

# **LUFT- OG VÆSKE-SOLVARMEANLÆG MED VARMEPUMPE, VP-SOL**

**MÅLING OG BEREGNING**

**Finn Kristiansen  
Søren Østergaard Jensen DTI**



**RAPPORT**

**R-015**

**1998**

ISSN 1396-4011

ISBN 87-7877-020-3

**INSTITUT FOR BYGNINGER OG ENERGI  
DANMARKS TEKNISKE UNIVERSITET**



**IBE**

# **LUFT- OG VÆSKE-SOLVARMEANLÆG**

## **MED VARMEPUMPE, VP-SOL**

### **MÅLING OG BEREKNING**

**Finn Kristiansen  
Søren Østergaard Jensen, DTI**

**Rapport R-015  
1998**

ISSN 1396-4011  
ISBN 87-7877-020-3

**INSTITUT FOR BYGNINGER OG ENERGI  
DANMARKS TEKNISKE UNIVERSITET**

## **PROJEKTDELTAGERE**

IBE: Finn Kristiansen, forskningsadjunkt, civilingeniør  
Bjarne Saxhof, forskningslektor, civilingeniør, projektleder

DTI: Søren Østergaard Jensen, civilingeniør

Aidt Miljø: John Hardis, konsulent  
Torkil Forman, salg og rådgivning

## FORORD

Denne rapport afslutter projektet "Fastlæggelsen af ydelsen for et kombineret luft/væske-solvarmeanlæg VP-SOL". Projektet er støttet af Energistyrelsen under ordningen Udviklingsprogrammet for Vedvarende Energi (UVE), journalnummerne 51181/93-0063, 51181/94-0040 og 51181/95-0066.

Formålet med dette projekt var at måle ydelsen for det forholdsvis nye type luft/væske-solfangeranlæg VP-SOL, samt at vinde erfaring med styringsstrategi og anlæg af denne type. Formålet var desuden ud fra målingerne, at beregne ydelsen for et "normalt år" vha. et egnet simuleringsprogram.

VP-SOL anlægget består af 2 stk. luft/væske-solfangere, en varmepumpe, et ventilationsanlæg samt en 190 liter varmtvandsbeholder.

To stk. luft/væske-solfangere på i alt ca. 6 m<sup>2</sup> er monteret på et enfamiliehus på ca. 91 m<sup>2</sup> i Ølsted, beliggende mellem Frederikssund og Frederiksværk. Solfangernes luftdel har forbindelse til en varmepumpe, som har forbindelse til husets ventilationssystem. Væskedelen fra solfangerne opvarmer det varme brugsvand via en kappebeholder. Varmepumpen leverer varme til ventilationsanlægget og brugsvandsbeholderen, når solvarmeanlægget ikke kan levere tilstrækkelig med energi.

Projektet er gennemført i perioden august 1994 til december 1997.

## RESUMÉ

Der er målt på et luft/væske-solvarmeanlæg med varmepumpe i over et år. Ydelserne for anlægget for et år, er fundet og er sammenlignet med simuleringer foretaget med simuleringsprogrammet KVIKSOL.

Varmetabet for varmtvandsbeholderen er håndberegnet (tildels skønnet), da det har vist sig at være meget svært at måle den energimængde, som varmepumpen yder til varmtvarmtsbeholderen. Tøptemperaturen i beholderen er forholdsvis høj, hvilket skyldes, at varmepumpen altid opvarmer beholderen, når luften til ventilationen opvarmes.

Følerne til differensstyringen til væskepumpen er placeret uhensigtsmæssigt. Hermed yder væskedelen ca. 5 % mindre.

Luften gennem solfangerne bliver styret af differensen mellem rum- og solfangertemperaturen. Luftdifferensstyringen bør ændres således, at luften bliver trukket gennem solfangerne, når solfangernes lufttemperatur er f.eks. 5 K højere end udelufttemperaturen.

Det har vist sig (sammenlignet med simuleringerne) at anlægget under de givne forudsætninger yder som forventet.

Ændres varmepumpen således, at denne kun opvarmer beholderen til max. 55°C kan nettoydelsen for anlægget øges med ca. 30%.

Alt i alt skønnes det, at anlæggets nettoydelse kan forøges med ca. 40 %, forudsat de foreslåede ændringer foretages.

## SUMMARY

For more than a year, measurements have been made on an air/liquid solar heating system with a heat pump. The annual thermal performance of the system has been found and compared with simulations carried out by means of the simulation program KVIKSOL.

The heat loss of the hot water tank is calculated manually (partly estimated) as it has turned out to be very difficult to measure the performed energy quantity from the heat pump to the hot water tank. The top temperature in the tank is comparatively high, which is because the heat pump always heats the tank when the air for the ventilation is heated.

The sensor of the differential control of the liquid pump is placed inappropriately. Hereby the liquid part performs about 5 % less.

The air through the solar collectors is controlled by the difference between the room temperature and the solar collector temperature. The air differential control should be changed in such a way that the air is drawn through the solar collectors when the air temperature of the solar collectors is e.g. 5 K higher than the outside air temperature.

It has turned out that under the given conditions the system (compared to the simulations) performs as expected.

If the heat pump is changed in such a way that it only heats the tank to max. 55°C the net utilized solar energy of the system can be increased by approximately 30%.

All things considered, it is estimated that the net utilized solar energy of the system can be increased by about 40% on condition that the proposed changes are carried out.

# INDHOLDSFORTEGNELSE

|                                                                                 | side |
|---------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1 INDLEDNING .....                                                              | 1    |
| 2 BESKRIVELSE AF SOLFANGERANLÆGGET VP-SOL .....                                 | 3    |
| 3 MÅLESYSTEM .....                                                              | 9    |
| 3.1 Målepunkter .....                                                           | 10   |
| 3.1.1 Målepunkter i solfanger og luftkanal .....                                | 10   |
| 3.1.2 Målepunkter omkring lageret .....                                         | 10   |
| 3.1.3 Måling af luftflow .....                                                  | 10   |
| 3.1.4 Måling af elforbrug .....                                                 | 11   |
| 3.1.5 Måling af inde- og udetemperatur .....                                    | 11   |
| 3.1.6 Måling af solstråling .....                                               | 11   |
| 3.2 Opsamling af data .....                                                     | 11   |
| 3.3 Behandling af data .....                                                    | 11   |
| 4 MÅLINGER .....                                                                | 13   |
| 4.1 Eksempler på målinger for september .....                                   | 13   |
| 4.2 Eksempler på temperatur-, flow- og effektmålinger .....                     | 20   |
| 4.3 Ydelser og forbrug .....                                                    | 33   |
| 4.4 Beregninger .....                                                           | 37   |
| 4.4.1 Varmetab fra beholderen .....                                             | 37   |
| 4.4.2 Effektfaktor for varmepumpen .....                                        | 38   |
| 4.4.3 Nettoydelse og dækningsgrad .....                                         | 39   |
| 5 SIMULERINGER .....                                                            | 41   |
| 5.1 Vejrdata kontra referenceåret DRY .....                                     | 41   |
| 5.2 Solvarmeanlæggets ydelse for referenceåret DRY .....                        | 42   |
| 6 KONKLUSION .....                                                              | 47   |
| 7 REFERENCER .....                                                              | 49   |
| BILAG .....                                                                     | 50   |
| Datablad for almindelig væskesolfanger fra Aidt Miljø                           |      |
| Datablad D3075 for en 189 liter varmtvandsbeholder (kappebeholder)              |      |
| Datablad for varmepumpeenheten VP18 til VP-SOL anlægget                         |      |
| Udskrift fra KVIKSOL af beregning af VP-SOL anlægget for et år med vejrdata fra |      |
| Referenceåret DRY                                                               |      |

# 1 INDLEDNING

I 1994 lancerede Aidt Miljø en ny type solvarmeanlæg VP-SOL (reference 1, 2 og 3), som består af en kombineret luft/væske-solfanger, en varmepumpe, 2 stk. ventilatorer, et betjeningspanel samt diverse ventilationsenheder. Solvarmeanlægget er beregnet til bygninger, hvor der er brug for ventilation. Luftdelen i solfangeren forvarmer ventilationsluften til bygningen, mens væskedelen forvarmer det varme brugsvand. Varmepumpen leverer suppleringsvarme til ventilationsluften og til det varme brugsvand.

