en lidt ringere økonomi.

Sidstnævnte forhold skyldes imidlertid ikke at det er en dårlig anlægstype, men det forhold at folk der har rumvarmebehov om sommeren generelt vil have vanskeligere ved at kunne slukke for fyret med henblik på at opnå besparelsen på tomgangstabet.

4.3.2 "Udvidet brugsvandsanlæg" med separat radiator

Anlægget er beregnet således at eftervarmning af brugsvandet foregår i en efterfølgende varmtvandsbeholder (af fyret om vinteren og ved en el-patron om sommeren).

Endvidere leverer anlægget rumvarme når det er i stand til det ved hjælp af en separat radiator. I de udførte beregninger er den separate radiatorstørrelse sat til 30 W/K eller 20 % af radiatoreffekten i hele huset.

Den separate radiator kunne også være en vand til luft varmeveksler indsat i husets ventilationsanlæg.

Det ses af Tabel V at dette anlæg som forventet vil have en hel del højere ydelse end anlægget beregnet i foregående eksempel. Især vil anlægsydelserne være rimelige også for større anlæg på 8,6 og 12,9 m².

Ekstra omkostninger i forhold til anlægget i første eksempel vil være til en separat radiator eller en varmeveksler i ventilationssystemet, og eventuelt til en ekstra lagerbeholder til eftervarmning af brugsvandet af fyret. Det er klart at anlægstypen vil være mest fordelagtig hvor denne beholder findes i forvejen som en eksisterende varmtvandsbeholder.

Hvis man går ud fra dette vil den "tilladelige" merpris i forhold til anlægget i forudgående eksempel være:

4,3 m ² anlæg:	2700 kr
6,45 m ² anlæg:	4800 kr
8,6 m ² anlæg:	5600 kr

For anlæggene på 6,45 og 8,6 m² vil de "tilladelige" merpriser i nogle tilfælde nok kunne dække en ekstra radiator hvorfor denne anlægstype også vil kunne konkluderes at være interessant.

4.3.3 Drain back rumvarmesystem

Beregningerne fra dette anlæg er vist i Tabel VI (tilsluttet husets radiatorsystem), og i Tabel VII (med separat radiator).

Ved sammenligning med det foregående anlæg ses at anlægget især yder bedre ved de større dækningsgrader. Endvidere ses for eksempel ved at kikke på 8,6 m² anlægget at det især yder bedre om sommeren.

Ekstra komponenter i forhold til et rent brugsvandsanlæg vil være ekstra rørtræk, samt eventuelt for de større beholdere en speciel beholderudformning.

Det må vurderes at denne anlægstype vil være et godt bud på udformningen af et anlæg til kombineret rumopvarmning og opvarmning af brugsvand.

Ligesom for det udvidede brugsvandsanlæg ses også for low flow anlægget at gælde at et arrangement med separat radiator (Tabel VII) forøger anlæggets ydelse. Forøgelsen er dog ikke så markant som for det udvidede brugsvandsanlæg.

4.3.4 System med eksisterende varmtvandsbeholder

Det ses at ydelserne for dette system beregningsmæssigt er væsentligt lavere end for de øvrige systemer (Tabel VIII).

4.4 Enfamiliehuse med el-opvarmning

Eksisterende én-familiehuse med el-opvarmning er karakteriseret ved, at der ikke forefindes noget vandbaseret varmeafgivelsessystem, samt at den energi som solvarmeanlægget erstatter er relativ dyr.

Systemløsningerne omtalt under foregående afsnit er vurderet i forhold til el-opvarmede huse.

I dette tilfælde vil der ikke være noget tomgangstab fra fyret at spare om sommeren.

Til gengæld vil den energi der spares i el være mere værd end energien der spares som olie eller naturgas.

Der er regnet med at el er cirka 1,7 gange så dyr som oliefyret energi. Hvis man således ønsker samme økonomi som det rene brugsvandsanlæg gennemgået i afsnit 4.2 vil den "tilladelige" anlægspris for solvarmeanlægget kunne sættes til 1,7 x 10,6 kr/besparet kWh år = 18,02 kr/besparet kWh/år.

De "tilladelige" anlægspriser for systemerne genemregnet i afsnit 4.3.1 - 4.3.4, men med el back up fremgår af skemaerne Tabel IX - Tabel XIII. Hvis man kigger på anlægget i Tabel XII kan man se at den "tilladelige" anlægspris er væsentlig højere end den tilsvarende pris for det rene brugsvandsanlæg, og høj nok til at indeholde investering i at der et centralt sted i huset opsættes en radiator eller anden form for varmeafgiver.

Systemet kan udføres med radiatorer som varmeafgivere eller ofte måske med en vand til luft varmeveksler anbragt i ventilationssystemet. Det sidste vil være en billig måde at etablere et varmeafgivningsapparat på.

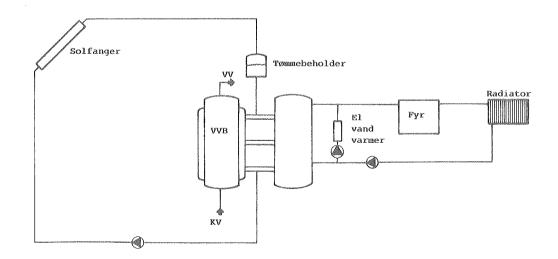
Ved etablering af systemet må det overvejes, om der skal etableres supplerende varmekilde i form af et fyr (naturgas), eller om el-radiatorerne skal bibeholdes som supplerende varmekilde.

Der vil endvidere i det følgende blive undersøgt forhold omkring udnyttelse af systemet til tapning af nat-el til en billig nattakst.

4.4.1 Lagring af nat-el

For et el-opvarmet hus er det endvidere vurderet om der kan opnås væsentlige besparelser ved at benytte el-værkernes triple-tariffer, således at husets opvarmning foretages med el til den billige nattakst som gemmes i et varmelager til om dagen.

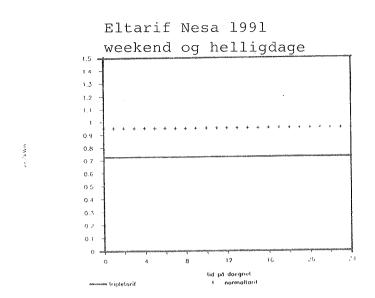
Systemudformningen er vist på Figur 25 og beregningerne fremgår af Tabel XIV.

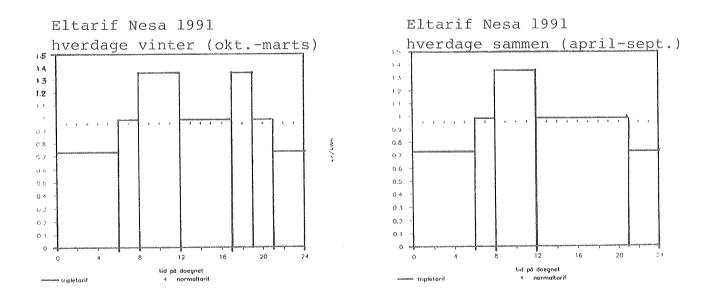


Figur 25 "System med lagring af nat-el".

El tariffen som er benyttet stammer fra NESA, og er vist på Figur 26, (se side 39).

Som det ses af Tabel XIV er der foretaget beregninger med et solfangerareal på 6,45 m² og med





Figur 26 El-tariffer, normaltarif og tripletarif.

3 lagerbeholderstørrelser på henholdsvis 450 liter, 700 liter og 1200 liter.

For hver beholder er der endvidere foretaget beregninger med forskellig udnyttelse af lagerkapaciteten i forhold til den lagrede el til nattarif.

Ved den næst nederste af de økonomiske vurderinger i tabellen er der overhovedet ikke forsøgt at lagre nat-el'en, og i den nederste er der hverken solvarmeanlæg eller lagring. Som det ses af de samlede el-udgifter er der ikke megen besparelse at hente ved at lagre den billige nat-el (hvilket blandt andet skyldes at en meget væsentlig del af elforbruget til opvarmning i forvejen er på tidspunkter med den billige takst).

Under de gjorte forudsætninger vil besparelserne næppe kunne retfærdiggøre merinvestering i lagringskapacitet til nat- el.

4.5 Nybyggeri, enfamiliehuse, lavenergi

For lavenergihuse er regnet med et typisk årligt rumvarmeforbrug på ca 6250 kWh, som vist på Figur 24, (se side 35). Dette svarer til et hus på ca 120 m² boligareal med 20 og 30 cm. mineraluld i henholdsvis ydervægge og loft samt med varmegenvinding på ventillationsluften, jvf. reference [17].

Da rumvarmeforbruget er mindre end ved det normale enfamiliehus som der er regnet på i de tidligere afsnit, vil solvarmeanlægget generelt yde mindre.

Imidlertid vil det ved nybyggeri være muligt at udføre systemudformningen af husets varmesystem således at det svarer til de tidligere systemer med separat radiator, men med radiatorstørrelsen svarende til en størrelse der har kapacitet til at opvarme hele huset. Dette kan f.eks. opnås hvor varmeafgivelsen udføres som en vand til luft varmeveksling i husets luftvarmesystem. Man kan også forestille sig at den supplerende varmekilde i lavenergihuset er separate el-radiatorer. Dette giver systemmæssigt muligheder for bedre ydelser end i eksisterende huse.

Beregningerne er udført for olie eller naturgas som supplerende energikilde, og med el som supplerende energikilde.

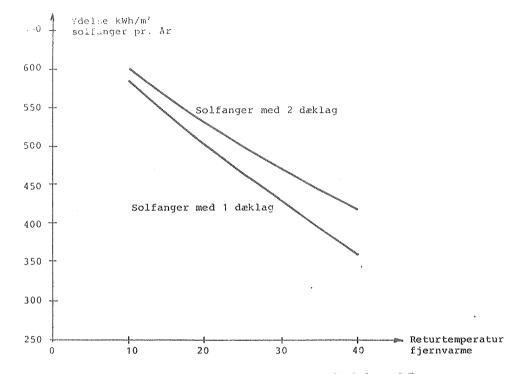
Beregningerne fremgår af Tabel XV - Tabel XVIII.

Som det fremgår af tabellerne vil det ikke med olie- eller naturgas være muligt at få en økonomi der er bedre end brugsvandsanlæggene, medens dette vil være muligt for anlæggene med el som supplerende varmekilde.

4.6 Nybyggeri med fælles varmecentral

Nybyggede områder udlægges ofte med fjernvarme fra en fælles varmecentral. Såfremt fjernvarmenet og varmecentral etableres samtidigt med byggeriet er der mulighed for at anlægge fjernvarmenet og varmesystem til optimal kombination med et solvarmeanlæg. Mulighederne for en sådan kombination skal kort diskuteres i det følgende.

Ved normale udformninger af fjernvarmenettet udformes dette f.eks. som vist på Figur 16. Fremløbs- og returtemperatur i et sådant fjernvarmenet kan f.eks. være henholdsvis 80 °C og 50 °C. Såfremt der etableres et solvarmeanlæg som vist på Figur 16 (se side 26), vil dette ikke kunne køre på lavere temperaturer end returtemperaturen i fjernvarmenettet (f.eks. de 50 °C). I reference [18] som omhandler undersøgelser vedrørende udformning af varmesystemet i "Økologisk Landsbysamfund" i Torup ved Hundested er ved beregninger undersøgt returtemperaturen i fjernvarmesystemet's betydning for solfangerydelsen. Det blev konkluderet i rapporten at solvarmeanlæggets ydelse især afhænger af fjernvarmenettets returtemperatur medens fremløbstemperaturen er af mindre eller ingen betydning. Dette er vist på Figur 27 (fra reference [18]).



Figur 27 Ydelse at solvarmeanlæg til fjernvarme som funktion af fjernvarmenettets returtemperatur

Der har været udført forskelligt arbejde med henblik på udformning af fjernvarmenettet til lave temperaturer. Også af hensyn til varmetabet fra fjernvarmenettet går der bestræbelser på at udlægge fjernvarmenettet til så lave temperaturer som muligt. Dette kan ske ved at udforme opvarmningssystemet i husene med store varmeflader f.eks. i form af store radiatorer eller i form af gulvvarme. Ved udformningen som vist på Figur 16 (se side 26), nås dog en nedre grænse for fremløbs- og returtemperatur af hensyn til at det varme brugsvand skal opvarmes til 50-55 °C og af hensyn til at flowet i fjernvarmenettet overalt skal være stort nok til sikre at de nødvendige temperaturer er tilstede overalt i fjernvarmenettet.

Der fremstilles derfor til brug for fjernvarmeformål specielle højeffektive solfangere. Også disse solfangere har dog som det fremgår af figuren bedre ydelser såfremt temperaturen i fjernvarmenettets returledning kan sænkes.

Forskellige andre udformninger med henblik på lavtemperatur i fjernvarmesystemet har været forsøgt og diskuteret. (se f. eks. reference [18]).

En anden mulig systemudformning kunne endvidere være som vist på Figur 17 (se side 27). Her søges systemet indrettet således at fjernvarmenettet om sommeren i princippet afkøles ned i nærheden af det kolde brugsvands temperatur. Dette opnås ved at etablere en ringledning for

fremløbet af fjernvarmevandet. I nogle bebyggelser vil dette naturligvis betyde en ekstra omkostning, men i mange moderne bebyggelsesplaner, som udlægges til fjernvarme kan dette ske uden væsentlige merudgifter.

Ovennævnte systemer er med en central solfanger som formentlig prismæssigt er at foretrække hvis dette er muligt. Ofte kan det imidlertid være ønskeligt at kunne placere solfangerne decentralt på de enkelte huse. Et sådant system kunne se ud som vist på Figur 18 (se side 27).

Begge ovennævnte systemer med central og decentral solfanger er omtalt her da de i virkemåde svarer til det beregnede system med termisk adskilt rumvarmebeholder og varmtvandsbeholder som beskrevet i afsnit 3.5, og som vist på Figur 15 (se side 26). Den aktuelle økonomi for et sådant system vil naturligvis afhænge af forholdene på stedet og skal ikke behandles nærmere her.

4.7 Store anlæg (institutioner og boligejendomme)

Mange institutioner (f.eks. plejehjem, hospitaler m.m) er kendetegnet ved at der er et rumvarmebehov hele sommeren.

Om det kan betale sig at udvide et brugsvandsanlæg til også at levere solvarme til rumopvarmningen diskuteres i det følgende.

Store solvarmeanlæg til brugsvandsopvarmning dimensioneres ofte til mindre dækningsgrader af det varme brugsvand end de små énfamilieanlæg som tilsigter en 90 - 100 % dækning af forbruget om sommeren for derved at spare fyrets tomgangstab.

Dette skyldes flere årsager. F.eks.

U

t

- ofte udgør tomgangstabet ved større varmecentraler en mindre andel af det totale energiforbrug end ved fyret i et enfamiliehus. (nogle steder leveres varmen af flere fyr, hvor kun ét benyttes om sommeren m.v.). Derved bliver besparelsen ved at kunne slukke fyret om sommeren en mindre andel af den samledes besparelse. Der er derfor bedre økonomi i at dimensionere anlægget til en mindre dækningsgrad med deraf følgende højere ydelse pr. m² solfanger.
- nogle steder er det nødvendige tagareal til en solfanger med stor dækningsgrad ikke tilstede.