Da dette er en ny type solvarmeanlæg er det af interesse at undersøge ydelsen, samt at høste erfaringer med denne anlægstype. Der blev derfor i 1994 indgået en samarbejdsaftale mellem Institut for Bygninger og Energi (DTU), Aidt Miljø A/S og Prøvestationen for Solenergi (DTI). Aidt Miljø A/S skulle finde en anlægsvært for det nye solvarmeanlæg, Institut for Bygninger og Energi skulle stå for målingerne og Prøvestationen skulle bistå ved dataanalyse og beregninger af årsydelsen.

Ud fra målingerne skulle årsydelsen beregnes vha. et egnet simuleringsprogram for et "normalt år". Dvs. at anlægget hermed kan sammenlignes med de allerede kendte solvarmeanlæg, som er berettiget til tilskud fra staten. Det vil altså være muligt at beregne statstilskuddet for det nye anlæg.

En anlægsvært i Ølsted blev fundet, og anlægget blev opstillet i 1995.



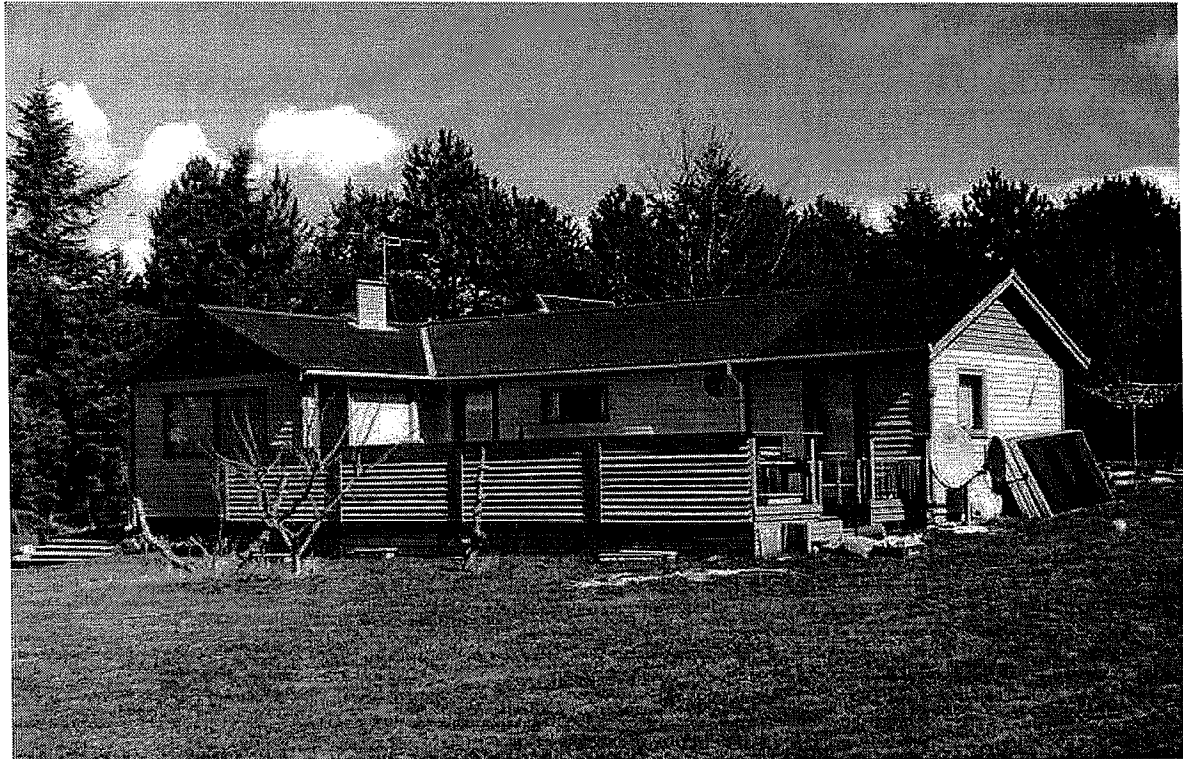
Figur 1.1. Foto af huset med de to solfangere anbragt på taget set fra syd-øst.

Måleudstyret blev installeret vinteren 1995, hvorefter målingerne blev påbegyndt i foråret



1996. Efter en del indkøringsvanskeligheder, som bestod i en del måleudfald, kom målingerne igang.

Efter en næsten sammenhængende måleperiode på et år fra august 1996 til juli 1997 blev måledataene behandlet og analyseret.



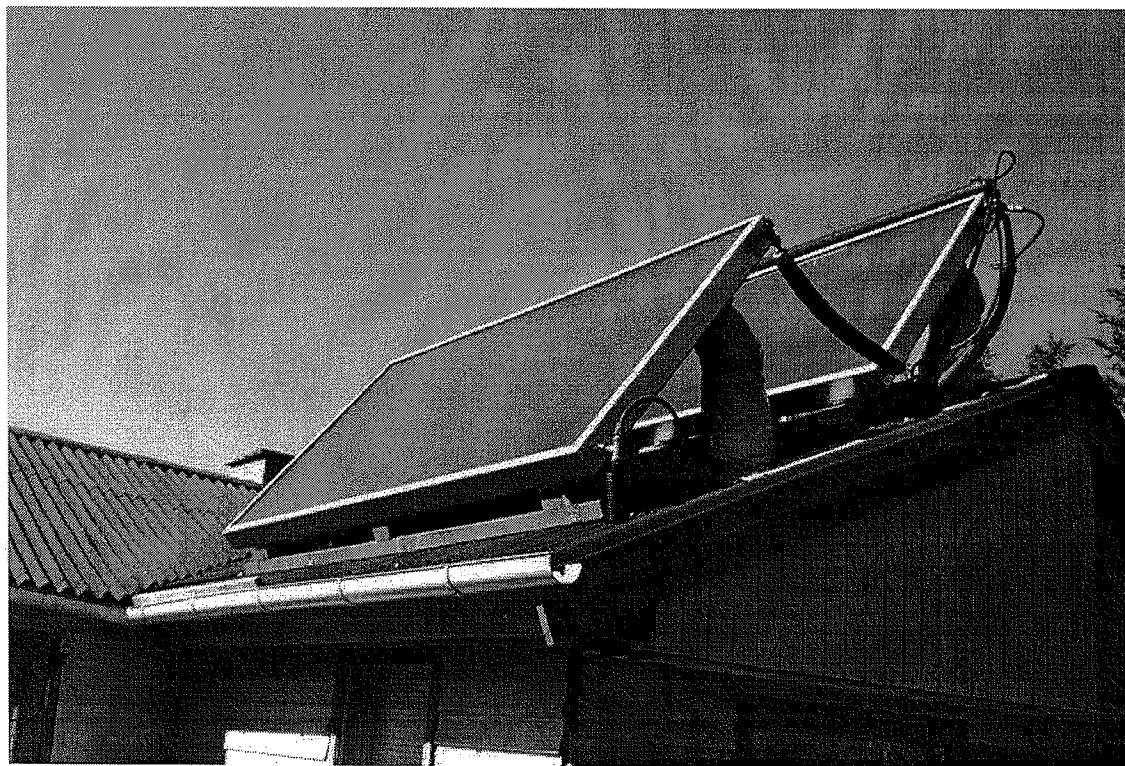
Figur 1.2. Foto af huset set fra syd-vest.

## 2 BESKRIVELSE AF SOLFANGERANLÆGGET VP-SOL

VP-SOL-anlægget fra solvarmefirmaet Aidt Miljø A/S er et kombineret luft/væske-solvarmeanlæg med suppleringsvarme fra en varmepumpe. Anlægget består af 2 stk. luft/væske-solfangere, en varmepumpe, en varmtvandsbeholder på 190 liter, 2 stk. ventilatorer, et reguleringspanel samt diverse ventilationsrør og reguleringer.

Bortset fra luftdelen af solfangerne og varmepumpen er resten af solvarmeanlægget et traditionelt solvarmeanlæg til brugsvandsopvarmning.

De to solfangere på i alt ca. 6 m<sup>2</sup> er fastgjort til hver deres stativ, som er monteret på taget af et ca. 91 m<sup>2</sup> stort hus af træ med en taghældning på 24°. Huset ligger i nordsjælland i Store Havelse By, ved Ølsted ca. 60 km nord-vest for København. Solfangerene er placeret over hinanden, i retningen 18° fra syd mod øst med en hældning på 53°. Huset har været beboet i hele måleperioden. Luften fra solfangerene forvarmer udeluften til rummene. Er opvarmningen ikke tilstrækkelig, suppleres med yderligere opvarmning via varmepumpen. Væskedelen fra solfangerne opvarmer det varme brugsvand. Her suppleres også fra varmepumpen, hvis det kræves.



Figur 2.1. De to solfangere på taget.

Opvarmningen af huset suppleres med varme fra elradiatorer og en brændeovn.

Solfangervæsken er en glykol/vand blanding med 25 vægtprocent glykol.

Væskeflowet i solfangerkredsen er på 0,20 liter pr. minut, hvilket vil sige, at anlægget er et

low flow anlæg. Flowet er det, Aidt Miljø anbefaler til disse anlæg.

Luft/væske-solfangerne er hver på ca. 3 m<sup>2</sup> (transparent areal 2,97 m<sup>2</sup>) og er i princippet magen til Aidt Miljø's traditionelle væskesolfangere (se bilag), blot er luftgennemstrømning gennem solfangeren (mellem dæklag og absorber) muliggjort.

Luft- og væskedelen i solvarmeanlægget er i drift uafhængigt af hinanden. For varmepumpens vedkommende, så leveres der først energi til varmtvandsbeholderen, hvis der er brug for opvarmning, dernæst leveres der energi til ventilationsluften og til varmtvandsbeholderen. Dvs. når varmepumpen er i drift leveres der altid energi til varmtvandsbeholderen.

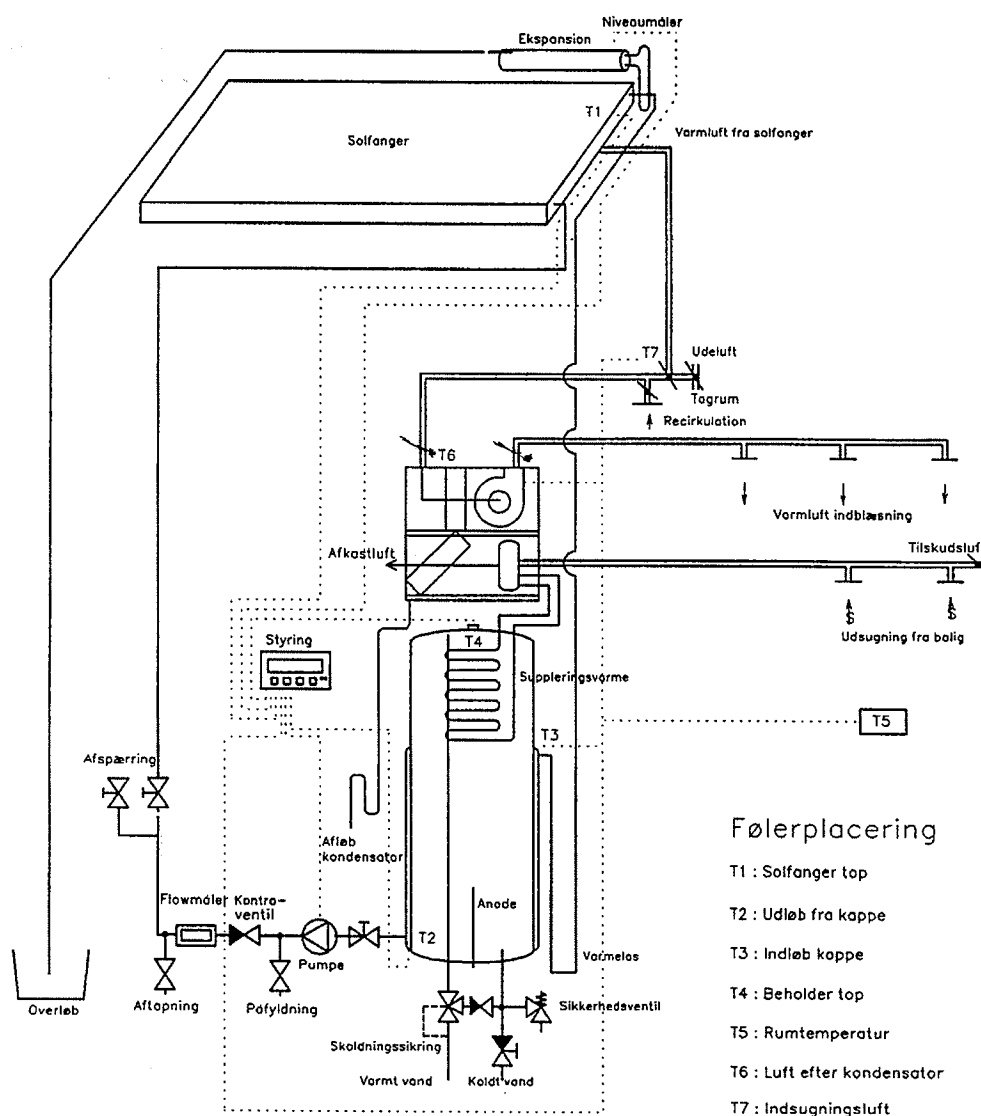
Varmepumpeenheten type VP 18 combisol er fra firmaet Nilan (se bilag) og består af en varmepumpe, en varmtvandsbeholder på 190 liter samt to ventilatorer til henholdsvis indblæsning og udsugning. Varmtvandsbeholderen er en kappebeholder (se bilag).