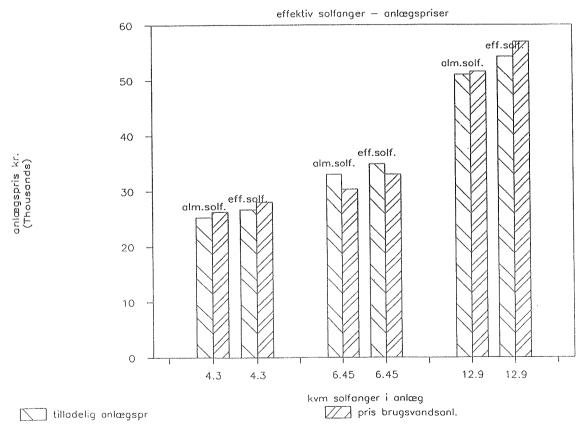
Såfremt anlægget dimensioneres til mindre dækningsgrader af det varme brugsvand vil der nok ikke være megen ekstra ydelse at hente ved at udvide dette til også at dække dele af rumopvarmningen. Af Tabel X ses at såfremt anlægget dimensioneres til en dækningsgrad af det varme brugsvand på f.eks. 52 % vil dækningsgraden af rumvarmen kun være omkring 4 % (under de gjorte forudsætninger vedrørende størrelse af brugsvands- og rumopvarmningsbehov). Af Tabel XIX ses at ved en dækningsgrad af det varme brugsvand på ca 28 % vil der kun være en dækningsgrad af rumvarmebehovet på 0.6 % (under samme forudsætninger vedrørende brugsvandsbehov og rumvarmebehov som ovenfor). Solvarmeanlægget kan således rigeligt komme af med varmen til brugsvandet, og har ikke nogen væsentlig merydelse som følge af også at kunne levere til rumopvarmning.

Noget andet er, at for store anlæg udgør solfangerdelen en større del af anlægsomkostningerne end for små anlæg. En udvidelse af anlægget til et rumopvarmningsanlæg vil således kunne udføres relativt billigere end for de små anlæg.

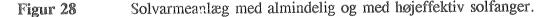
4.8 Benyttelse af højeffektiv solfanger med ekstra teflondæklag.

Det er for nogle af ovenstående systemer og anvendelser vurderet om det kan betale sig at benytte solfangere med et ekstra teflondæklag i systemerne. Beregningsforudsætningerne er anført i afsnit 3.1.3. Endvidere er benyttet de samme økonomiske forudsætninger som i dette kapitel. På samme måde som ved de øvrige beregninger i dette kapitel er ydelsen udregnet for forskellige størrelser anlæg, idet der er benyttet en højeffektiv solfanger i beregningerne.

På Figur 28 er angivet de resulterende "tilladelige" anlægspriser sammenlignet med prisen for det rene brugsvandsanlæg af samme størrelse. Priserne er angivet dels for anlæg med almindelig solfanger og dels for anlæg med den højeffektive solfanger.



Drain back system med almindelig og med



Som det kan ses bliver ekstraomkostningen til den mere effektive solfanger ikke i tilstrækkeligt omfang tjent ind ved systemets ekstra ydelse. For det viste system vil det derfor ikke

beregningsmæssigt kunne betale sig at benytte den dyrere men mere effektive solfanger. Det samme er fundet for det udvidede brugsvandssystem. Det skal dog bemærkes at forskellen mellem systemerne med almindelig og med højeffektiv solfanger er lille.

4.9 Sammenfatning af beregninger og økonomi

De "tilladelige" merpriser, d.v.s den pris anlægget må koste, hvis det skal have samme økonomi som et rent brugsvandsanlæg (den "tilladelige anlægspris") fratrukket prisen for et rent brugsvandsanlæg, er i Tabel II sammenlignet med de i kapitel 3 anslåede merpriser for at udbygge et anlæg kun til brugsvand til også at kunne levere varme til rumopvarmningen.

De steder hvor de "tilladelige" merpriser er større end de anslåede merpriser kan der forventes en økonomi for solvarmeanlægget til rumopvarmning der er bedre end økonomien for et rent brugsvandsanlæg. De steder hvor de "tilladelige" merpriser er mindre kan der forventes dårligere økonomi.

Som det ses af tabellen kan der for et "normalhus" (årligt varmeforbrug 14.000 kWh) forventes god økonomi både for et 6.45 m² anlæg og for et 8.3 m² ved de fleste systemer når der er tale om at substituere el med solvarme.

For olie eller naturgasfyrede "normalhuse" ses det at drain back systemet har det bedste potentiel for at opnå en økonomi der er bedre eller lige så god som et rent brugsvandsanlæg.

Af de to anlægsstørrelser (på 6.45 m^2 og på 8.3 m^2 solfanger) ses det at det er det lille anlæg der har bedst mulighed for god økonomi. Det ses dog også at ønskes anlæg med større dækningsgrad end hvad 6.45 m^2 anlægget kan levere er det drain back systemet der er bedst og som ikke har væsentligt dårligere økonomi end 6.45 m^2 anlægget.

Det ses endvidere at for lavenergihuse vil der kun kunne opnås god økonomi hvis der er elbackup i huset.

Systemet med den separate varmtvandsbeholder har ikke muligheder for så god økonomi. Dette system ville ellers måske være relevant ved systemer for flere beboelser jvf. afsnit 4.6. En udtømmende analyse heraf er imidlertid ikke foretaget så andre forhold end de medtagne kan måske ændre vurderingen.

Tabel IISammenligning af "tilladelig" merpris og anslået merpris for de for-
skellige typer anlæg.

6.45 kvr	n anlæg	Tilladelig merpr brugsvand		Anslået merpris
Normalhus		olie/naturgas	el-backup	
Udvidet brugsvands- anlæg	Husets radiator: rumvarme sommer	-3143	5250	2425
	Separat radiator: rumvarme sommer	1849	13605	4280
Drain back anlæg	Husets radiator: rumvarme sommer	1867	12891	1775-6700
	Separat radiator: rumvarme sommer	6610	17882	6000-12700
System med separat VVB	Rumvarme sommer	-9049	-2048	2060-5910
Lavenergihus				
Udvidet brugsvandsanlæ	g	-4667	9327	4280
Drain back anlæg		-2088	12717	6000-12700
8.3 kvn	n anlæg	Tilladelig merpi brugsvan		Anslået merpris
Normalhus		olie/naturgas	el-backup	namena esta da 1814 en 1869 po encluzo mano data batera betero en devenido esta esta determinada da 181
Udvidet brugsvands- anlæg	Husets radiator: rumvarme sommer ikke rumvarme sommer	-6461 -6680	3417 -2746	2425
	Separat radiator: rumvarme sommer	702	14770	4280
Drain back anlæg	Husets radiator rumvarme sommer ikke rumvarme sommer	1657 2233	15545 8895	1775-6700
	Separat radiator rumvarme sommer	5162	18716	6000-12700
System med separat VVB	rumvarme sommer	-8808	1597	2060-5910
Lavenergihus				
Udvidet brugsvandsanlæ	g	-72.67	8833	4280
Drain back anlæg	ny na kaominina dia kaomini	-5406	11466	6000-12700

Tabel III Ydelser af reference brugsvandsanlæg

١

١

Refe	rence brugs	/andsanlæg		SOLUMB HER REAL AND A SOLUMINESS AND A SOLUMINESS AND A SOLUMINESS AND A SOLUMINESS AND A SOLUMINAS AND A	a gynegol yw yw arael a ddarod y sawyd yw yn arael a arael yw yw yw yn a ddarod y yw yn a ddarod y yw yw yw yw Canwrai dei a ddarod y far yw	alan an a	ann an Anna an Tha ann ann ann an Anna	ogi alle men den tit som det so		an na kata tarak baba yang baba yang baban kata yang baban kata yang baban yang baban kata yang baban yang bab Babababa yang baban yang	nterientet en la Sciel (en angelande en anteriente angelande Al Barrenne, angelande angelande en angelande en angelande en angelande en angelande en angelande en angelande	
Årlio	e forbrug (k	·Wh/år)	n og på nære kan	ala wana matanana ama da matana da matana da matana da	211-1-052-024-4555-6555-6555-6255-22550-000-	13+1255-0240	2,972,921100112,0127,009,660,990,969,969,969,969,969,969		mennenen der Seiter Apierane	n zdyniczczy w o z krzybałk okony w owny w	*****	al-random Manjaporta antista da antis
-	varmebehov							brug	svandsfor	brug 2.547		
	varmebehov		~		.	1						
000000000000000000000000000000000000000	imvarmebeh delser	ov hele somn Brutte	neren, B: san bydelse		diatorer luk ettoydelse	ket om	Leveret til	rum-	Leve	eret til	Varn	netab
	olfanger	kWh/år	kWh/år	kWh/år	-	h/år	varme		brug	<i>zsvand</i>	ta	
	areal m ²		pr m ²		pr m	2 T	kWh/å	ľ		/h/år	kWl	
A B	4,3 4,3	1656	385	1451	33'		0			450)4 31
A A	6,45 8,6	1981 2182	307 254	1699 1850	263 213		0 0			700 851		32
B A	8,6 12,9 20.6											
A Dæk	20,6 ningsgrader	lan kabapaten yang di kabapaten kabapaten kabapaten kabapaten kabapaten kabapaten kabapaten kabapaten kabapaten Kabapaten kabapaten ka	na mana na mangang kang kang mangang kang mangang kang mangang mangang mangang mangang mangang mangang mangang Mangang mangang mangang Mangang mangang				an a			na ann an Anna Anna Anna Anna Anna Anna		tantaanaanne y Qu'don Cattalin (1997) Strannaanni (1997) (1997) (1997) Strannaanni (1997)
		Rumvar	me				Brugsva	und				
	Solfange	er- hele	20 uger	16 uger	14 uger	12 u	ger hel	e 2	20 uger	16 uger	14 uger	12 uger
anantotanananan	areal m			%	%	%	året	%	%	%	%	%
A B	4,3 4,3	0					56,9		87,4	90,3 97,8	90,3 98,0	91,3 98,0
A A	6,45 8,6	0 0					66, 72,		96,1 99,2	97,8 99,7	98,0 99,9	99,9
B A A	8,6 12,9 20,9											,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,
73.	1 20,7	Energibespa	relse	ŊĸŢĊĸĸĹĸĊĸĊĊĊĊĊĊĊĊĊĊĊĊĊĊĊĊĊĊĊĊĊĊĊĊĊĊĊĊĊĊ	nang kanalan kala pang ng pang Ng pang pang ng	anata uta mwake watani falao gangao watani dal (AAR) anjaka			g anlægsp		esurouno constante en esta de temperatura de temperatura de temperatura de temperatura de temperatura de temper La calación de temperatura de temperatura de temperatura de temperatura de temperatura de temperatura de tempera	a tatan ng ang ang ang ang ang ang ang ang an
		l. sparet tomg omgangstab:	gangstab)				omreg	ningsfak	tor: 10,6	kr/kWh		
	pe	riode fyret er	slukket				pe	riode fy	ret er slu	kket		
	solfan-	0 uger	20 uger	16 uger	14 uger	12 ugo		- 20			12	pris for
	ger- areal m ²	kWh/år	kWh/år	kWh/år	kWh/år	kWh/	år kr	uge kr			uger kr	brugs- vands- anlæg
A	4,3	1451	2709	2473	2345	2222	2 15381	2871	11 262	14 24860	23549	kr 26200
B A	4,3 6,45	1699	3016	2762	2630	2464		3193	72 292	79 27880	26121	30285
A A B	8,6 8,6	1850	3189	2924	2790	2656		3379	98 309	90 29577	28153	37380
A A	12,9 20,9									9.00 c. 400 c. 100 c		51570 77970

۰.

Tabel IVBeregninger af "udvidet brugsvandsanlæg" tilsluttet husets radiator-
system.

an a	and the second secon		y ala an	a se a su	una constante da cara esta a cara esta esta esta esta esta esta esta est		27272-400269484239444429948200000000000000000000000000000					[[
Udvie	let brugsva	ndsanlæg tils	sluttet husets	s radiatorsys	item		2010-10-10-10-10-10-10-10-10-10-10-10-10-	anna an ann an an an an an an an an an a	9990	544.145000000000000000000000000000000000	10000 CT220-70 C 11-000 T 10000 C 10-00	7.11.11.11.10.000 August Au
Årlig	e forbrug (l	cWh/år)										
Rum	varmebehov	7 A 14,073					brugsva	ndsforbi	rug 2,54	7		
	varmebehov											
A: ru	nıvarmebeh	nov hele som	meren, B: sa	imme hus, i	adiatorer lu	ikket om so	ommeren.	ana ang ang ang ang ang ang ang ang ang		****		
Y	delser	Brutt	toydelse	l	Nettoydelse]	Leveret til varme			ret til svand		netab ink
	solfanger areal m²	kWh/år	kWh/å: pr m²	r kWh/	år kV pr:	Vh/år m²	kWh/å	r	kW	h/år	kW	′h/år
A B A A B A A A	4,3 4,3 6,45 8,6 8,6 12,9 20,9	1847 1735 2345 2711 2457 3276	430 403 364 315 286 254	157 140 197 226 192 272	1 3 1 3 4 2 2 2	66 26 06 63 223 211	291 7 387 500 95 733		13 15 17 18	290 394 371 337 999		271 334 373 447 535 552
Dæk	ningsgrader	Rumva	arme				Brugsva	and				
	Solfanger areal m ²		20 uger %	16 uger %	14 uger %	12 uge %	r hele året 4) uger %	16 uger %	14 uger %	12 uger %
A B A B A A	4,3 4,3 6,45 8,6 8,6 12,9 20,9	2,1 0,1 2,7 3,6 0,7 5,2	17,6 0,6 21,5 27,4 6,6 37,0	27,9 1,3 35,3 40,0 8,6 49,4	36,2 2,3 45,9 51,4 8,5 60,8	49,0 7,3 67,1 69,6 9,7 80,6	50,6 54,7 62,5 69,5 72,1 78,5	7 5 L	73,6 83,3 87,2 92,7 98,3 96,5	74,9 86,2 88,5 92,1 99,2 96,7	75,5 85,9 89,5 93,7 99,3 97,1	76,0 86,4 89,4 93,1 99,2 97,8
	(incl	Energibespa . sparet tom omgangstab:	gangstab)				Ti omregn	lladelig ingsfakt	anlægspris or: 10,6 kr	kWh		
	per	riode fyret er	r slukket				per	iode fyr	et er slukk	et		
	sol- fanger areal m ²	0 uger kWh/år	20 uger kWh/år	16 uger kWh/år	14 uger kWh/år	12 uger kWh/år	0 uger kr	20 uger kr	16 uger kr	14 uger kr	12 uger kr	pris for brugs- vands- anlæg kr
A B A B A A A	4,3 4,3 6,45 8,6 8,6 12,9 20,9	1575 1401 1972 2264 1922 2724	1978 2059 2513 2884 2718 3463	2108 2190 2621 2963 2798 3497	2133 2209 2638 2973 2798 3488	2122 2150 2616 2946 2724 3460	16695 14851 20903 23998 20373 28874	20962 21829 26638 30576 28807 36703	23215 27781 31412 29659	22614 23414 27961 31512 29662 36975	22497 22794 27726 31233 28875 36680	26200 30285 37380 51570 77970

Tabel V "Udvidet brugsvandsanlæg" med separat radiator.