Figur 2.2. Foto af varmepumpeenhed og PC'er i bryggerset.

Via et kanalsystem overføres energien fra udsugningsluften til varmepumpen. Denne energi udnyttes til produktion af varmt vand samt suppleringsvarme i form af opvarmet indblæsningsluft til rummene i huset. I vinterdrift har brugsvandet førsteprioritet, hvorefter den resterende energi udnyttes til opvarmning af indblæsningsluften. I sommerdrift udnyttes energien fra varmepumpen kun til opvarmning af brugsvandet.

Varmepumpen har en max effekt på ca. 2 kW. Varmepumpeenheten er konstrueret således; at når varmepumpen er i drift, så leveres der altid energi til toppen af varmtvandsbeholderen, selvom der kun er brug for energi til luften. Der er altså ingen by pass ventil, som kan lukke af for energitilførsel til beholderen og kun lede energien til luften.



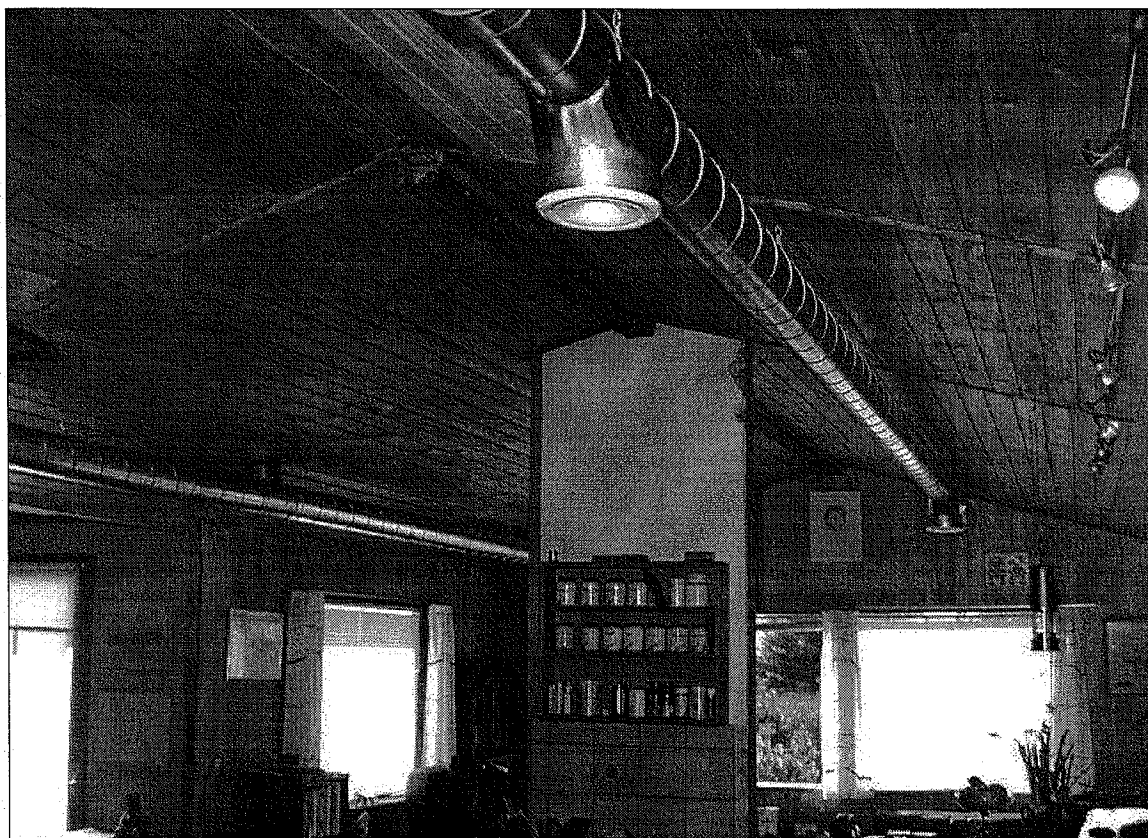
Figur 2.3. Principskitse af solvarme- og varmepumpeanlægget.

Væskedelen af solfangeranlægget starter når differenstagtemperaturen mellem solfanger T1 og udløbet fra kappen T2 er 10 K. Pumpen stoppes når differensen er 5 K. Kan væskedelen af solvarmeanlægget ikke leverer energi nok til varmtvandsbeholderen, suppleres med energi fra

varmepumpen. Varmepumpen er sat til at yde varme til toppen af varmtvandsbeholderen, hvis denne falder til under 50-55°C.

Luften trækkes igennem solfangerne når differensstemperaturen mellem solfanger T1 og rumtemperaturen T5 er 10 K og stoppes igen ved 5 K. Der suppleres med energi fra varmepumpen (kondensatoren) til ventilationsluften, hvis luftsolvarmedelen ikke kan levere energi nok. Er indetemperaturen T5, 25°C, så stoppes indblæsningsventilatoren uanset differensstemperaturen.

Ud- og indblæsningsventilatorene er af typen RFE 140 med 3 hastighedstrin, som er blevet droslet ned i forhold til det oprindelige anlæg. Trin 1, 2 og 3 giver en luftstrøm på henholdsvis ca. 125 m<sup>3</sup>/h, ca. 150 m<sup>3</sup>/h og ca. 170 m<sup>3</sup>/h. Når der leveres energi til luften fra varmepumpen og temperaturen af kondensatoren er under 40°C så kører indblæsningsventilatoren på trin 1, er temperaturen mellem 40 og 45° køres på trin 2, mens der køres på trin 3 ved en temperatur på over 45°C. Udsugningsventilatoren er i drift, når indblæsningsventilatoren er i drift. Ved afrimning af fordamperen er det dog kun udsugningsventilatoren, som er i drift.

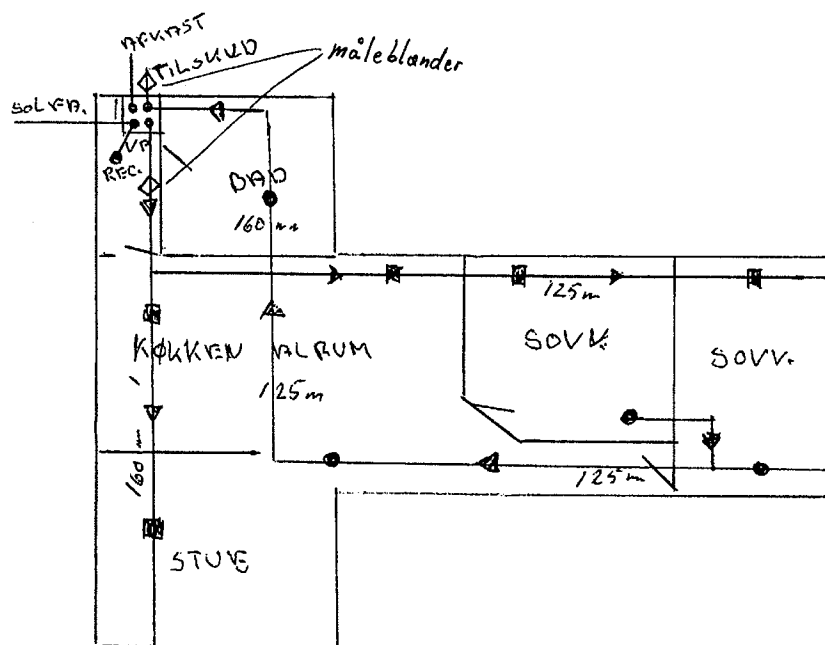


Figur 2.4. Foto af en del af ventilationsanlægget - i stuen.