Tar	idet hrugsva	ndsanlæg tils	luttet separat	radiatorsvs	tem	angunga ng Lai	A A DEN ANTERNA DE LA COMPANIA A DE LA COMP	vana oostooronaaloone Saaannoo miilaaniii Boo	nan ar an	S Mediania (San San San San San San San San San San	talander friedlikter an ander an ander ander an ander an An an	navdosonovonana vršt važivrtažno presidenta naveni kadanovi presidenta Brott višetni ka
	itter brugsva	itusainase tus.	manual person		a a a a a a a a a a a a a a a a a a a				armannan an a	LLOUPPING ON THE OWNER OF COUNTY OF THE		ana manana ana ang ang ang ang ang ang ang an
Årlig	ge forbrug (k	:Wh/år)										
Rum	warmebehov	A 14073					brugsvand	sforbr	ug 2547			
	warmebehov											
A: r	umvarmebeh		neren, B: san	ana <u>dra pas</u> a panana kana kana kana kana kana kana k				The subscription of the second se			\$7c.exe	netab
ž	delser	Brutt	oydelse		ettoydelse		everet til ru, varme	.m-	Lever brugs			nk
	solfanger areal m²	kWh/år	kWh/år pr m²	kWh/å	r kWl prm		kWh/år		kWh	/år	kW	h/år
A	4.3	1994	464	1853	43	1	801		105	56	1	40
B A	4.3 6.45	2656	412	2436 2894			1158 1456		128 144		1	20 82
A B	8.6 8,6	3156	369				1978		16			80
A A	12,9 20,9	4004	310	3624	20	1	1970					
Dæl	cningsgrader						Brugsvand	ŕ				
		Rumva	Inc				101.000					
	Solfange areal m		20 uger	16 uger %	14 uger %	12 uge %	r hele året %		0 uger %	16 uger %	14 uger %	12 uger %
А	4,3	5,7	31,4	38,3	42,8	49,7	41,5		62,6	66,0	67,1	69,2
B A	4,3 6,45		42,2	49,6	54,7	61,6 72,1	50,3 56,6		75,2 83,1	78,8 86,0	79,8 86,6	82,2 88,4
A B	8,6 8,6	10,3	50,5	58,5	64,4				91,9	93,6	94,0	95,1
A A	12,9 20,9	14,1	63,2	70,5	76,6	83,7	64,8		91,9	93,0	7490	, , , , , , , , , , , , , , , , , , ,
	(inc. te	Energibespa l. sparet tom omgangstab:	gangstab)		gonn gannakarin ing karang	auvo a da ga da por y kinim (1996) (kinim (1996) (kinim (1996)			anlægspris tor: 10,6 kr			
	pe	riode fyret ei	[.] slukket				perio	ode fyr	et er slukk	et		
	sol- fanger areal m ²	0 uger kWh/år		16 uger kWh/år	14 uger kWh/år	12 uger kWh/år	0 uger kr	20 uger kr	16 uger kr	14 uger kr	12 uger kr	pris for brugs- vands- anlæg kr
A	4,3	1853	2308	2396	2399	2375	19647	24462	25397	25429	25178	26200
B A	4,3 6,45	2436	3076	3112	3091	3048	25817	32606		32767	32310	30285
A B	8,6 8,6	2894	3665	3659	3623	3565	30677	38849		38399	37789	37380
A	12,9	3624	4573	4499	4439	4359	38414	48476	5 47684	47052	46206	51570

Tabel VI"Drain back rumvarmesystem" tilsluttet husets radiatorsystem.

	nen tarrieri da Bancorova da Banco Bancorova da Bancorova da Bancorov	ng mang mang minaka kana kana kana kana kana kana kana		LI QUALTER COLLECTION CONTRACTORISTICS			an san an a	i na sense na sense de la competencia d La competencia de la c				andara and an and a second	ĸĸĸĸĸĸĊĸĸĸĸĸĸĸĸĸĸĸĸĸĸĸĸĸĸĸĸĸĸĸĸĸĸĸĸĸ ĸĊŀĸĸŧĸĸĸĸĸĸĸĸĸĸ	
Drair	back rumv	armesystem ti	lsluttet huset	s radiatorsy	tem.	ga ng maganété biga dan gana	IN IDOLOGY CAMPAGE	an a free contraction of the second	and and a state of the state of	oga som med som	010000000000000000000000000000000000000			
Årlig	e forbrug (k	Wh/år)												
Rum	/armebehov	A 14073					br	ugsvands	forbru	g 254	47			
Rum	/armebehov	B 13575												
A: ru	mvarmebeh	ov hele somn	neren, B: sam	ime hus, rad	liatorer lukl	ket om s	somm	eren.		012752009000000000000000000000000000000000	ang tenninetter (an a	na za na se na	noongalancan ay an
Y	delser	Brutto	oydelse	Ne	ettoydelse			ret til rur varme	n-		eret t gsvan		Varm tan	
	solfanger areal m²	kWh/år	kWh/år pr m²	kWh/år	kWh pr m²		k	Wh/år		k٧	Vh/år		kWh	/år
A	4,3	2037	474	1796	418			555			L296 L407		24 32	i i
В	4,3	1897	441	1571 2396	365 371	5		230 927			1536		36	3
A A	6,45 8,6	2760 3395	428 395	2390	342	6		1321		1	1688		45	6
B A	8,6	3109	362	2568	299)		907			1735	1	54	
A	12,9	4380	340	3778	293	1		2014 2973			1844 1964		60 79	1
A B	20,9 20,9	5647 5219	270 250	4851 4327	232 207			2973 2444			1965		89	1
		3417			n na se n Na se na s		ann ar an			Engels - Handler Engels - Engels Handling - Engels - E	an managering Court generation (generation)		ur sogen kannen en eine generalen en en eine eine eine eine eine eine	
Dæk	ningsgrader	Rumva	me				В	rugsvand						
	0.14	7 . 1.	20	16 uger	14 uger	12 uş	ver	hele	20	uger	16	uger	14 uger	12 uger
	Solfange areal m		20 uger %	10 ugei %	14 ugoi %	112 a.		året %	etaar-oo oo qaadaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaa	%		70	%	%
A	4,3	3,9	26,4	35,3	43,4	55,		50,9		73,1		4,7	74,9	75,1
В	4,3	1,7	12,1	13,8	17,1	36,		55,2 60,3		83,0 84,3		5,5 5,8	86,1 85,7	87,9 86,2
Α	6,45	6,6	39,1 51 5	49,3 61,4	57,7 69,2	71, 82,		66,3		89,7		0,8	90,8	91,5
A B	8,6 8,6	9,4 6,7	51,5 39,4	42,9	48,6	76,		68,1		94,1	93	5,6	96,7	97,7
A	12,9	14,3	70,5	78,2	85,1	96,		72,4		94,7		5,5	95,6	96,1
A	20,9	21,1	89,9	93,9	99,1	100,		77,1		98,8		9,2 0.5	99,4 99,7	99,6 99,9
В	20,9	18,0	84,6	88,4	95,7	138	,4	77,1	ang maning the California Mang dia kang dia kang Mang dia kang	99,1	У. 	9,5	yy,1	,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,
		Energibespa	relse							anlægs		N X 71		
	(inc	cl. sparet tom omgangstab:	gangstab)					omregnii	ngsfakt	or: 10,6	kr/k	wn		
		eriode fyret en						perio	ode fyr	et er slu	ıkket			
	P	5												noin for
	solfan-		• •		14 -	10	07	0 11000	20	10	6	14	12	pris for brugs-
	gera-	0 uger	20 uger	16 uger kWh/år	14 uger kWh/år	12 ug kWh/		0 uger kr	uger			uger	uger	vands-
	real m²	kWh/år	kWh/år	K VV 11/ dl	1× 11/ a1	72 44 11/	~~*		kr	k		kr	kr	anlæg
	111-					Contractor and the second	000-0000000000000000000000000000000000	u gozali mini ni ni nazačelo na	and the second	an a		nuurmine)celarisre-bounn	and water a subject to compare the data contact and the se	kr 1
A	4,3	1796	2276	2369	2381	2361		19038	2412			25242	25026	26200
B	4,3	1571	2294	2383	2390	2327		16653	2431			25332	24667	30285
Ā	6,45	2396	3070	3109	3093	3055		25398	3254 3988			32781 39282	32381 38710	30285
A	8,6	2937	3763	3745	3706 3458	3652 3364		31132 27221	- 3988 - 3734		070	36660		
B	8,6	2568 3778	3523 4813	3497 4706	3438 4636	455		40047	5102		885	49142	48301	51570
A A	12,9 20,9	4851	4813 6094	5888	5785	5656	6	51421	6459	8 624	410	61320		77970
B	20,9	4327	5576	5375	5264	5134	4	45866	5911	0 569	971	55793	54416	<u> </u>
					an a	ng a ana sa								

Tabel VII"Drain back rumvarmesystem" med separat radiator.

Draiı	ı back rumv	/armesystem	a tilsluttet so	parat ra	diatorsyst	em						ander en
Årlig	e forbrug (l	kWh/år)	99999		29723274-03650-0-036884045280	2222201220120120120120120120120120120120	99,27799.000,000,000,000	nara (animi) - 2000 - 2000 (000000000000000000000000		ggggangan annan anna airsteacharailte	New Balance and Service	n Constantino de la c
Rum	varmebehov	/A 14073						brugsvand	lsforbrug	2547		
Rum	varmebehov	7 B 13575										
A: ru	mvarmebel	nov hele son	nmeren, B:	samme h	ius, radia	torer lukket	om sor	nmeren.			222222012419222222000004490berrank&&Redwine	95%40%40%50%50%50%40%40%40%50%40%40%40%40%40%40%40%
Y	delser	Bru	ttoydelse		Netto	ydelse	Le	everet til n varme	ım-	Leveret t brugsvan		Varmetab tank
	solfanger areal m²	kWh/år	kWh/ pr m²	år k	Wh/år	kWh/år pr m²		kWh/år		kWh/år		kWh/år
A	4,3	2202	512		2055	478		843		1226		147
B A B A A	4,3 6,45 8,6 12,9 20,9 20,9	2931 3466	454 403		2673 3113	414 362		1239 1547		1457 1602		258 353
Dæk	ningsgrader	I Rumv	arme			Laudiana di Aggina Mariana di Angina di A Angina di Angina di An		Brugsvan	d			
		ngerareal m²	0 mdr. %	5 m 9		4 mdr. %	3 mdr %	·. 0	mdr. %	5 mdr. %	4 mdr %	. 3 mdr. %
A		4,3 4,3	6,0	36,	,67	47,8	65,1		48,1	69,9	74,1	78,5
B A		6,45	8,8 11,0		1,9 1,8	61,9 69,8	80,4 87,2		57,2 62,9	82,3 89,4	86,2 92,2	
A B A A		8,6 8,6 12,9 20,9	11,0),5	78,2	85,1		George S	94,7	95,5	95,6
NEQUIVINE CARACTER Register Constants	9 MEREN AN OLD YN AL AN	(incl. sparet	esparelse tomgangsta itab: 400 W	b)	alama departe en construction da construction de la constructio			omre		; anlægspri tor: 10,6 kr		
		periode fyr	et er slukke	t				I	periode fy	ret er slukk	et	
	solfange m ²			mdr. Vh/år	4 mdr. kWh/år	3 mdr kWh/a		0 mdr. kWh/år	5 mdr. kr	4 mdr. kr	3 mdr. kr	pris for brugs- vandsanlæg kr
A	4,3		2055 2	2558	2688	2639		21783	27112	28498	27971	26200
B A A	4,3 6,4 8,6	5 2		3411 3995	3481 4013	3391 3891		28334 32998	36154 42342	36895 42542	35941 41245	30285 37380
B A A	8,6 12,9 20,9	9	- una dat kar									51570 77970

Tabel VIII"System med separat VVB".

								an a sub-theory of the sub-the			an fan de staar de gebruik gestaar de gebruik gebruik gebruik gebruik gebruik gebruik gebruik gebruik gebruik g Gebruik gebruik		
Syste	m m	ed sepai	rat VVB		177111-2-172-172-17-77	oossinti Nijijiina		10000000000000000000000000000000000000		2003/2012/2014/2015/00/00/2014/2014/2014/2014/2014/2014/201	1772-00-00-00-00-00-00-00-00-00-00-00-00-00		
Årlig	e for	rbrug (k`	Wh/år)								A. 6. 417		
Rum	varm	nebehov	A 140	73					brugs	vandforbrug	2547		
		nebehov											
A: n	imva	rmebeho	ov hele s	ommeren,	B: samr	ne hus,	radiator	er lukket on					
¥	delse	er	В	ruttoydelse			Nettoyd	else	Leveret vari		Levere brugsva		Varmetab tank
	solfa areal	inger 1 m²	kWh/	år kW prm	⁷ h/år 1 ²	kWh	/år	kWh/år pr m²	kWh	ı/år	kWh/	år	kWh/år
A B A B A A	2 2 2 1 2	4,3 4,3 6,45 8,6 8,6 12,9 20,9 20,9	1843 2504 354: 4964	1 2 5 2	86 91 75 38	21 30	67 63 987 997	243 252 239 206					276 341 458 667
Dæl	cning	sgrader	Ru	mvarme	ang seniri khûn ye bi ga ku ku ku	22					Brugs	svand	
		Solfang m ⁱ		hele året %	5 md	r. %	4 mdr.	% 3 md	r. %		googanaan dika kanaan dika ka	ung kang wang kang kang kang kang kang kang kang k	an the second
A		4,											
B A		6,	,3 ,45	11,1	37		44,7		5.4 3,7				
A B		8	,6 ,6	15,4	51		60,1						
A A		20	2,9),9),9	21,9 30,5	70 90		79,3 96,6		3,1),1		990-1-1-17-629-1-0-19-19-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-		
			(ir	Energibe icl. sparet to tomgangsta	omgang	stab)			Tilladeliş omregnir	g anlægspris ngsfaktor: 10),6 kr/kWh		
			p	eriode fyre	t er sluk	cket			periode	fyret er sluk	ket		
	S	solfanger m²	rareal	hele året kWh/år	5 mo kWh		4 mdr. kWh/år	3 mdr. kWh/år	hele året kr	5 mđr. kWh/år	4 mdr. kr	3 mdr. kr	pris for brugs- vandsanlæg kr
A		4,3	augustonnairea-kisidiptemuti	201958888888888888888888888888898998888889999	agenene-decidis timoreale-vie		8-93598787879-99999-9888888287888	9239879998899988999992222222222222999999999	7	generalen die eine generalen die eine generalen die eine	ara		23190
B A A		4,3 6,4 8,6	5	1567 2163	183 269		2003 2803	2003 2774	16610 22928	19436 28572	21230 29707	21236 29401	30285 37380
B A A		8,6 12,9 20,9	9	3087 4297	398 557	34	3981 5419	3893 5173	32722 45548	42231 59103	42194 57445	41266 54829	51570 77970

Udvid	let brugsvar	ndsanlæg tilsl	ittet husets ra	adiatorsyster	m, el-back up		NYERARA KANANGANA MANANGANA KANANGANA KANANGANA KANANGANA KANANGANA KANANGANA KANANGANA KANANGANA KANANGANA KAN	an a canada a sa	n y na hang ng n		
	e forbrug (k			gamammoodhaadhdi-oo-oisoottiisiftaadha		spreakent which it is a post of the state of the	del de la companya de comp	and an	unda data data data data data data data d	*******	n na 2001 e ca bara e mar de la comunitaria para
Ŭ	varmebehov	• •				1	orugsvandfor	brug 25	47		
	varmebehov						0	0			
		ov hele somn	eren B. sam	me hus rad	iatorer lukket	t om somi	meren				
armana (400 0400) airsi idaa idadaa	lelser	Brutto			toydelse	***************************************	eret til rum-	Lev	veret til	Varn	netab
s	olfanger areal m²	kWh/år	kWh/år pr m²	kWh/år	kWh/å pr m²		varme kWh/år		gsvand Vh/år		nk h/år
A B A B A A A A	4,3 4,3 6,45 8,6 12,9 20,9	1847 1735 2345 2711 2457 3276	430 403 364 315 286 254	1575 1401 1972 2264 1922 2724	366 326 306 263 223 211		291 7 387 500 95 733		1290 1394 1591 1771 1837 1999	2 3 3 4 5	71 34 73 47 35 52
Dækr	ningsgrader	Rumvar	me]	Brugsvand				
	Solfange areal m ²		20 uger %	16 uger %	14 uger %	12 uger %	hele året %	20 uger %	16 uger %	14 uger %	12 uger %
A B A B A A	4,3 4,3 6,45 8,6 8,6 12,9 20,9	2,1 0,1 2,7 3,6 0,7 5,2	17,6 0,6 22,5 27,4 6,6 37,0	27,9 1,3 35,3 40,0 8,6 49,4	36,2 2,3 45,9 51,4 8,5 60,8	49,0 7,3 62,1 69,6 9,7 80,6	50,6 54,7 62,5 69,5 72,1 78,5	73,6 83,3 87,2 92,2 98,3 96,5	74,9 86,2 88,5 92,9 99,2 96,7	75,5 85,9 89,5 93,7 99,3 97,1	76,0 86,4 89,4 93,1 99,2 97,8
		(incl	Energibespare . sparet tomga omgangstab: 4	angstab)	Tilladelig ar omregnings		,02 kr/kWh				
		per	riode fyret er	slukket	periode fyre	et er slukk	tet				
	solfa	ngerareal m²	0 ug kWh			0 uger kr	16442-0500-001-0500-01-000-01-000-00-00-00-00-00-00-00-00	pr	is for brugs kr		#(20030-30%)QM0%(v0%)mmm0mm
A B A B A A A	B 4,3 1401 A 6,45 1972 A 8,6 2264 B 8,6 1922 A 12,9 2724)1 72 54 22		28382 25246 35535 40797 34634 49086			262 302 373 515	85 80	

Tabel X

"Udvidet brugsvandsanlæg" med separat radiator, el-back up

		nan ann an an an an an an ann an an ann an a			ander was andere en basser with Der Albert of Baller of Der Parkers Angelenne (Song Arbyten Baller and Baller and Baller and Baller	ava viteratyda tokowe oddaw gogod (owierst nationalisticat				national and a second secon	
Udvid	let brugsvar	ıdsanlæg tilsli	uttet separat r	adiatorsyste	m, el-back u	p	ervenetos desenterem constructivativas		Sourcessessessesses	20072000000000000000000000000000000000	
Årlige	e forbrug (k	Wh/år)									
Rumv	/armebehov	A 14073				1	brugsvandsfo	orbrug 25	547		
Rumy	/armebehov	B 13575									
A: ru	mvarmebeh	ov hele somm	neren, B: sami	me hus, radiatorer lukket om sommeren.			meren.	ale contractor and a supersonal contractor of the second	20-421-426-426-426-426-426-426-426-426-426-426	teesterestaan) wiid attormanisteratuu	an an a star an a st
Y	delser	Brutto	ydelse	Nei	ttoydelse	Lev	eret til rum- varme		veret til gsvand		netab Ink
	olfanger areal m²	kWh/år	kWh/år pr m²	kWh/år	kWh/8 pr m²		kWh/år	k١	Wh/år	kW	h/år
A	4,3	1994	464	1853	431		801	1056		1	40
B A A	4,3 6,45 8,6	2656 3176	412 369	2436 2894	378 337		1158 1456	,	1282 1441		20 82
B A A	8,6 12,9 20,9	4004	310	3624	281		1978		1651	3	80
Dækr	ningsgrader	Rumvar	me]	Brugsvand				
	Solfange areal m ²		20 uger %	16 uger %	14 uger %	12 uger %	hele året %	20 uger %	16 uger %	14 uger %	12 uger %
A B	4,3 4,3	5,7	31,4	38,3	42,8	49,7	41,5	62,6	66,0	67,1	69,2
А А В	4,3 6,45 8,6 8,6	8,2 10,3	42,2 50,5	49,6 58,5	54,7 64,4	61,6 72,1	50,3 56,6	75,2 83,1	78,8 86,0	79,785 86,6	82,174 88,4
в А А	12,9 20,9	14,1	63,2	70,5	67,6	83,7	64,8	91,9	93,6	94,0	95,1
 A Construction of the second seco			Energibesp cl. sparet tom tomgangstab:	gangstab)	Tilladelig a: omregnings		,02 kr/kWh				
	periode fyret er slukke				periode fyrd	et er slukk	et				
	solfa	ngerareal m ²	0 ug kWh			0 uger kr		pr	is for brugsv kr	vandsanlæg	-
A				3	n,	33399			2620)0	
BA		4,3 6,45 8.6	243 289			43890 52150			3028 3738		
A B A A		8,6 8,6 12,9 20,9	362			65304			5157		
* *	1		an noadalatan maan an maana ahaadada ahaan d		and were an an an an an and a strength of the state of the						

53

 Tabel XI
 "Drain back rumvarmeanlæg" tilsluttet husets radiatorsystem, el-back

ı back rumv	varmeanlæg til	sluttet huset	s radiatorsys	stem, el-back	up					онна – посединали боловите на поседина
e forbrug (k	:Wh/år)	NEED RECEIVEEDING IN PROFILE AND IN THE INFORMATION	**************************************	2011-01-11:02:07:00:04-00:07:07:07:07:07:07:07:07:07:07:07:07:0	422-422-422-422-422-422-422-422-422-422	84-3655474838-484848-484848-484899882888998-0255488	1004035204,-Chrosofolios2003980449	********		1974994477000 <u>000000000000000000000000000</u>
varmebehov	A 14073					brugsvandfo	rbrug	2547		
varmebehov	В 13575									
mvarmebeh	ov hele somm	eren, B: sam	ume hus, rad	liatorer lukke	t om som	meren.				
delser	Brutto	ydelse	Ne	ttoydelse	Lev					netab
solfanger areal m²	kWh/år	kWh/år pr m²	kWh/år	kWh/å pr m²						h/år
4,3 4,3 6,45 8,6 8,6 12,9 20,9	2037 1897 2760 3395 3109 4380 5647	474 441 428 395 362 340 270	1796 1571 2396 2937 2568 3778 4851	418 365 371 342 299 293 232		555 230 927 1321 907 2014 2973		1296 1407 1536 1688 1735 1844 1964	3 3 4 5 6	41 26 61 57 41 02 96
20,9	5219	250	4327	207		2444		1965		93
ningsgrader	Rumvarr	ne]	Brugsvand				
		20 uger %	16 uger %	14 uger %	12 uger %	hele året %	20 ugei %	: 16 uger %	14 uger %	12 uger %
4,3 4,3 6,45 8,6 8,6 12,9 20,9 20,9	3,9 1,7 6,6 9,4 6,7 14,3 21,1 18,0	26,4 12,1 39,1 51,5 39,4 70,5 89,9 84,6	35,3 13,8 49,3 61,4 42,9 78,2 93,9 88,4	43,4 17,1 57,7 69,2 48,6 85,1 99,1 95,7	55,8 36,5 71,1 82,0 76,8 96,4 100,0 138,4	50,9 55,2 60,3 66,3 68,1 72,4 77,1 77,1	73,1 83,0 84,3 89,7 94,1 94,7 98,8 99,1	74,7 85,5 85,8 90,8 95,6 95,5 99,2 99,5	74,9 86,1 85,7 90,8 96,7 95,6 99,4 99,7	75,1 87,9 86,2 91,5 97,7 96,1 99,6 99,9
		E (incl. s	nergibespare sparet tomga	else angstab)	Tillac	telig anlægs	oris			
		Perio	de fyret er s	slukket	Perio	de fyret er s	lukket			
0			0 uger kWh/år			0 uger kr		pris for b	rugsvandsan kr	ılæg
A4,31796B4,31571A6,452396A8,62937B8,62568A12,93778A20,94851		1571 2396 2937 2568			32364 28309 43176 52925 46275 68080 87415			26200 30285 37380 51570 77970		
	e forbrug (k varmebehov varmebehov mvarmebeh lelser olfanger ireal m ² 4,3 4,3 6,45 8,6 12,9 20,9 20,9 20,9 20,9 ingsgrader Solfanger areal m ² 4,3 4,3 6,45 8,6 12,9 20,9 20,9 20,9 20,9 20,9 20,9 20,9 2	e forbrug (kWh/år) varmebehov A 14073 varmebehov B 13575 mvarmebehov hele somm lelser Bruttor olfanger kWh/år rreal m ² 4,3 2037 4,3 1897 6,45 2760 8,6 3395 8,6 3109 12,9 4380 20,9 5647 20,9 5647 20,9 5219 ingsgrader Rumvarr Solfanger- hele areal m ² året % 4,3 3,9 4,3 1,7 6,45 6,6 8,6 9,4 8,6 6,7 12,9 14,3 20,9 21,1 20,9 21,1 20,9 18,0 solfangerareal m ²	e forbrug (kWh/år) varmebehov A 14073 varmebehov B 13575 mvarmebehov hele sommeren, B: sam lelser Bruttoydelse olfanger kWh/år kWh/år mreal m ² pr m ² 4,3 2037 474 4,3 1897 441 6,45 2760 428 8,6 3395 395 8,6 3109 362 12,9 4380 340 20,9 5647 270 20,9 5219 250 ingsgrader Rumvarme Solfanger- hele 20 uger areal m ² Året % % 4,3 3,9 26,4 4,3 1,7 12,1 6,45 6,6 39,1 8,6 9,4 51,5 8,6 6,7 39,4 12,9 14,3 70,5 20,9 21,1 89,9 20,9 18,0 84,6 E (incl. 4 tor Perice solfangerareal m ² 4,3 4,3 4,3 6,45 8,6 8,6 8,6 12,9	e forbrug (kWh/år) varmebehov A 14073 varmebehov B 13575 mvarmebehov hele sommeren, B: samme hus, rad ielser Bruttoydelse Ne olfanger kWh/år kWh/år kWh/år real m ² pr m ² 4,3 2037 474 1796 4,3 1897 441 1571 6,45 2760 428 2396 8,6 3395 395 2937 8,6 3109 362 2568 12,9 4380 340 3778 20,9 5647 270 4851 20,9 5219 250 4327 ingsgrader Rumvarme Solfanger- hele 20 uger 16 uger areal m ² året $\%$ $\%$ 4,3 3,9 26,4 35,3 4,3 1,7 12,1 13,8 6,45 6,6 39,1 49,3 8,6 9,4 51,5 61,4 8,6 6,7 39,4 42,9 12,9 14,3 70,5 78,2 20,9 21,1 89,9 93,9 20,9 18,0 84,6 88,4 Energibespart (incl. spart tongs tongangstab: 44 Periode fyret er st solfangerareal 0 uger m ² 0 uger MWh/år	$ \frac{1}{2} \text{ forbrug } (kWh/\mbox{armebehov } A 14073 \\ \text{rarmebehov } B 13575 \\ \text{mvarmebehov hele sommeren, B: samme hus, radiatorer lukkee \\ \frac{1}{2} \text{ lelser } Bruttoydelse Nettoydelse \\ \text{lelser } Bruttoydelse Nettoydelse \\ \text{lelser } Bruttoydelse \\ \frac{1}{2} \frac{1}{2} \frac{2037}{474} \frac{474}{1796} \frac{1796}{418} \frac{418}{1571} \frac{365}{365} \frac{2395}{395} \frac{2397}{237} \frac{342}{342} \frac{3}{645} \frac{3395}{395} \frac{2937}{2937} \frac{342}{342} \frac{3}{8,6} \frac{3109}{362} \frac{362}{2568} \frac{299}{20,9} \frac{12,9}{5219} \frac{230}{250} \frac{4327}{237} \frac{207}{207} \frac{4851}{232} \frac{232}{20,9} \frac{5219}{250} \frac{250}{4327} \frac{4337}{207} \frac{207}{4851} \frac{232}{207} \frac{207}{207} \frac{1}{100} \frac{1}{100} \frac{3}{5219} \frac{2}{250} \frac{16}{4327} \frac{114}{207} \frac{1}{13,8} \frac{17,1}{12,1} \frac{6,45}{3,6} \frac{6,7}{39,4} \frac{4}{2,9} \frac{48,6}{12,9} \frac{1}{43} \frac{3}{70,5} \frac{78,2}{78,2} \frac{85,1}{20,9} \frac{2}{21,1} \frac{89,9}{39,9} \frac{93,9}{99,1} \frac{9}{20,9} \frac{1}{20,9} \frac{2}{1,1} \frac{89,9}{39,9} \frac{93,9}{99,1} \frac{99,1}{20,9} \frac{2}{18,0} \frac{84,6}{88,4} \frac{95,7}{100} \frac{1}{20,9} \frac{1}{13,0} \frac{84,6}{88,4} \frac{95,7}{100} \frac{1}{12,9} \frac{4,3}{13} \frac{1796}{13,05} \frac{1}{78,2} \frac{8}{85,1} \frac{2}{2396} \frac{1}{8,6} \frac{2}{3771} \frac{1}{8} \frac{1}{571} \frac{6,45}{6,45} \frac{2}{2396} \frac{2}{3} \frac{1}{571} \frac{6,45}{6,45} \frac{2}{2396} \frac{1}{8,6} \frac{1}{232} \frac{1}{239} \frac{1}{12,9} \frac{1}{3} \frac{1}{3776} \frac{1}{12,9} \frac{1}{12,9} \frac{1}{12,9} \frac{1}{13,0} \frac{1}{1571} \frac{1}{6,45} \frac{1}{2396} \frac{1}{2396} \frac{1}{8,6} \frac{1}{237} \frac{1}{2396} \frac{1}{8,6} \frac{1}{2396} \frac{1}{8,6} \frac{1}{2396} \frac{1}{8,6} \frac{1}{2396} \frac{1}{8,6} \frac{1}{2396} \frac{1}{2396} \frac{1}{8,6} \frac{1}{2396} \frac{1}{2396} \frac{1}{8,6} \frac{1}{2396} \frac{1}{8,6} \frac{1}{2396} \frac{1}{8,6} \frac{1}{2396} \frac{1}{8,6} \frac{1}{2396} \frac{1}{8,6} \frac{1}{2396} \frac{1}{8,6} \frac{1}{2396} \frac{1}$	varmebehov A 14073 varmebehov B 13575 mvarmebehov bele sommeren, B: samme hus, radiatorer lukket om som lelser Bruttoydelse Nettoydelse Lew olfanger kWh/År kWh/År kWh/År kWh/År kWh/År 4,3 2037 474 1796 418 1 4,3 1897 441 1571 365 6,45 2,760 428 2396 3711 8,6 3109 395 2937 342 8,6 3109 362 2568 299 12,9 4380 340 3778 293 20,9 5219 250 4327 207 100 12 uger 12 uger 31 3,4 55,8 3,4 3,4 55,8 3,4 3,4 55,8 3,4 3,4 55,8 3,4 55,8 3,4 3,4 55,8 3,4 3,4 55,8 4,3 1,7 12,1 13,8 17,1 36,5 6,6 6,6 39,1 49,3 57,7 71,1 8,6 6,6 6,8 12,9	e forbrug (kWh/år) rarmebehov A 14073 brugsvandfo rarmebehov B 13575 mvarmebehov hele sommeren, B: samme hus, radiatorer lukket om sommeren. helser Bruttoydelse Nettoydelse Leveret til rum- varme olfanger kWh/år kWh/år kWh/år kWh/år kWh/år real m ² pr m ² kWh/år kWh/år kWh/år 4,3 2037 474 1796 418 555 6,45 2760 428 2396 371 927 8,6 3305 395 2937 342 1321 8,6 3109 362 2568 299 907 12,9 4380 340 3778 293 2014 20,9 5647 270 4851 232 2973 20,9 5219 250 4327 207 2444 ingsgrader Rumvarme Rumvarme Brugsvand Solfanger- hele 20 uger 16 uger 14 uger 12 uger hele areal m ² Året $\%$ $\%$ $\%$ $\%$ $\%$ $\%$ året $\%$ 4,3 3,9 264 35,3 43,4 55,8 50,9 4,3 1,7 12,1 13,8 17,1 36,5 55,2 6,45 6,6 39,1 49,3 57,7 71,1 60,3 8,6 9,4 51,5 61,4 69,2 82,0 66,3 8,6 6,7 39,4 42,9 48,6 76,8 68,1 12,9 14,3 70,5 78,2 85,1 56,4 72,4 20,9 21,1 89,9 93,9 99,1 100,0 77,1 20,9 18,0 84,6 88,4 95,7 138,4 77,1 Energibesparelse omregningsfabtor tomgangstab: 400 W Periode fyret er slukket Periode fyret er s solfangerareal 0 uger V 0 uger $\frac{4,3}{4,3}$ 1751 2230 433 1751 2320 433 1751 2320 433 1751 2320 433 1751 2320 433 1751 2320 433 1751 2320 8,6 2237 2252 8,6 2568 46275 8,6 2237 2252 8,6 2568 46275 8,6 2255 8,6 2558 46275 12,9 3778 5688	$ \begin{array}{c c c c c c c c c c c c c c c c c c c $	$ \begin{array}{c c c c c c c c c c c c c c c c c c c $	$ \begin{array}{c c c c c c c c c c c c c c c c c c c $

Tabel XII "Drain back rumvarmeanlæg" med separat radiator, el-back up.

				n un de la companya de la companya managementa de la companya de la companya de la companya de la companya de l La companya de la comp					niemale in water also data in alter data data data data data data data dat	na na ny kaodim-paositra amin'ny fanisa dia 2009,0000 amin'ny fanisa dia 2014. Ny fanisa dia 2014 amin'ny fanis I na amin'ny fanisa dia 2014 amin'ny fanisa dia 2014,000 amin'ny fanisa dia 2014 amin'ny fanisa dia 2014 amin'ny
Drain	back rumv	armeanlæg m	ed separat rad	liatorsystem	ı, el-back up					
Årlige	e forbrug (k	Wh/år)								
Rumv	armebehov	A 14073				b	rugsvandsfo	orbrug 25	547	
Rumv	armebehov	B 13575								
A: ru	mvarmebeh	ov hele somm	neren, B: samı	ne hus, rad	iatorer lukket o	om somn	neren.			
Yo	lelser	Brutto	ydelse	Net	toydelse		vret til rum- varme		veret til Igsvand	Varmetab tank
	olfanger ireal m ²	kWh/år	kWh/år pr m²	kWh/år	kWh/år pr m²	1	cWh/år	k'	Wh/år	kWh/år
A	4,3	2202	512	2055	478		843		1226	147
B A B A A	4,3 6,45 8,6 8,6 12,9 20,9	2931 3466	454 403	2673 3113	414 362		1239 1547		1457 1602	258 353
Dækr	ningsgrader	Rumvar	me			E	Brugsvand			
	Solfange areal m ²		5 mdr. %	4 mdr. %		hele ret %	5 mdr. %	4 mdr. %	3 mdr. %	
A B	4,3 4,3	6,0	36,7 48,9	47,8	65,1	48,1	69,9	74,1	78,5	
A A B A A	6,45 8,6 8,6 12,9 20,9	8,8 11,0	56,86	61,9 69,8	80,4 87,2	57,2 62,9	82,3 89,4	86,2 92,2	89,2 94,3	
		(incl	Energibespare . sparet tomga omgangstab: 4	angstab)	Tilladelig anlægspris omregningsfaktor: 18,02 kr/kWh					
		pe	riode fyret er	slukket	periode fyret	er slukk	et			
	solfa	ngerareal m²	0 ug kWh		0	uger kr	2011/2010/07/10/2010/2010/2010/2010/2010	p	ris for brugsv kr	andsanlæg
A		4,3	205	5	3	7031			2620	0
B A A		4,3 6,45 8,6	267 311			8167 6096			3028 3738	
B A A		8,6 12,9 20,9							5157 7797	

Tabel XIII "System med eksisterende varmtvandsbeholder", el-back up.