Ventilationskanalen fra solfangeren til varmepumpen er Ø 160 mm, mens kanalerne i huset er Ø 160 mm i bryggers og toilet og Ø 125 mm i resten af huset. På indsugningssiden til varmepumpen er der et recirkulationsspjæld, således at ude- og indeluft blandes, før det suges ind i varmepumpen. Dette spjæld er monteret for at undgå, at der suges for kold luft ind i

varmepumpen. Er udeluften 8°C eller derunder, har varmepumpen svært ved at leverer luft, der er varm nok, hvis det udelukkende er udeluft, der skal opvarmes.

For at undgå for store undertryk i huset er der på udsugningen monteret et spjæld, således at udsugningsluft og udeluft blandes før det passerer fordamperen. En anden løsning havde været at drosle ventilatorhastigheden ned for udsugningsventilatoren. Undertrykket har været et problem ved optænding i brændeovnen. Ved optænding er der blevet suget luft ned gennem skorstenen, således at røgen fra ovnen er blæst ind i stuen.



Figur 2.5. Principskitse af ventilationsanlægget i huset.

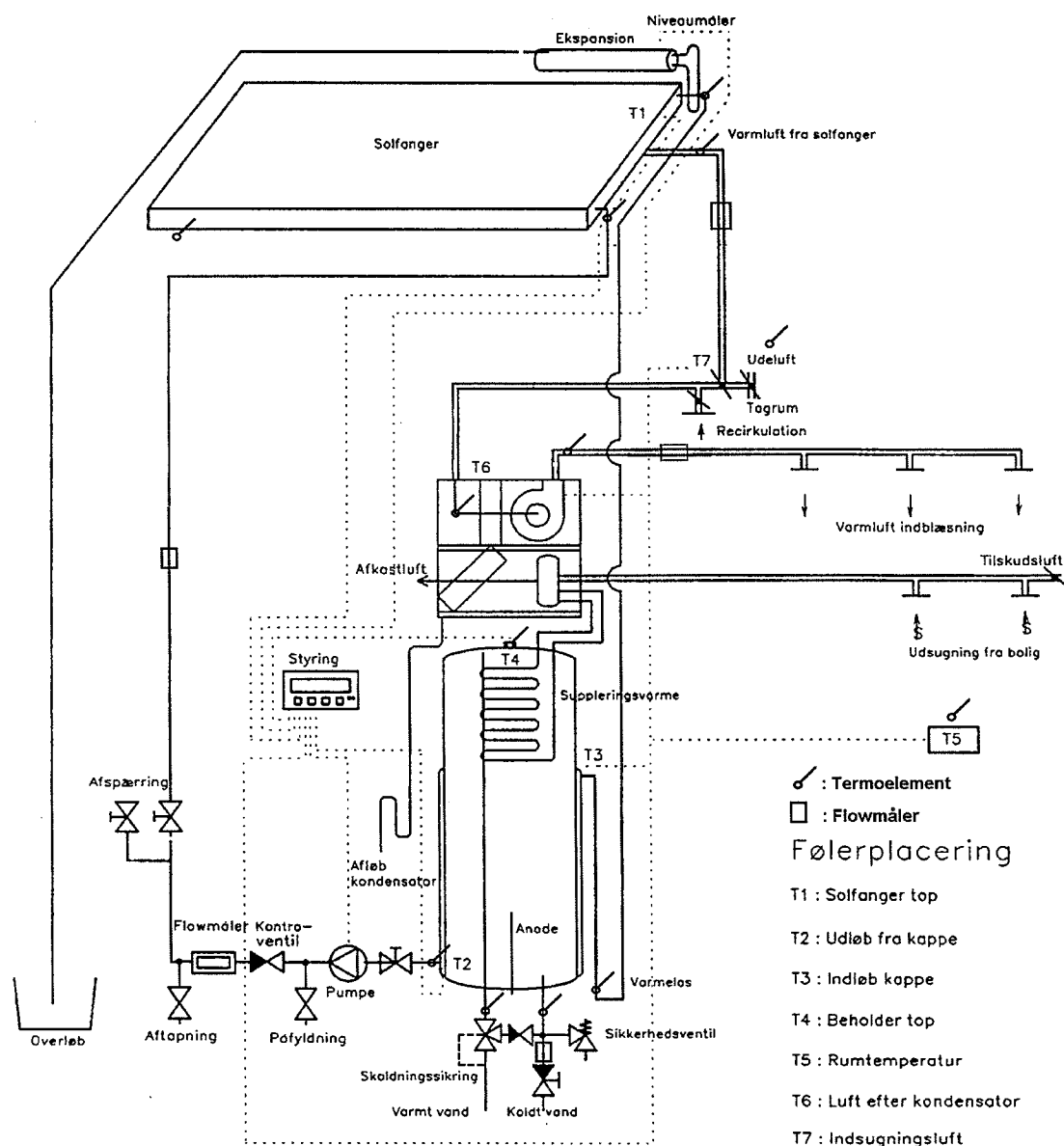
I figur 2.5 er en skitse af ventilationssystemet vist.

De sorte firkanter angiver, hvor indblæsningen sker, mens de sorte cirkler viser, hvor udsugningsstudsene er placeret. Indblæsningen sker ved nord- og østvæggene, mens udsugningen sker ved vestvæggen og i badeværelset.



### 3 MÅLESYSTEM

En principskitse af VP-SOL anlægget med angivelse af målepunkter er vist i figur 3.1. Målesystemet består af 15 stk. termoelementer af typen T, 2 stk. måleblænder fra Lindab, 2 stk. tryktransducere af typen Staefa FKA-P1, 2 stk. energimålere af typen Clorius combimeter QEC 1,5 samt 2 stk. elmålere af typen CEWE 10-40 VDC. Målingerne samles i et analogt- og digitalt kort fra Schlumberger. Målingerne konverteres i kortene til datasignaler, som sendes til en bærbar computer, hvor de behandles og lagres.



Figur 3.1. Principskitse af solfanger- og varmepumpesystem.

På figur 3.1 er angivet, hvor termoelementerne, de 2 stk. væskeflowmålere samt de 2 stk. luftflowmålere, til brug ved målingerne, er placeret.



### **3.1 Målepunkter**

I det følgende beskrives de enkelte målepunkter.

#### **3.1.1 Målepunkter i solfanger og luftkanal**

Alle temperaturer i solfangerne - både væske- og lufttemperaturer - blev målt med termoelementer af typen T. I solfangernes væskedel blev der målt en væskeindløbstemperatur i den nederste solfanger og en udløbstemperatur i den øverste, da solfangerenes væskedele var serieforbundene. For luftdelens vedkommende blev der målt en indløbstemperatur for hver solfanger, dvs. to temperaturer og kun en udløbstemperatur, da solfangerne her var parallellforbundene, dvs. at luftindtagene af udeluft foretages fra hver solfanger. Udløbstemperaturen af luften blev - af praktiske grunde - målt ved måleblænden ca. 1 meter fra solfangeren.