ť,

Syste	em med sepa	arat varmtvan	dsbeholder, el	-back up				
Årli	ge forbrug (l	⟨Wh/år)	2000-00-00-00-00-00-00-00-00-00-00-00-00		47 / 1919 - Charles Contraction (Charles Contraction) (Charles Con	979999684904959699999999999999999999999999999999		
Run	warmebehow	A 14073				brugsvandsforb	rug 2547	
Run	warmebehow	B 13575						
A: n	umvarmebel	ov hele somn	neren, B: sam	me hus, rad	iatorer lukket or	n sommeren.		IJĸĸŢĸţĸĸĸŦĸŦĸŦĸŦĸĸĸŢĸĸĸŢĸĸĊŢŦŶŢĸĸĸŎŗĸŢĸĬĸĬĸŢŎĿĬĸĸĸŎŎĿĸĿĸŎŎĸŧĸĿŢŎĿĬĸŦŢĹĬĬĿŦĬĿ
Y	delser	Brutto	ydelse	Net	toydelse	Leveret til rum- varme	Leveret brugsvar	
	solfanger areal m²	kWh/år	kWh/år pr m²	kWh/år	kWh/år pr m²	kWh/år	kWh/å	
A B A B A A A	4,3 4,3 6,45 8,6 12,9 20,9 20,9	1843 2504 3545 4964	286 291 275 238	1567 2163 3087 4297	243 252 239 206			276 341 458 667
Dæk	ningsgrader	rumvarn	ne + brugsvar	ıd				
	Solfange areal m ²		5 mdr. %	4 mdr. %	3 mdr. %		11 CATELLO 2010 - 11	19 10 10 11 11 11 11 11 11 11 11 11 11 11
A B A B A A	4,3 4,3 6,45 8,6 12,9 20,9 20,9	11,1 15,4 21,9 30,5	37,2 51,2 70,4 90,5	44,7 60,1 79,3 96,6	56,4 73,7 93,1 100,0			
			(in	Energibes cl. sparet to tomgangstal	mgangstab)	Tilladelig anlæ omregningsfak		Wh
			P	eriode fyret	er slukket	Periode fyret	er slukket	
		gerareal 1 ²		0 uge kWh/		0 ug kr		pris for brugsvandsanlæg kr
A B	6	1,3 1,3						26200
ь А А В	6	*,5 5,45 3,6 3,6		1567 2163		282: 389		30285 37380
В А А	1	2,9 0,9		3087 4297		5562 7743		51570 77970

Lagring af nat-el	nat-ei											
Årlige forl	Årlige forbrug: rumvarmebehov 14073 kWh/år	nebehov 14	073 kWh/åı	t .								
brugsvandsforbrug		2547 kWh/år										
Solfangera	Solfangerareal: 6,45 m ²											
Lager-	Lagret el	Solvarmeanlæg	ılæg			Varme- tah	Dæk- ninos-	Elforbrug				Ud- nit
en		Brutto ydelse		Netto ydelse		tank	grad sol +	Elforbrug brugsvand	Elforbrug til supplerende opv brugsvand er ikke medregnet.	Elforbrug til supplerende opvarmning af brugsvand er ikke medregnet.	mning af	el i alt
Tê î î	kWh/år	kWh/år	kWh/år pr. m²	kWh/år	kWh/år pr. m²	kWh/år	% 6T	tarif 3 kWh/år	tarif 2 kWh/år	tarif 1 kWh/år	i alt kWh/år	kr/år
430	0	2525	391	2107	327	4 80	15	1300	3592	9765	14658	12425
430	12026	1601	248	844	1997 1997 1997	757	91,5	1357	3598	9737	14692	12488
430	148	1720	267	1015	22	705	80 80 80	115	2195	13465	15776	12142
430	6716	2330	90 30 30	1844	286	485	60,8	190	2379	13036	15605	hered Karred Arred Arred
700	kennt kennt kennt kennt	1561	242	677	105	000 24	100,0	1524	3998	8991	14513	12563
700	12658	1726	268	942	-46 46	784	96,6	0	992	14951	15943	11885
700	6718	2442	379	1928	299	514 21	61,4	11	1802	13859	15678	11909
1200	15923	1578	245	483	٤	1095	100,0	1385	3676	9714	14776	12586
1200	12992	1769	274	856	200 200 200 200 200	914	98,4	\odot	12	16066	16137	11792
1200	6719	2537	33	1963	304	574	61,7	16	1634	14 14 14	15765	11928
Elforbrug	Elforbrug til rumvarme og brugsvand uden lager og	og brugsvar	id uden lage	er og solvar	solvarmeanlæg.			1845	4865	10271	16981	14786

Tabel XIV

Lagring af nat-ol

57

Tabel XV"Udvidet brugsvandsanlæg" til lavenergihus.

v

Udv	idet brugsva	ndsanlæg til	lavenergihus	, naturgasfyr	et	antigen and antice frankland and an end for the fact in the second second second second second second second s			ner verdiefte internationanders verdiefte der der der der der der der der der de		
Årli	ge forbrug (k	tWh∕år)	ny manana katalah katalah di katalah di katalah di katalah	201922 web-6999-991-991-9-00202 Con-400022 Con-	5550,000,000,000,000,000,000,000,000,00	22 WILTON OLD TUDIO 27 (2010) FIRST OLD TUDIO 2010	1990 N 1997 E ADRIENT AND IN SUBJECT AND A SUB	84.754007718480744871271177114825063120187078		1990	
Run	warmebehov	A 6252					brugsvandforb	rug 2547			
Run	warmebehov	B									
A: r	umvarmebeh	ov hele som	imeren, B: sa	mme hus, ra	diatorer luk	ket om som	meren.	na (u vili enure) anano kuvani kula (u kuva)	2011-6262-51-01-07-07-07-07-07-07-07-07-07-07-07-07-07-	NAMANGUNIN-NAMUUNININ PANANA ZUTIMPINATIN + + + ET THEM-ALIANI	
X	delser	Brut	toydelse	No	ettoydelse	Lev	eret til rum-	Lever		Varmetab tank	
	solfanger areal m²	kWh/år	kWh/år pr m²	kWh/år	kWl pr m		varme kWh/år	brugsv kWh		kWh/år	
A	4,3	1853	431	1717	399)	593	113	32	136	
B A A	4,3 6,45 8,6	2463 2936	573 683	2198 2565	51: 590	1	861 1091	134 148	,	265 371	
B A A	8,6 12,9 20,9 20,9	3643	847	3105	722		1464	165	i4	538	
Dæk	ningsgrader	Rumva	arme		daman kan perioda and a series daman kan kan kan kan kan kan kan kan kan k			Brug	svand		
	Solfang m ²	erareal	hele 0 n ret %	ndr. % 5 1	ndr. %	4 mdr. %	3 mdr. %	5 mdr. %	4 mdr	. % 3 mdr. %	
A	4,		9,5	64	83	115	44,5	71,8	76,7	7 84,0	
B A		45	· ·	82	100	116	52,9	83,8	87,7 93,7		
A B	8,	8,6 17,4 94 8,6			103	117	58,2				
A A	12 20 20	,9	23,4	102	106	118	65,0	97,9	98,9	9 99,8	
	_ <u></u> 2	Eı (incl. s	nergibesparel paret tomgar gangstab: 100	igstab)			delig anlægspr egningsfaktor:				
		perio	de fyret er sl	ukket		peric	de fyret er slu	kket			
	solfanger: m ²			ndr. 4 m h/år kWh				4 mdr. kr	3 mdr. kr	pris for brugs- vandsanlæg kr	
A	4,3 4,3		717 17	764 185	62 18	70 1819	99 18701	19633	19817	26200	
B A A	6,45 8,6			388 241 341 282				25618 29916	25376 29434	30285 37380	
B A A	8,6 12,9 20,9		105 34	161 337	19 33	29 329	13 36682	36011	35287	51570 77970	

Tabel XVI "Drain back rumvarmeanlæg" til lavenergihus.

	and a subscription of the				an ana ang ang ang ang ang ang ang ang a	a da balan kana kana kana kana kana kana kana						
back rumv	armeanlæ	eg til lavene	rgihus, nat	urgasfyret	an water a second s	MATTER CONTRACTOR CONTRACTOR	1000 EUTINOMINISTON (SUM-SUMON SUMON EUTINEE)	10/2013/13/10/10/10/10/10/10/10/10/10/10/10/10/10/	and the second second and the second			
forbrug (k	Wh/år)											
rmebehov	A 6252	2				brugs	vandforbrug	2547				
irmebehov	В											
warmebeh	ov hele s	ommeren, E	: samme l	us, radiato	rer lukket o	m sommerei	1.					
elser	B	ruttoydelse		Nettoyo	ielse					Varmetab tank		
olfanger real m²	kWh/٤			Wh/år	kWh/år pr m²			-		kWh/år		
4,3	2124	49	4	1887	439	61	8	1302		237		
4,3 6,45 8,6 8,6 12,9 20,9 20,9				2386 2711	555 630	8	1			435 597		
ingsgrader		nvarme						Brugsv	/and			
		hele året %	5 mdr. %			mdr. %	hele året kr	5 mdr. %	4 mdr %	. 3 mdr. %		
		9,9	76	1()4	158	51,1	78	82	89		
1	6,45 8,6 8,6 12,9 20,9	14,7 17,4	96 94			174 117	59,4 64,0	89 95	92 96	96 98		
2	(ind	d. sparet to	ngangstab		Tilladelig anlægspris omregningsfaktor: 10,6 kr/kWh							
	pe	eriode fyret	er slukket			periode f	yret er slukk	et				
solfanger m ²	rareal		5 mdr. kWh/år	4 mdr. kWh/år	3 mdr. kWh/år		5 mdr. kWh/år	4 mdr. kr	3 mdr. kr	pris for brugs- vandsanlæg kr		
		1887	2017	2077	2076	19998	21377	22019	22010	26200		
6,4	5	2386 2711	2660 3016	2655 2982	2613 2927	25296 28733	28197 31974	28139 31604	27697 31025	30285 37380		
8,6 12,9	9	na an a	1997 - 1997 - 1997 - 1997 - 1997 - 1997 - 1997 - 1997 - 1997 - 1997 - 1997 - 1997 - 1997 - 1997 - 1997 - 1997 -							51570 77970		
	forbrug (k rmebehov rmebehov varmebeh elser lfanger eal m ² 4,3 4,3 6,45 8,6 8,6 12,9 20,9 20,9 20,9 ngsgrader Solfan r solfange m ²	forbrug (kWh/år) rmebehov A 6252 rmebehov B varmebehov hele s elser B lfanger kWh/å eal m ² 4,3 2124 4,3 2124 4,3 2124 4,3 2124 4,3 2322 8,6 3308 8,6 300 8,6 300 8,7 400 8,7 4000000000000000000000000000000000000	forbrug (kWh/år) rmebehov A 6252 rmebehov B varmebehov hele sommeren, E elser Bruttoydelse lfanger kWh/år kWf eal m ² pr m ² 4,3 2124 49 4,3 6,45 2822 65 8,6 3308 76 8,6 3308 76 8,6 3308 76 8,6 12,9 20,9 20,9 20,9 20,9 20,9 20,9 20,9 2	forbrug (kWh/år) rmebehov A 6252 rmebehov B varmebehov hele sommeren, B: samme h elser Bruttoydelse Ifanger kWh/år kWh/år k ¹ eal m ² pr m ² 4,3 2124 494 4,3 2822 656 8,6 3308 769 8,6 3308 769 8,6 3308 769 8,6 12,9 20,9 20,9 20,9 20,9 76 4,3 9,9 76 4,3 9,9 76 4,3 9,9 76 4,3 9,9 76 4,3 6,45 14,7 96 8,6 17,4 94 8,6 17,4 94 12,9 20,9 20,9 20,9 20,9 20,9 20,9 20,9 2	smebehov A 6252 rmebehov hele sommeren, B: samme hus, radiator Nettoydelse A 3 2124 494 1887 4,3 2124 494 1887 4,3 2124 494 1887 4,3 2124 494 1887 adata pr m ² 2386 2386 Solfangerareal hele 5 mdr. 4 m m ² A for 12 6,6 17.1 Energibesparelse (incl. sparet tomgangstab) congangstab: 100 W periode fyret er slukket	forbrug (kWh/år) rmebehov A 6252 rmebehov B varmebehov hele sommeren, B: samme hus, radiatorer lukket of elser Bager Bruttoydelse Mager kWh/år kWh/år 4,3 2124 494 1887 439 4,3 2124 494 1887 439 4,3 2822 656 2386 555 8,6 3308 769 2711 630 12,9 20,9 2711 630 30 ngsgrader Rumvarme % % % 4,3 9,9 76 104 4,3 4,3 9,9 76 104 4,3 6,45 14,7 96 124 8,6 12,9 20,9 20,9 20,9 103 8,6 12,9 20,9 20,9 20,9 103 8,6 12,9 20,9 20,9 103 8,6 12,9 20,9 20,9 103 8,6 12,9 20,9 20,9	forbrug (kWh/år) rmebehov A 6252 brugs svarmebehov hele sommeren, B: samme hus, radiatorer lukket om Sommeren ker elser Bruttoydelse Nettoydelse Leveret i var kWh/år kWh/år kWh/år 4,3 2124 494 1887 439 64 4,3 2124 494 1887 439 64 4,3 2124 494 1887 439 64 4,3 2124 494 1887 439 64 4,3 2124 494 1887 439 64 4,3 2822 656 2386 555 91 8,6 3308 769 2711 630 101 102,9 20,9 103 107 104 158 4,3 9,9 76 104 158 117 6,45 14,7 96 124 174 16,6 12,9 20,9 20,9 117 13 117 8,6 12,9 20,9 20,9 <td>forbrug (kWh/år) rmebehov A 6252 brugsvandforbrug warmebehov hele sommeren, B: samme hus, radiatorer lukket om sommeren. ikser Bruttoydelse Nettoydelse Leveret til rumvarme ifanger kWh/år kWh/år kWh/år kWh/år 4,3 2124 494 1887 439 618 6,45 2822 656 2386 555 919 8,6 308 769 2711 630 1091 ngsgrader Rumvarme Kumvarme kr kr Solfangerareal hele 5 mdr. 4 mdr. 3 mdr. hele året 4,3 9,9 76 104 158 51,1 4,3 9,9 76 104 158 51,1 4,3 9,9 76 104 158 51,1 4,3 17,4 94 103 117 64,0 12,9 20,9 20,9 104 158 51,1 2,9 20,9 20,9 103 117 64,0 12,9</td> <td>forbrug (kWh/år) mæbehov A 6252 brugsvandforbrug 2547 rmebehov B varmebehov hele sommeren, B: samme hus, radiatorer lukket om sommeren. Leveret til rum-varme Leveret til rum-varme Leveret til rum-varme Leveret brugsva ifanger kWh/år kWh/år kWh/år kWh/år kWh/år kWh/år kWh/år kWh/år kWh/år kWh/år kWh/år kWh/år 4,3 2124 494 1887 439 618 1302 6,45 2822 656 2386 555 919 1513 8,6 3308 769 2711 630 1091 1629 12,9 20,9 20,9 1091 1629 1629 20,9 20,9 76 104 158 51,1 78 4,3 9,9 76 104 158 51,1 78 4,3 9,9 76 104 158 51,1 78 6,45 14,7 96 124 174 59,4 89 8,6 17,4 94 103 117 64,0 95 12,9 20,9 20,9</td> <td>forbrug (k\%h/år) truebehov A 6252 truebehov hele sommeren, B: samme hus, radiatorer lukket om sommeren. Leveret til rum- varme Leveret til rum- brugsvand Leveret til rum- varme Leveret til rum- brugsvand 4.Wh/år kWh/år 4.Wh/år kWh/år Atwin/år kWh/år Atwin/år kWh/år Atwin/år kWh/år Atwin/år kWh/år Atwin/år kWh/år Atwin/år kWh/år kWh/år Brugsvand Brugsvand</td>	forbrug (kWh/år) rmebehov A 6252 brugsvandforbrug warmebehov hele sommeren, B: samme hus, radiatorer lukket om sommeren. ikser Bruttoydelse Nettoydelse Leveret til rumvarme ifanger kWh/år kWh/år kWh/år kWh/år 4,3 2124 494 1887 439 618 6,45 2822 656 2386 555 919 8,6 308 769 2711 630 1091 ngsgrader Rumvarme Kumvarme kr kr Solfangerareal hele 5 mdr. 4 mdr. 3 mdr. hele året 4,3 9,9 76 104 158 51,1 4,3 9,9 76 104 158 51,1 4,3 9,9 76 104 158 51,1 4,3 17,4 94 103 117 64,0 12,9 20,9 20,9 104 158 51,1 2,9 20,9 20,9 103 117 64,0 12,9	forbrug (kWh/år) mæbehov A 6252 brugsvandforbrug 2547 rmebehov B varmebehov hele sommeren, B: samme hus, radiatorer lukket om sommeren. Leveret til rum-varme Leveret til rum-varme Leveret til rum-varme Leveret brugsva ifanger kWh/år kWh/år kWh/år kWh/år kWh/år kWh/år kWh/år kWh/år kWh/år kWh/år kWh/år kWh/år 4,3 2124 494 1887 439 618 1302 6,45 2822 656 2386 555 919 1513 8,6 3308 769 2711 630 1091 1629 12,9 20,9 20,9 1091 1629 1629 20,9 20,9 76 104 158 51,1 78 4,3 9,9 76 104 158 51,1 78 4,3 9,9 76 104 158 51,1 78 6,45 14,7 96 124 174 59,4 89 8,6 17,4 94 103 117 64,0 95 12,9 20,9 20,9	forbrug (k\%h/år) truebehov A 6252 truebehov hele sommeren, B: samme hus, radiatorer lukket om sommeren. Leveret til rum- varme Leveret til rum- brugsvand Leveret til rum- varme Leveret til rum- brugsvand 4.Wh/år kWh/år 4.Wh/år kWh/år Atwin/år kWh/år Atwin/år kWh/år Atwin/år kWh/år Atwin/år kWh/år Atwin/år kWh/år Atwin/år kWh/år kWh/år Brugsvand Brugsvand		