Lufttemperaturen til varmepumpen og ud fra varmepumpen og til bygningen (energi fra varmepumpe til luft til rummene) blev ligeledes målt med termoelementer.

#### **3.1.2 Målepunkter omkring lageret**

Temperaturen af ind- og udløb fra kappen på varmtvandsbeholderen blev målt med termoelementer, som var placeret modstrøms i dyrør i solfangervæsken. Ind- og udløbstemperaturer af det varme vand blev ligeledes målt med termoelementer modstrøms i dyrør. Desuden blev der målt en temperatur uden på varmtvandsbeholderens top (overfladetemperatur) inden under isoleringen. Denne temperatur skulle angive varmtvandstemperaturen i toppen af beholderen. Ved at tappe varmt vand og sammenholde toptemperaturen med udløbs-temperaturen har det vist sig, at disse to temperaturer stemmer overens.

Flowene i både solfanger- og brugsvandskredsen blev målt med hver deres Clorius energimålere, som har en pulsudgang for flow og energi. Pulsudgangen for flow blev tilsluttet til det digitale målekort.

Der er desuden foretaget visuelle aflæsninger af volumenflow og energimængde for varmtvandsforbrug og solfangerydelse fra de to display på Clorius målerne.

#### **3.1.3 Måling af luftflow**

Luftflowet fra solfangerne blev målt med en måleblænde FMU125 fra Lindab. Tryktabet over blænden blev konverteret til et elektrisk signal vha. en tryktransducer FKA-P1 fra Staefa. Luftflowet ind gennem varmepumpen til bygningen blev ligeledes målt med en måleblænde FMU125 og en transducer FKA-P1. Desuden blev temperaturen af luften ved de to blænder målt for at kunne udregne den nøjagtige luftstrøm (korrektio n ved lufttemperaturer forskellig fra 20°C, hvor blændernes karakteristik er fastlagt).

### **3.1.4 Måling af elforbrug**

Elforbruget til elradiatorerne måles vha. en elmåler af typen CEWE 10-40 VDC med en puls-udgang til det digitale målekort. Energiforbruget til varmepumpen, inklusiv de to ventilatorer (ind- og udblæsning af luft), reguleringspanel samt til solvarmepumpen registres af en tilsvarende elmåler. Desuden er der foretaget få visuelle aflæsninger af de to CEWE målere samt af hovedmåleren.

### **3.1.5 Måling af inde- og udelufttemperatur**

Indendørstemperaturen måles vha. et termoelement som er placeret ved en indervæg, hvor den ikke eksponeres for direkte sollys. Udendørstemperaturen måles på nordsiden af huset. Termoelementet er placeret, ca. 5 cm fra ydervæggen, inde i to blanke rør med luftmelletrum, således at stråling fra solen ikke rammer termoelementet og dermed influere på temperaturen.

### **3.1.6 Måling af solstråling**

Den samlede solbestrælingsstyrke på solfangerene måles med et solarimeter af typen Kipp & Zonen, der er placeret ved siden af den øverste solfanger i samme plan som denne. Der måles ikke diffus stråling.

## **3.2 Opsamling af data**

Alle målepunkter er koblet til enten et digitalt eller et analogt målekort af typen Schlumberger (reference 4 og 5). Målepunkterne blev scannet hvert 10. sekund. Middelværdierne af scanningerne lagres i 10- og 60 minutsverdier på harddisken på den bærbare PC'er, som var opstillet permanent i huset under hele måleperioden.

PC'eren anvendte et program i programmeringssproget Fortran udviklet til Schlumbergerkortene og eksekverbar i QuickBasic (reference 6).

## **3.3. Behandling af data**

Ved hjælp af målekortene og den bærbare computer blev de målte signaler omsat til "forståelige" fysiske værdier.

Signalerne fra temperaturelementerne blev omsat til temperaturer, og signalerne fra solarimeteret blev omsat til solintensitet.

Trykforskellen over måleblænderne og temperaturen af luften ved blænderne blev anvendt til at beregne volumenstrømmen af luft.

Pulserne fra Clorius målerne blev omregnet til volumenstrøm.

Pulserne fra elmåleren omregnes til elforbrug for varmepumpen incl. ventilatorer, reguleringer, solvarmepumpe og til elforbrug for radiatorene.

På grundlag af temperaturerne og volumenstrømmene blev forskellige energistrømme beregnet. Effekten ud af solfangernes væskedel og luftdel, effekten fra væskesolfangerkredsen til kappen i varmtvandsbeholderen, effekten fra varmepumpen til ventilationsluften, effekten af det tappede varme brugsvand.

Den tappede varmtvandsmængde er beregnet på to måder:

- 1) Temperaturdifferensen mellem temperaturen målt ved udløbet og indløbet af brugsvandsstudsene ganget med flow samt de respektive væskedata.
- 2) Overfladetemperaturen målt i top af beholderen minus indløbstemperaturen ganget med flow og respektive væskedata.

Forskellen er, at under 1 er der en vis træghed i den målte udløbstemperatur, da det tager lidt tid før dykrøret er opvarmet til aftapningstemperaturen. Effekten der beregnes vil altså være lidt for lille. Under 2) er temperaturen, som tappes fra varmtvandsbeholderen lidt lavere end toptemperaturen, da vandet, der tappes fra toppen, afkøles ned gennem beholderen til udløbet. Effekten der beregnes under 2) er lidt for stor. Den faktiske tappede varmtvandseffekt ligger mellem de to værdier.

På baggrund af de beregnede effekter beregnes de respektive energimængder.

Alle ovenstående beregnede data er midlet i 10 og 60 minutsværdier og lagret på den bærbare computer.

Vha. et datablad for en nogenlunde tilsvarende varmtvandsbeholderen beregnes tilførelsen af energi fra varmepumpen til varmtvandsbeholderen (se afsnit 4.4). Der findes intet datablad for den aktuelle varmtvandsbeholder, men en nogenlunde tilsvarende er vist i bilaget.

## 4 MÅLINGER

Målingerne, som er behandlet i det følgende, er opsamlet i perioden 1. august 1996 til 31. juli 1997. Måledata for 23 dage (6,3 %) i etårsperioden mangler, men der er korrigeret for disse måleudfald, og det skønnes, at disse udfald kun har ringe indflydelse på resultaterne. Der har kun været få driftforstyrrelser i måleperioden. En enkelt gang var det nødvendigt at fylde væske på anlægget ellers har driftstoppe været foresaget af svigt i elforsyningen pga. lynnedslag.

Der er foretaget måling af temperatur, luft- og væskeflow samt bestrålingsstyrke. Desuden er elforbrug for varmepumpe og radiatorer målt. Ud fra disse målinger er effekter og energimængder udregnet.

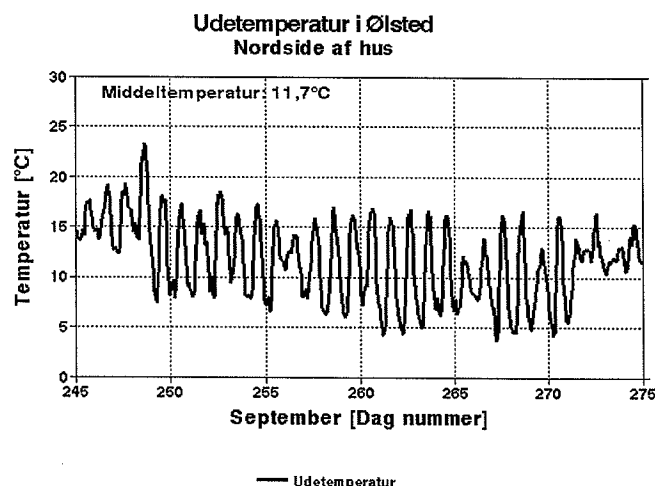
Dataene er, for hver måleperiode på ca. en måned, kopieret til disketter. Desuden er der ført logbog over hele måleperioden.

I det følgende afsnit 4.1 er der vist eksempler på temperaturmålinger for september måned i 1996. Dataene er timemiddelværdier. I dette afsnit får man et overblik over målingerne, men da det er timemiddelværdier, der er anvendt, får man ikke ekstremerne med.

I afsnit 4.2 er der gået lidt mere i detaljer. Her er der anvendt 10 minutsmiddelværdier til figurerne, hvor der er vist måledata fra uge 37 i september måned i 1996. I afsnittet er der vist eksempler på temperatur-, luftflow- samt effektmålinger. Her er det muligt at se de fleste maximum- og minimumsværdier.

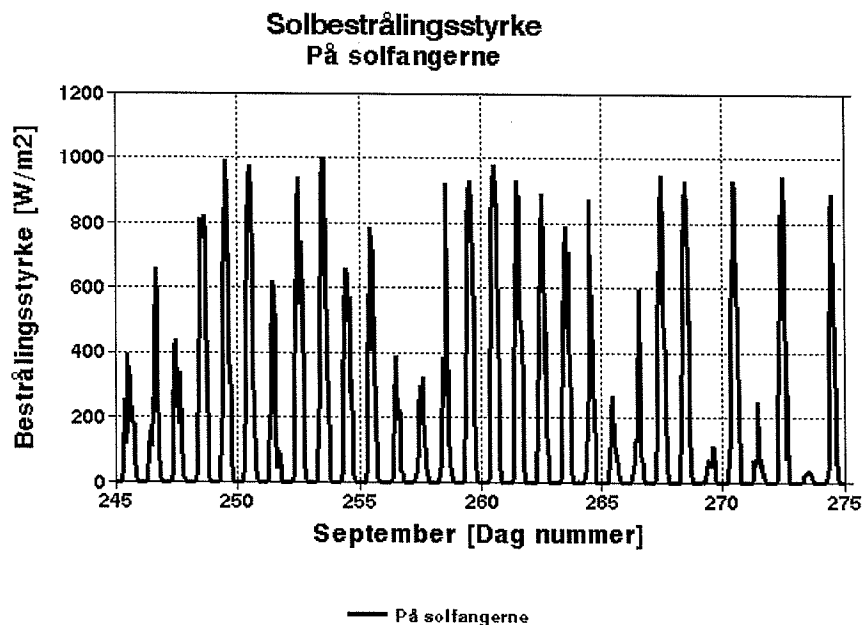
### 4.1 Eksempler på målinger for september måned

De følgende kurver viser måledata for september måned og er baseret på 1 times middelværdier.



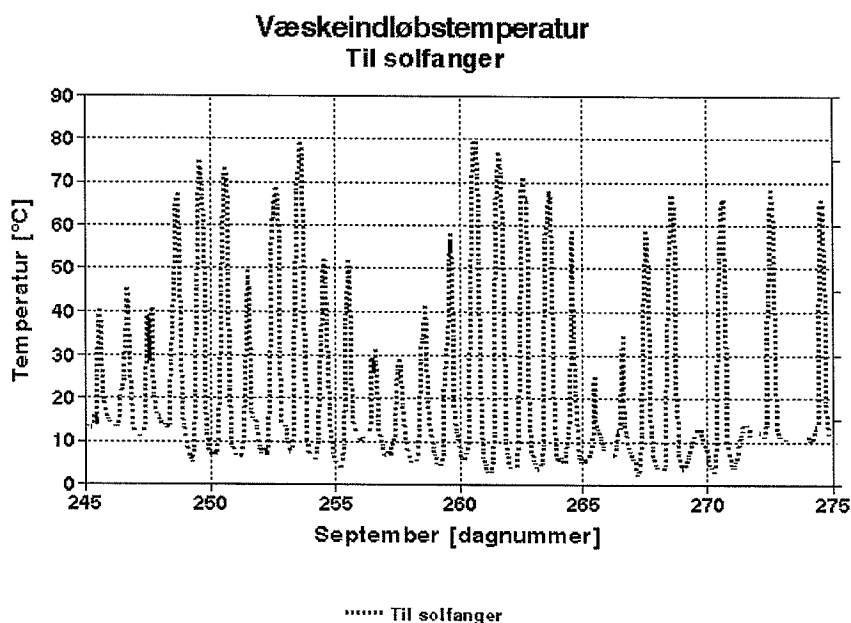
Figur 4.1.1. Udetemperaturen i Ølsted.

Af figur 4.1.1 ses, at i de første 4 dage af september måned har der kun været et meget lille behov for rumopvarmning, da udetemperaturen har ligget mellem 13 og 23°C. For hele måneden har middeltemperaturen af udeluften været 11,5°C, hvilket er ca. 1,5 K under "normalåret".

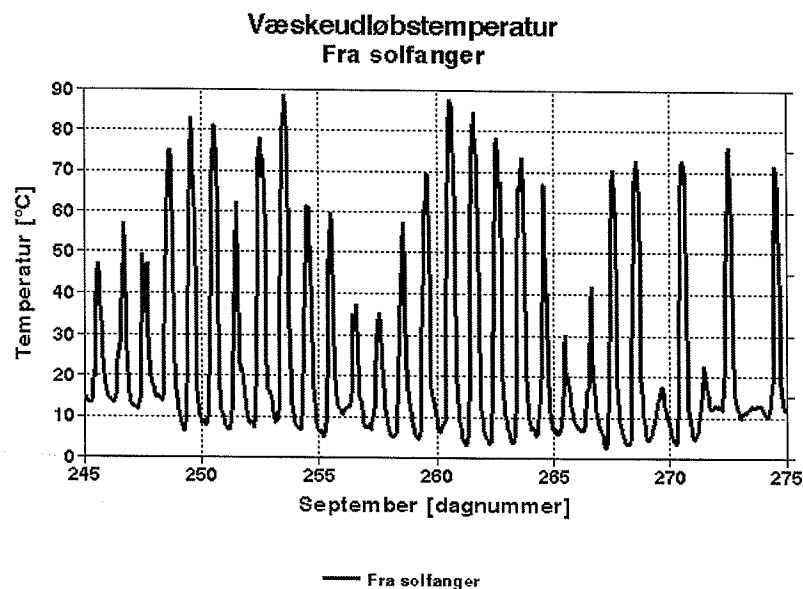


Figur 4.1.2. Solbestrålingsstyrken på solfangerne i Ølsted.