Tabel XVII"Udvidet brugsvandsanlæg" til lavenergihus, el-back up.

Udv	videt b	orugsvandsa	nlæg, lave	nergihus,	el back ι	ıp.							
Contraction of California		brug (kWh,			555053-1500300-1000000000000000000000000	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~	ana anna a cannainn an Canadainn a cannaidh a	9479449457474418937249215444-84-010-894898	งกองแข _อ งสุดอาสารทางการของการของสารทางสารไปออกไทยได้ไ	eethat weekeen op aan de kerken kaar mee kaar de	<u>2049/094894094004004000000000000000000000</u>	1544 2012 10 2014 2012 10 2012 10 2014 2015 10 2014 2015 10 2014 2015 10 2014 2015 10 2014 2015 10 2014 2015 10	
	0	ebehov A						hn	ugsvandforbr	ug 2547			
			V2324					01	agsvanaroror	а <u>р</u> 20047			
		ebehov B	1			a nadiata	nor burbot	0.000 (10.000)00					
eentersoon contraction of	rumvai Ydelse	rmebehov h	ele somm Brutto		samme nu	Nettoy	201222220202000000000000000000000000000		et til rum-	Leveret t	*****	Varmetab	
					Q., 1	-		v	arme	brugsvan		tank	
	solfa: areal		₩h/år	kWh/ pr m²	ar kW	/h/år	kWh/åi pr m²		Wh/år	kWh/år	11222002010000000000000000000000000000	kWh/år	
A		· · ·	1853	431	-	1717	399		593	1132		136	
B A A	6		2463 2936	573 683		2198 2565	511 596		861 1091	1347 1483		265 371	
B A A	8 11 20	3,6	3643	847		3105	722		1464	1654		538	
Dæ		grader	Rumvari	ne						Brugsva	nd		
		Solfangera m ²		hele ret %	5 mdr. %	4 m 9	dr. %	3 mdr. %	hele året kr	5 mdr. %	4 mdr. %	3 mdr. %	
A	1	4,3	2009-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0	9,5	64	٤	33	115	44,5	72	77	84	
E A		4,3 6,45		13,8 82)0	116	52,9	84	88	94	
A E		8,6 8,6 12,9 20,9		17,4)3	117	58,2	91	94	97	
A A				23,4 102		10)6	118	65,0	98	99	98	
ZANI Durontin dilator		20,9 Energibesparelse (incl. sparet tomgangstab) tomgangstab: 100 W					Tilladelig anlægspris omregningsfaktor: 18,02 kr/kWh						
			periode	e fyret er	slukket			period	e fyret er slu	kket			
	so	lfangerarea m²	l hele kWh		mdr. Wh/år	4 mdr. kWh/år	3 mdr. kWh/å	hele å r kr	ret 5 md kWh/		3 mdr. kr	pris for brugs- vandsanlæg kr	
A		4,3	171	. 7	007/102033030000000000000000000000000000000	nezana nezanete eta segun de teta neza neza nezanete		3093	8			26200	
B A A		4,3 6,45 8,6	219 250					3961 4621				30285 37380	
B A A		8,6 12,9 20,9	310)5				5595	2			51570 77970	

Tabel XVIII"Drain back rumvarmeanlæg" til lavenergihus, el-back up.

							and a second	LOUIS CONTRACTOR CONTRACTOR	ning and a second s In a discrimination of the second s	and a second s		
Drain	back rumv	armeanla	eg til lavene	ergihus,	el-back u	p	auguren menter (D), og av gans de antres	NEW WARMAN BOLSON DOWNSING THE DESIGN	2009 e-terraria a Los Zouros convulsión den	01005500000000000000000000000000000000	940 (140-150-1410) (400-150-150-150-150-150-150-150-150-150-1	
Årlige	forbrug (k	Wh/år)										
Rumva	armebehov	A 625	2					brug	svandforbru	g 2547		
Rumva	armebehov	В										
A: run	nvarmebeh	ov hele s	ommeren, l	B: samm	e hus, ra	diatorei	r lukket o	m sommere	en.	********		anandanyanya katalanya katalanya katalanya katalanya katalanya katalanya katalanya katalanya katalanya katalany
Yd	lelser	В	ruttoydelse		Ne	ettoydel	lse		til rum- rme	Leveret brugsva		Varmetab tank
	olfanger real m²	kWh/	ir kW prm	h/år 2	kWh/år		kWh/år pr m²	kW	h/år	kWh/	år	kWh/år
A B	4,3 4,3	2124	4	94	1887		439	6	18	1302	2	237
A A B A A	4,3 6,45 8,6 12,9 20,9 20,9	2822 3308		56 69	2386 2711		555 630		19)91	1513 1629	1	435 597
Dækn	lingsgrader	Ru	nvarme							Brugs	wand	
	Solfang m		hele året %	5 mo %		4 mdr. %	3 :	mdr. %	hele året kr	5 mdr. %	4 mdr %	. 3 mdr. %
A		,3	9,9 76			104		158	51,1	78	82	89
B A B A A	6 8 8 12 20	,3 ,45 ,6 ,2,9),9),9	14,7 17,4	96 94		124 103		174 117	59,4 64,0	89 95	92 96	96 98
	n na sa n Na sa na s		Energibes cl. sparet to tomgangsta	mgangs				Tilladeli omregni	g anlægspris ngsfaktor: 1	8,02 kr/kW	h	
		p	eriode fyret	er slukl	cet			periode	fyret er sluk	ket		
	solfanger m²	rareal	hele året kWh/år	5 md kWh/		ndr. h/år	3 mdr. kWh/år	hele året kr	5 mdr. kWh/år	4 mdr. kr	3 mdr. kr	pris for brugs- vandsanlæg kr
A	4,3		1887	0000	an a nachara a tana dan dan na man	susannun ocensistetete	1922-1923-1994-1994-1994-1994-1994-1994-1994-199	33997	98-99-90-90-90-90-90-90-90-90-90-90-90-90-		gygenering a de soo in tre d'Anton Andréa (Antonia Andréa)	26200
B A A	4,3 6,4 8,6	5	2386 2711					43002 48846				30285 37380
B A A	8,6 12,9 20,9)					nde entruggingen - entruggingen - entruggingen -					51570 77970

Tabel XIXStore anlæg til institutioner og boligejendomme, drain back rumvarme-
anlæg.

	n Baran Mala Mahalan na mang Palaman kananan na mengan Dari manan kanan kang bara na mang kang bara kang b	Sen Lei Black Wale Wale and an Element of State	nte autorio da la companya de anticipada de cana de la alterna de la alterna de la desensa de la desensa de la Companya de la desensa de la companya de la desensa de l					Nie of the second the second	nd en octobritado en la constante en esta de la desta en antes es a en octobritado de la constante de la constante en la constante en la constante en la constante en la const	،			
Årli	ge forbrug ((kWh/år)	99999anian ya 1994 maga ang mang mang mang mang mang mang	aan kaan ammad da ammad ay ammad ay ahaa ahaa ahaa ahaa ahaa ahaa ahaa	ling of high interactions and the second	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~			200-veter/1997/ter/to/QueepictSon-vet				
Run	nvarmebeho	v A 14072	2				brugsva	ndsforbru	ıg A 2547				
Run	warmebeho	v B 42216					brugsva	ndsforbru	ıg B 7641				
Run	warmebeho	v C 12665	57				brugsva	ndsforbru	ıg C 2292.	3			
Ŋ	(delser	Bru	ttoydelse		Nettoydelse	L	everet til		Lever			rmetab	
veroe overallen som en fickliviser av etter	solfanger areal m²	kWh/år	kWh/år pr m²	kWh/	år kW pr:	∕h/år m ^g	varme kWh/å		brugsv kWh			tank Wh/år	
A B C	4,3 4,3 4,3	1973 2333 2990	459 543 602	180 234 269	7 5	19 46 27	536 257 84		131 213 264	\$1	1	171 - 13 - 106	
Dæk	ningsgrade	Rumy	/arme				Brugsva	nd					
		gerareal n ²	hele året %	5 mdr. %	4 mdr. %	3 mdr %	. he	ele året %	5 md %	lr.	4 mdr. %	3 mdr. %	
A B C	4	13 13 13 13	3,8 0,6 0,1				ne hi gourne e generation	51,8 27,9 11,5					
		Energibesp l. sparet ton omgangstab:	1gangstab)						nlægspris r: 10.6 kr/	′kWh			
	pe	riode fyret e	r slukket			periode fyret er slukket							
	sol- fanger areal m ²	0 uger kWh/år	20 uger kWh/år	16 uger kWh/år	14 uger kWh/år	12 uger kWh/år	0 uger kr	20 uger kr	16 uger kr	14 uger kr	12 uger kr	pris for brugs- vands- anlæg kr	
A B C	43 43 43	1803 2347 2697				98-08-013-014-09-04-09-04-04-04-04-04-04-04-04-04-04-04-04-04-	19107 24877 28588			generality weiter Mitte De Conseque d'Ann		26200	

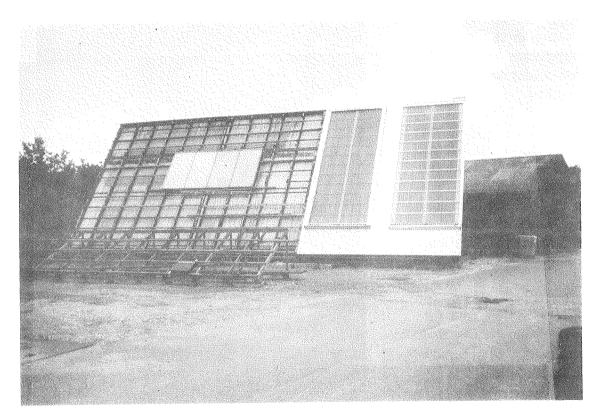
ţ

5 Forsøgsanlæg

Som en del af nærværende projekt, blev der opført et forsøgsanlæg til kombineret rumopvarmning- og brugsvandsopvarmning på Laboratoriets forsøgsareal.

Anlægget blev opført med det formål at afprøve nogle funktionsprincipper og er ikke tænkt som et prototype anlæg.

Et principdiagram af anlægget er vist på Figur 31.



Figur 29 Forsøgshallen ved Laboratoriet for Varmeisolering. Rumvarmeanlæggets 4 solfangere er anbragt til venstre.

Anlægget er især karakteriseret ved følgende 3 konstruktionsprincipper:

- 1. Low flow anlæg med udnyttelse af stratificering.
- 2. Lagring af solvarme i brugsvandsbeholderen og eventuelt i separat rumvarmebeholder.
- 3. Drain Back i solfangerkredsen.

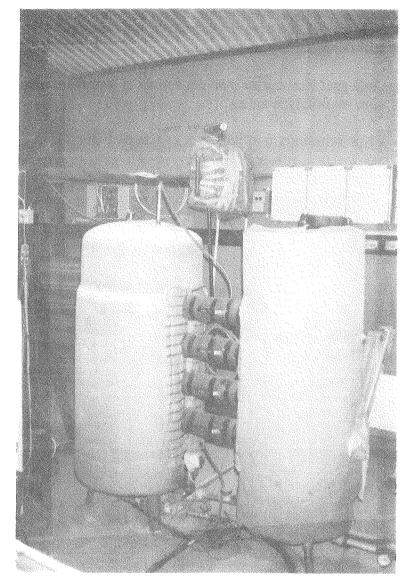
ad 1) Anlægget er designet som et low flow system, det vil sige med lille flow i solfangerkredsen (0,15 l/min m² solfanger), samt med det varme rør fra solfangeren gående ind i toppen af kappen i varmtvandsbeholderen.

Anlægget er opbygget således at der forsøges etableret så stor en temperaturstratificering som overhovedet muligt i de to beholdere.

Returrøret fra radiatorerne er ført ind i et fordelerrør i rumvarmebeholderen således at vandet fra dette rør vil lagre sig i det lag i beholderen som svarer til den indkommende temperatur.

Systemet er måske det første af sin art som forsøger at udnytte low flow princippet til rumopvarmningsformål.

ad 2) Forsøgsanlægget er opbygget med to beholdere. Ved mindre dækningsgrader vil man kunne klare sig med lagring i





Anlæggets to beholdere. VVB til venstre og solvarmelagerbeholder til højre. Tømmebeholderen er monteret på væggen bagved.

brugsvandet og kan derfor undvære lagerbeholderen, hvilket giver det enkleste og billigste anlæg. Ved større dækningsgrader vil lagring i brugsvandet medføre for stort et brugsvandsvolumen (vandet bliver "gammelt"). Der må derfor suppleres med ekstra lagervolumen. Ved at udføre lagring i to beholdere opnås, at der kan benyttes billige massefremstillede beholdere, samt at der kan opnås stor fleksibilitet ved opbygningen af lagervolumenet.

Dette er vigtigt da rumvarmeanlæg formentlig til en start ikke vil kunne produceres som standard anlæg med standardiserede komponent størrelser. Endvidere opnås større muligheder for at kunne placere beholderne, idet disse kan udføres i størrelser der kan passere gennem en dør.

I forsøgsanlægget er det valgt at undersøge anlæggets funktion med to beholdere da dette er det mest komplicerede.

Varmevekslingen mellem de to beholdere sker ved selvcirkulation gennem forbindelsesrørene.

ad 3) Solfangerkredsen er udført som et lukket drain back system.

I forsøgsanlægget har dette den fordel, at der undgås varmeveksling mellem solfangerkredsen og radiatorkreds samt at der spares udgift til glucol.

Endvidere undgås der kogningsproblemer hvilket jo kan være specielt vanskeligt at håndtere for de anlæg til rumopvarmning som er overdimensionerede i sommerperioden med henblik på at opnå en højere dækningsgrad. Såfremt disse anlæg udføres uden specielle foranstaltninger, vil der være meget stor risiko for udkogning i perioder uden rumvarmeforbrug eller risiko for at temperaturen i solfangeren kommer så højt op, at der opstår problemer med nedbrydningen af glucolen (110 - 120°C). Ved nogle af de anlæg med drain back som tidligere har været opført (Ejby) har der været driftsproblemer, og det har været et af formålene at indkredse arten af disse driftsproblemer på laboratoriebasis.

Forsøgsanlæggets drain back system er specielt ved at være udført som et i princippet lukket system således at trykket i systemet går op når temperaturen i solfangeren når over 100°C.

Der er naturligvis indføjet en sikkerhedsventil i solfangerkredsen, men denne er indstillet til åbning ved 2,5 bar, altså ved en temperatur på ca. 125 °C.

Solfangeren styres således at solfangerpumpen stoppes ved temperaturer højere end ca. 110 °C.

Fordelen ved at udføre solfangerkredsen lukket er at der undgås ilt i kredsen, og derfor ikke behøver at blive benyttet korrosionsbestandige materialer (reference [19]).

Det kan naturligvis være interessant i praksis at se om solfangerkredsen kan fungere uden åbning af sikkerhedsventilen, og dermed efterfølgende luftindtrængen. Såfremt solfangerkredsen opstartes på et tidspunkt hvor solfangertemperaturen er højere end ca. 125 °C vil der i et tidsrum være høj temperatur og tryk i solfangeren, hvorved der skulle være fare for åbning af sikkerhedsventil og afsmidning af vand.

De praktiske erfaringer med anlægget vil blive gennemgået senere, men det skal dog allerede her anføres, at der ikke har været problemer i solfangerkredsen.

5.1 Solvarmeanlæggets komponenter

Ved opbygningen af anlægget er der for en del af komponenternes vedkommende blevet benyttet komponenter som har været anvendt i tidligere forsøg på laboratoriet. Herved har det været muligt at opføre anlægget billigt, men nogle af komponenterne er måske ikke de ideelle til anlæg af denne type.

Da det imidlertid ikke har været hensigten at opbygge et prototype anlæg, men derimod at afprøve nogle principper, har ovennævnte forhold været uden betydning for forsøgets gennemførelse.

5.1.1Solfanger

Der er benyttet 4 stk. solfangere af fabrikat Dansk Solvarme (tidligere model fra Islev Solvarme).

Dæklag:	1 lag glas
Absorber:	kanalplade, rustfrit stål
belægning:	Maxorb selektiv folie
Transparent areal:	1,93 m ² pr. panel
Væskeindhold:	1,6 liter pr. panel

Solfangereffektivitet: (målt ved Laboratoriet for Varmeisolering)

 $\eta = 0,79 - 3.4 \frac{Tm - Ta}{I} - 0,016 \frac{(Tm - Ta)^2}{I}$

hvor:

- Solfangerens effektivitet n:
- Middeltemperatur af væske i solfanger °C T_m:
- °C T_a : Udelufttemperaturen W/m^2
- Ľ Bestrålingsstyrke

Den benyttede solfanger er næppe den ideelle til formålet idet den ikke drænes helt ved tømning. I forsøgsperioden har dette dog ikke afstedkommet problemer. Ved nye anlæg må der imidlertid nok anbefales, en solfanger af typen med Sunstrip absorbere eller lignende, og vandret liggende manifold.

5.1.2Lagerbeholdere

Brugsvandsbeholder med kappe: 280 liter. Rumvarmebeholder: 200 liter.

Tømmebeholderen er på 30 liter. Størrelsen er bestemt således, at den kan indeholde hele væskevoluminet fra solfangerne når disse tømmes, samt således at luftvoluminet i beholderen når solfangerne er i drift er stort nok til at optage væskens ekspansion ved opvarmning uden for stor trykstigning.

5.1.3 Styring

Solfangerpumpen styres med en differenstermostat og en absolut termostat. (Se Figur 31, se side 70). Differenstermostaten starter pumpen når solfangeren er varmere end bunden af lagerbeholderen. Den absolutte termostat stopper solfangerpumpen hvis temperaturen i solfangeren når over 110°C således at der er risiko for kogning.

Herved drænes solfangerne.

Der er efter forsøgsanlæggets etablering kommet en styring på markedet som kan klare funktionerne af både differenstermostaten og den absolutte termostat i den samme styringsenhed.

5.2 Måleudstyr

Forsøgsanlægget blev opført i slutningen af august 1990, hvorefter måleudstyret blev monteret og målingerne påbegyndt den 7. september.

Som måleudstyr blev der anvendt en Solartron datalogger.

Temperaturmålingen blev foretaget med kobber/konstantan tråd og flow blev registreret med Brunata flowmålere.

Samtlige temperaturer og flow blev udskrevet hver 10. minut, og ud fra disse værdier er energimængderne udregnet.

Hvilke temperaturer og flow, der er blevet målt fremgår af Figur 32 (se side 71).

5.3 Driftserfaringer

5.3.1 Funktion af solfangerkreds

5.3.1.1 Drain back system

Drain back systemet har fungeret uden problemer i forsøgsperioden.

Umiddelbart efter etablering af anlægget, men før måleudstyret var etableret var der nogle dage med klar solskin, og varmt vejr.

Der blev i denne periode foretaget opstart af solfangeren midt på dagen, på et tidspunkt hvor temperaturen kan antages at have været oppe på omkring 160°C i solfangeren.

Ved opstarten kunne det konstateres, at der så snart væsken nåede op i solfangeren blev produceret damp.

Denne kondenserede imidlertid i tømmebeholderen uden at trykket steg udover sikkerhedsventilens åbningstryk.

Det blev ved måleserien endvidere konstateret at den normale solfangerfølerplacering i udløbsrøret fra solfangeren ikke virkede for drain back-systemet idet solfangerkredsen før placeringen blev ændret startede for sent.

Den varmetransport der sker ved selvcirkulation af luften i solfangeren når den ikke er i drift var således ikke nok til at opvarme solfangerføleren. Efter at følerplaceringen blev ændret til en placering på selve absorberpladen startede anlægget som det skulle.

På Figur 33 (se side 72), er vist solfanger- og lagertemperaturen for en dag med den forkerte følerplacering og en dag hvor placeringen er ændret.

5.3.1.2 Støj i solfangerkredsen

Ved normal drift er der ikke konstateret støj i solfangerkredsen. Fordelerrøret som er indsat i tømmebeholderen er formentlig medvirkende til at der ikke høres plaskelyde fra denne.

Kun når solfangerkredsen er opstartet ved temperaturer over 100° har der kunnet høres en hvislen af damp i systemet når dette er strømmet fra solfangeren til kondensering i tømmebeholderen.

5.3.1.3 Frost problemer

Selvom anlægget har kørt i perioder med frost, er der ikke konstateret frysning nogen steder i solfangerkredsen. Dette på trods af at rør i solfangerkredsen forløber over lange stræk i det fri.

Ved tilstrækkelig lave frostgrader er der dog ikke tvivl om at der vil forekomme frysning i røret til solfangeren når anlægget opstartes, og væsken bringes til at cirkulere i rør der måske er - 10°C.

Den bedste måde at undgå frysning på vil naturligvis være hvis rørene i solfangerkredsen kan føres indendørs, men ellers vil den nemmeste måde at håndtere problemet på formentlig være forvarmning af rør ved el-varmetråd (som startes automatisk for eksempel 10 min. før opstart af solfangerkreds), eller ved at forhindre anlægget i at starte når temperaturen når under for eksempel - 5°C.

5.3.2 Stratificering i tanken

Det er ved målingerne konstateret at temperatur stratificering finder sted i tankene som forventet.

Brugsvandet tappes via et rør der er ført ind fra bunden af brugsvandsbeholderen til toppen. Det kolde vand føres ind i bunden.

På Figur 34 (se side 72), er vist hvorledes temperatur profilen ændrer sig i brugsvandsbeholderen under tapningen. Der ses at være god stratificering. Der er ved tapningen flow i solfangerkreds og i radiatorkreds således at stratificeringen udjævner sig efter nogen tid.

På Figur 35 (se side 73), er vist temperaturforhold i de to tanke under tilførsel af varme fra solfangeren. Det ses at der også her opnås god stratificering i begge tankene.

Ligeledes er på Figur 34 (se side 72), vist hvorledes temperaturlagdelingen der fremkommer under tapningen i brugsvandsbeholderen forplanter sig til rumvarmebeholderen.

5.4 Sammenligning af målte og beregnede ydelser

Der er i perioder foretaget sammenligninger af de målte ydelser på forsøgsanlægget og ydelser beregnet ved hjælp af EMGP3 modellen. De beregnede ydelser er beregnet ud fra 10 minutters klimadata målt ved Laboratoriet for Varmeisolering. Det er ikke forsøgt at foretage en egentlig validering af edb-modelopsætningen, da dette formentlig vil kræve mere detaljerede målinger end der er foretaget.

Målte og beregnede ydelser for nogle dage i november er vist på Figur 35 (se side 73). Beregningerne er foretaget med de ovenfor anførte parametre vedrørende komponenter, samt med en samlet varmetabskoefficient for de to beholdere på 8.9 W/°C.

Med modelopsætningen er der endvidere foretaget beregninger med og uden tømmebeholder. De beregnede ydelser var dog de samme i de to tilfælde.

5.5 Samlet vurdering

Alt i alt har solfangerkredsens drain back system fungeret yderst tilfredsstillende, og det kan anbefales at arbejde videre med dette princip for at opnå flere erfaringer, idet drain back systemet har fordele i forhold til den traditionelle solfangerkreds med glucol.

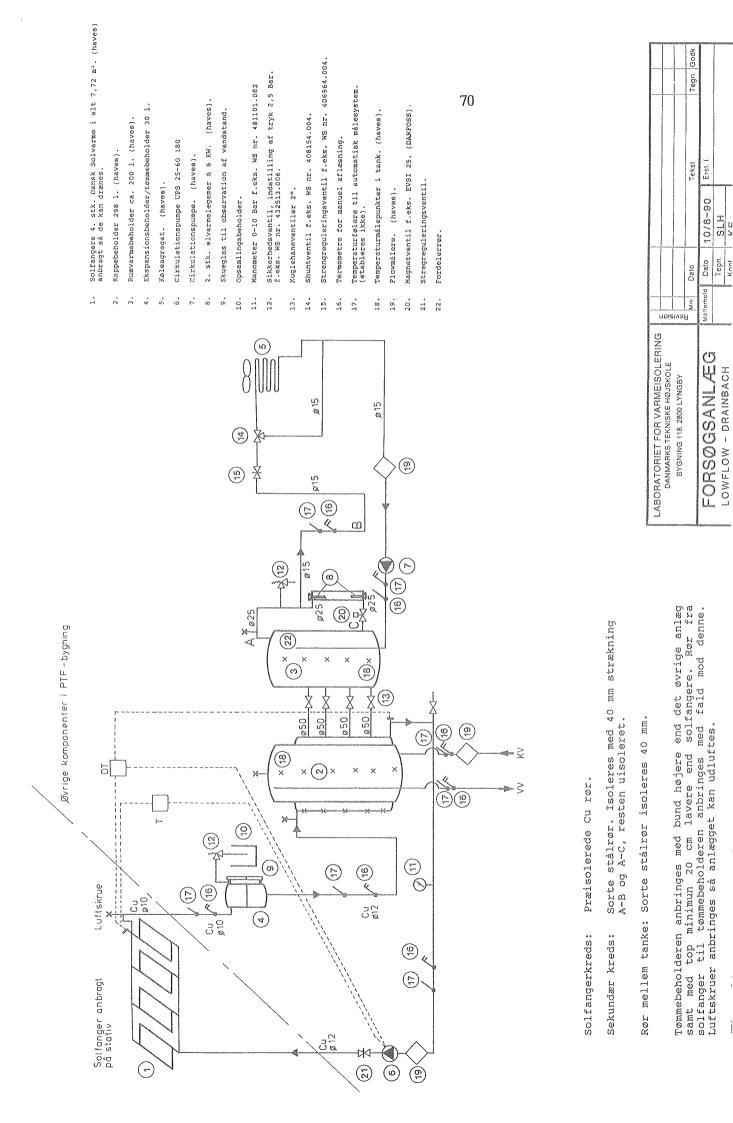
Fordele ved drain back:

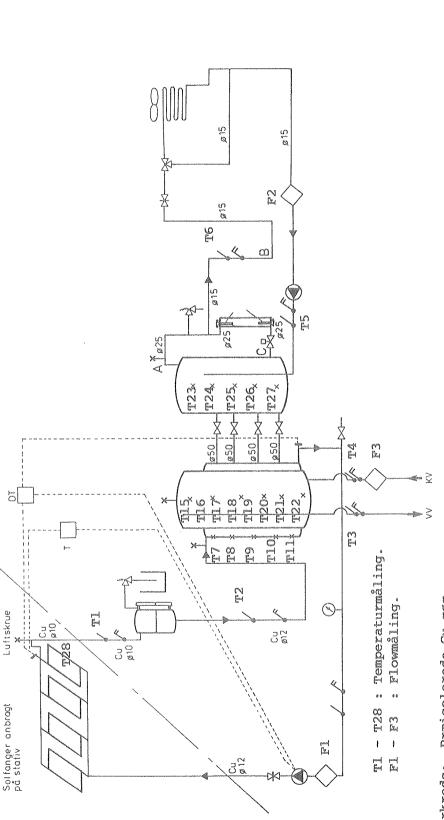
- 1. Billigere solfangerkreds
 - 1.1 Tømmebeholderen er billigere end ekspansionsbeholder.
 - 1.2 Der spares glucol.
- Kogningsproblemer kan undgås, (hvilket er specielt betydende ved anlæg til rumopvarmning.
 2.1 Nedbrydning af solfangervæsken ved høje temperaturer undgås.
- 3. I systemet til rumopvarmning kan eventuelt spares en varmeveksler.

Ulemper:

- 1. Solfangerne skal placeres præcist i forhold til vandret således at de kan drænes fuldstændigt.
- 2. Der bør foretages nøjere bestemmelser af om der for nogle udformninger er risiko for frysning i solfangeren eller i det udvendige rørsystem.

Det benyttede drain back system er endvidere karakteriseret ved at tømmebeholderen også fungerer som ekspansionsbeholder hvorved udgift til denne er sparet.





Solfangerkreds: Præisolerede Cu rør. Sekundær kreds: Sorte stålrør. Isolere

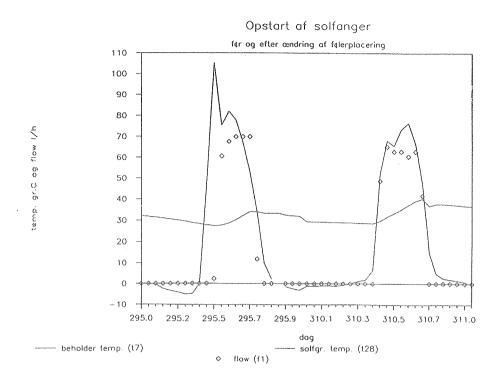
Sorte stålrør. Isoleres med 40 mm strækning A-B og A-C, resten uisoleret.

Rør mellem tanke: Sorte stålrør isoleres 40 mm.

Tømmebeholderen anbringes med bund højere end det øvrige anlæg samt med top minimum 20 cm lavere end solfangere. Rør fra solfanger til tømmebeholderen anbringes med fald mod denne. Luftskruer anbringes så anlægget kan udluftes.

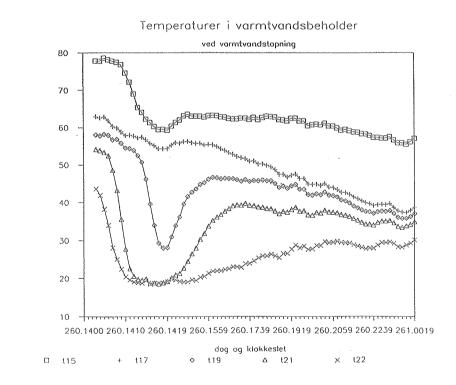
Figur 32 Forsøgsanlæg, målepunkter.

I ABORATORIET FOR VARMEISOI ERING					
DANMARKS TEKNISKE HØJSKOLE					
BYGNING 118, 2800 LYNGBY	1119				
	ਸ ਸ	Dato		Teksl	Tegn Godk
FORSORSANI FG	MAIlorh	Mattorhold Dato	10/8-90	Erst f	
		Tegn	N SLH		
LOWFLOW - UHAINBACH		Konf	т Ш	-	
BRUGSVAND + RUMOPVARMNING		Godk		Erst af	
DENNE TEGNING MÅ IKKE OVERLADES TIL KOPIERES ELLER UDNYTTES AF UVEROMMENDE	ES TR	KOPIERES E	ILER UDNYTTES	AF UVEDKOMMENDE	



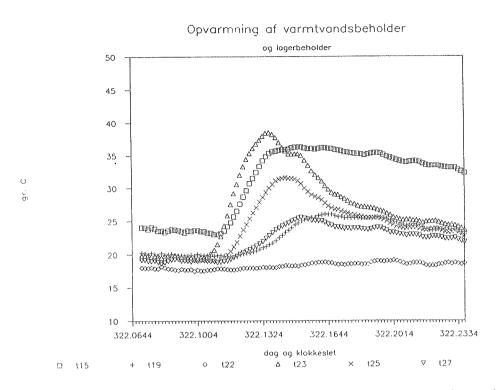
Figur 33 Solfanger og lagertemperaturer ved opstart af solfanger.

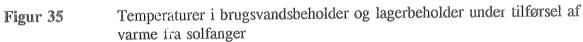
U

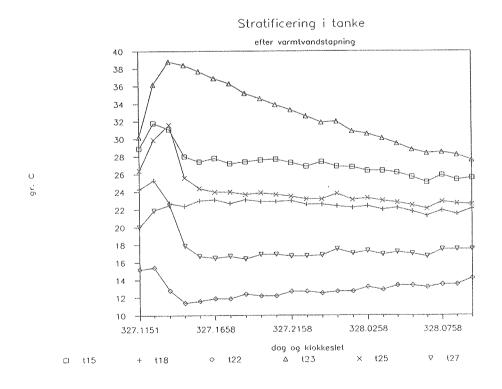


Figur 34 Temperaturer i brugsvandsbeholder under tapning.

ور. د

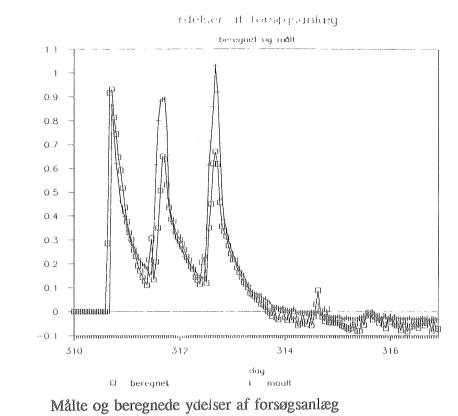








Stratificering i varmtvandsbeholder og lagerbeholder efter tapning



Figur 37

r wn

Referencer

- 1. Laboratoriet for Varmeisolering, Instituttet for Husbygning og Laboratoriet for Varmeog klimateknik: DTH Nul-energihus. Zero-energy-house. 1977.
- 2. "Solvarmeanlæg til rumopvarmning. En udredning baseret på 2 års målinger på anlæg i Greve og Gentofte". Energiministeriets solvarmeprogram. Rapport nr. 15. Svend Erik Mikkelsen, Leif Sønderskov Jørgensen, Teknologisk Institut, Varmeteknik, Laboratoriet for Varmeisolering, DTH.
- 3. "Solvarmeanlæg til rumopvarmning og varmt brugsvand, Demonstrationsanlægget i Ejby". Energiministeriets solvarmeprogram. Rapport nr. 41. Nick Bjørn Andersen, Laboratoriet for Varmeisolering.
- "Fordele ved små volumenstrømme i solvarmeanlæg. Måling på 3 små brugsvandsanlæg". Simon Furbo, Laboratoriet for Varmeisolering. Meddelelse nr. 188, december 1987.
- 5. "Højtydende solvarmeanlæg med små volumenstrømme, eksperimentelle undersøgelser". Simon Furbo, Laboratoriet for Varmeisolering, Danmarks Tekniske Højskole. Meddelelse nr. 205, marts 1989.
- 6. "Små low flow solvarmeanlæg til brugsvandsopvarmning status". Simon Furbo. Laboratoriet for Varmeisolering, Danmarks Tekniske Højskole. Oktober 1990, Rapport nr. 90-7.
- 7. "Solvarmeanlæg med kombivarmelager til lagring af solvarme og nat-el". Januar 1988, Teknologistyrelsen 1984 - 144/001 - 84.047. Esbensen, Rådgivende Civilingeniører.
- 8. "Demonstration af solvarmeanlæg i el-opvarmede boliger i Hillerød, Grundejerforeningen Favrholmvænget, Hillerød". Teknologistyrelsen 1984 - 144/001-84.448.
- 9. "Måling på rumvarmeanlæg, Sol til gulvvarme". Peter Christiansen og Carsten Wesenberg. Nordvestjysk Folkecenter for Vedvarende Energi. Udført med støtte fra Teknologirådets Styregruppe for Udvikling af Vedvarende Energi. TR-Projektnr. 860436.
- 10. "Målerapport for solvarmeanlæg til rumvarme og brugsvand. Ans Solvarme" Thomas Genborg, Jan Erik Nielsen. Oktober 1989, Prøvestationen for Solvarmeanlæg, Teknologisk Institut.
- 11. "Solar heating in Denmark, Large Danish Solar Heating Plants".
- 12. "Idékonkurrence om varmeanlæg til lavenergihuse", udskrevet af Teknologirådets Styregruppe for Vedvarende Energi, Industri- & Handelsstyrelsen. Konkurrencesekretær: Prøvestationen for Solvarmeanlæg.
- 13. "Målerapport for solvarmeanlæg til rumvarme og brugsvand, Gudumvej 4, Slagelse". Inge Lise Clausen. Prøvestationen for Solenergi, Dansk Teknologisk Institut. Februar 1990.

- 14. V&S Byggedata, Husbygning- brutto 1989
- 15. Prisbogen, Brødrene A&O Johansen A/S, febr 1991
- 16. CEC: Simulation of Thermal Systems, A modular Program with an Interactive Preprocessor (EMGP3), Willie L. Dutré, Katholieke Universiteit Leuven, Belgium, 1991
- 17. "Videnbank- 3 huses opvarmningsbehov" Henrik Lawaetz & Leif Sønderskov Jørgensen, Laboratoriet for Varmeisolering, Intern rapport 1977.
- "Vedvarende energianlæg med plastfjernvarmenet og solvarme-sæsonlagring, Økologisk Landsbysamfund, Torup, Forprojekt," august 1990, Esbensen & Plan-Energi
- 19. Samtale med Finn Yding, Korrosionscentralen vedr. korrosion i det foreslåede system. Som det er udført vil der sandsynligvis ikke forekomme korrosion.
- 20. "Radiatordimensionering". Henrik Lawaetz. Teknologisk Institut, Varme- og Installationsteknik. 1984.
- 21. "Lavtemperatur varmeanlæg, dimensionering af radiatorer". Lars Hallgreen, Otto Paulsen. Teknologisk Institut, Varmeteknik. 1982.
- 22. "Solvarmeanlæg til varmt brugsvand, en udredning baseret på et års målinger på to anlæg". Klaus Ellehauge, Leif Sønderskov Jørgensen, Mads Lange, Svend Erik Mikkelsen, Carsten Nielsen. Laboratoriet for Varmeisolering, Danmarks Tekniske Højskole. Meddelelse nr. 114. Teknologisk Institut, Varme- og Installationsteknik. Energiministeriets Solvarmeprogram-rapport nr. 16. September 1981. ISBN nr. 87-7511-110-1.
- 23. "Projektering af større solfangeranlæg, systemudformninger og diagrammer til beregning af ydelse og tab". Svend Erik Mikkelsen, Laboratoriet for Varmeisolering, Danmarks Tekniske Højskole. Energiministeriets solvarmeprogram, Rapport nr. 48.

Bilag 1

Oversigt over danske projekter indenfor området aktive solvarmeanlæg til rumopvarmning.

I oversigten er ikke medtaget projekter indenfor området passiv solvarme: for eksempel solvægge, tagrumsolfangere m.m.

Endvidere er heller ikke medtaget projekter indenfor området solvarme til fjernvarme.

Bevillingsstørrelsen er angivet i 1000 kr.

EFP eller TR. nr. Institution Bevilling

Energiforskningsprogrammet

76-78 LfV Demonstrationsanlæg i Greve og Gentofte Rapport: "Solvarmeanlæg til rumopvarmning, en udredning baseret på 2 års målinger i Greve og Gentofte", 1981.(reference [2])

82-85 LfV Anlæg til rumopvarmning (Ejby) Rapport: "Solvarmeanlæg til rumopvarmning og varmt brugsvand, demonstrationsanlægget i Ejby", 1988. (reference [3])

88 LfV 500 Udvikling af konkurrencedygtige solvarmeanlæg til kombineret brugsvand- og rumopvarmning. (dette projekt)

Teknologiråds- eller Energistyrelses projekter

84.047 E & K 220
Solvarmeanlæg med dual varmelager
Rapport: "Solvarmeanlæg med kombivarmelager til lagring af solvarme og nat-el", jan. 1988. (reference [7])
84.448 S.Aa.Svendsen 220

Sol til el-opvarmede boliger Rapport: "Demonstration af solvarmeanlæg i el-opvarmede boliger i Hillerød", okt. 1988. (reference [8])

86.436 NVJ-Folkecenter 113 Ydelsesmålinger på sol-rumvarmeanlæg Rapport: "Måling på rumvarmeanlæg, Sol til gulvvarme", dec. 1990. (reference [9])

87.080 ANS & PS-TI

Nyt lagrings og styringsprincip for mindre, kombinerede anlæg Delrapport: "Målerapport for solvarmeanlæg til rumvarme og brugsvand. Ans Solvarme", okt 1989. (reference [10])

PlanEnergi

Solvarmeanlæg til varmt brugsvand og rumopvarmning på Bornholms Folkehøjskole. (reference [11])

88.1085 KMEK & PS-TI 50 Måleprojekt for solvarme-naturgasanlæg i lavenergihus Under udførelse. (reference [12])

Prøvestationens bevillinger

PS-TI

Målinger på solvarmeanlæg til rumvarme og brugsvand (for Ringsted Energicenter) Rapport. "Målerapport for solvarmeanlæg til rumvarme og brugsvand, Gudumvej 4, Slagelse", feb. 1990. (reference [13])

PS-TI Målinger på Bornholms Folkehøjskole Under udførelse (juli 1991)

E & K:	Esbensen & Korsgaard (Nu Esbensen)
ANS:	Ans Solvarme
PS-TI:	Prøvestationen for Solenergi, Teknologisk Institut
NVJ-Folkecenter:	Nordvestjysk Folkecenter for Vedvarende Energi
S.Aa.Svendsen:	Svend Aa. Svendsen sammen med grundejerforeningen Favrholmvænget
PlanEnergi:	PlanEnergi Skørping
KMEK:	Københavns Miljø- og Energikontor
LfV:	Laboratoriet for Varmeisolering

Bilag 2.

Beregning af radiatorydelsen med EMGP3

I EMGP3 bestemmes radiatorydelsen ud fra en fastsat varmeoverføringskoefficient (K.F), anført i W pr. °C temperaturforskel mellem radiator og stuetemperatur. Radiatorens eller varmevekslerens effektivitet η bestemmes dernæst af udtrykket:

$$\eta = 1 - e - \frac{K.F}{W}$$

Hvor η er varmekapacitetsflowet.

Radiatorens (eller varmevekslerens) effektivitet er defineret ved:

$$\eta = \frac{T frem - T retur}{T frem - T stue}$$

T frem = fremløbstemperatur til radiator. T retur = returtemperatur for radiator. T stue = stuetemperatur.

I reference [20] er angivet en formel som kan benyttes til at bestemme radiatorydelsen i relation til opgivne katalogværdier for varmeafgivelsen ved fastsatte flow og fremløbs- og returtemperatur på 90°C og 70°C.

Formlen lyder:

$$\frac{Q}{Qo} = \left(\frac{T \ frem \ -20}{70}\right)^{n_1} X \left(\frac{1,08 \ -\eta}{0,8}\right)^{n_2} 2$$

Hvor Q_o er radiatorens ydelse ved fremløbstemperatur og returtemperatur på henholdsvis 90°C og 70°C. Q er ydelsen ved andre temperaturer og flow. n_1 og n_2 er radiatorkoefficienter som er specifikke for den enkelte radiator. n_1 er typisk 1,3 medens n_2 typisk er mellem 1,2 og 2,0.

I det følgende udføres en sammenligning mellem de to formeludtryk.

Det antages at husets årlige opvarmningsbehov er 14073 kWh/år, og at maksimal effekten der skal afgives er 5267 W.

Det antages endvidere at husets radiatorsystem har radiatorkoefficienterne $n_1 = 1,3$ og $n_2 = 1,4$ (panelradiatorer).

Det antages endvidere, at radiatorsystemet kan klare varmeafgivelsen ved en fremløbstemperatur på 65°C og nominelt flow.

I Tabel XX er angivet returtemperaturer og flow beregnet med de to formeludtryk for andre ydelser og fremløbstemperaturer. Varmeoverføringskoefficienten ved EMGP3 formlen er sat så den giver bedst overensstemmelse mellem de to udtryk.

Fremløbstempera- tur	Ydelse	Lawaetz returtemperatur		EMGP3 returtemperatur	
°C	W	°C	l/h	°C	l/h
65	5267	45	230	45	230
65	3000	29	72	26	77
65	1000	19	19	20	22
50	3000	36	183	32	141
50	1000	21	30	20	34
50	500	19	14	20	14
35	1000	26	93	22	66
35	500	21	32	20	29
30	800	26	187	22	89
30	300	21	29	20	26

Som det ses ovenfor er der i de fleste tilfælde rimelig god overensstemmelse mellem returtemperatur og flow - bestemt ved de to beregningsformler.

•

.