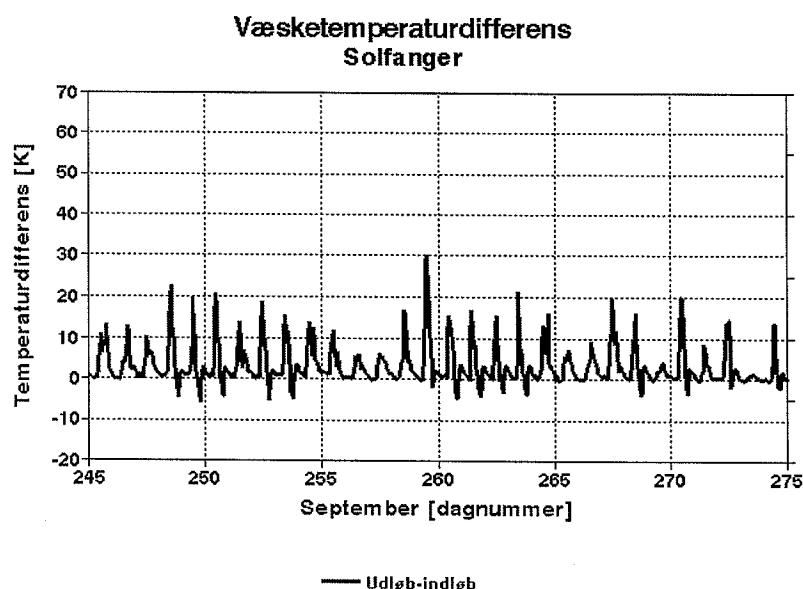
Af figur 4.1.2 ses, at i over halvdelen af månedenes dage har bestrålingsstyrken nået over 800 W/m<sup>2</sup>. En enkelt dag nr. 253 er bestrålingsstyrken nået op på 1000 W/m<sup>2</sup>.



Figur 4.1.3. Indløbstemperaturen af væsken til solfangeren.

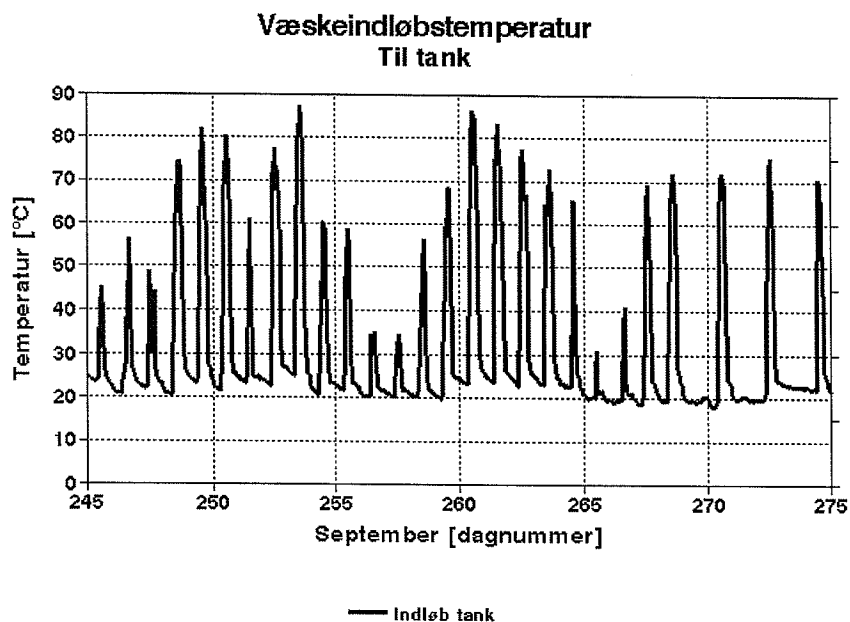


Figur 4.1.4. Udløbstemperaturen af væsken fra solfangerne.

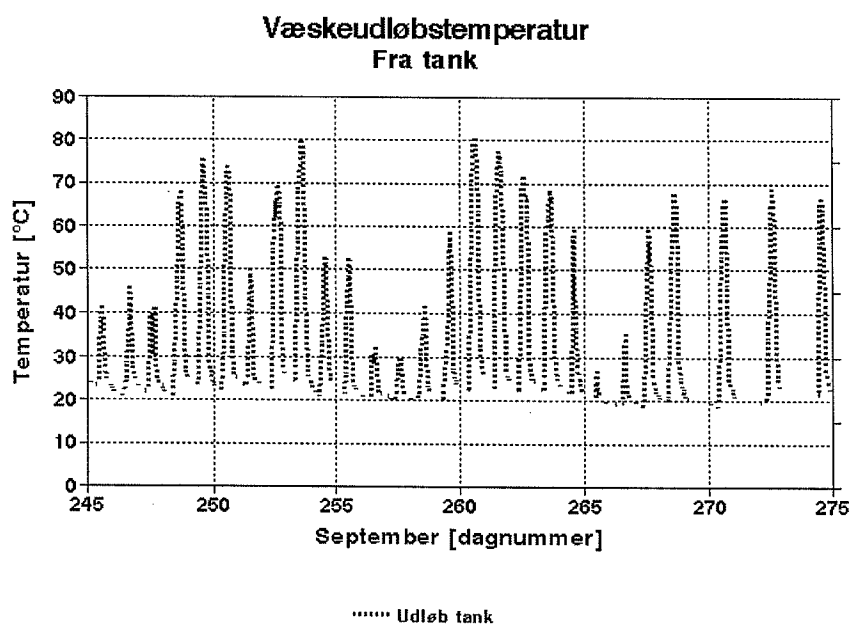


Figur 4.1.5. Temperaturdifferens i solfangernes væskedel.

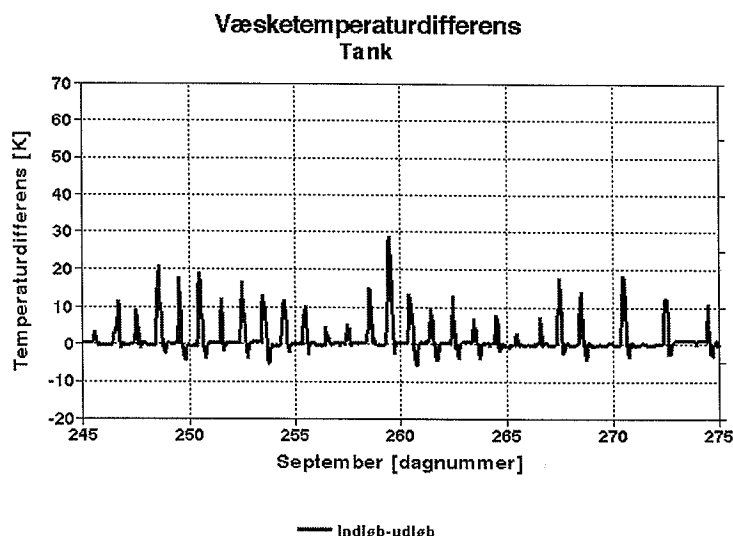
Af ovenstående figur ses, at der er tidspunkter, hvor differencen bliver mindre end 0 K. Dette skyldes, at følerne til styringen af pumpen er placeret uhensigtsmæssig, således at pumpen er i drift på nogle tidspunkter, hvor udløbstemperaturen er højere end indløbstemperaturen. Måske er den "kolde" føler placeret i bunden af beholderen istedet for i returløbet, eller/og den "varme" føler i solfangeren har dårlig kontakt med væsken. Enten måler den "kolde" føler en for kold temperatur, eller/og måler den "varme føler en for varm temperatur. Hermed bliver temperaturdifferencen større, end den i virkeligheden er (se iøvrigt figur 4.2.5). Den energimæssige betydning af dette er behandlet i kapitel 5.



Figur 4.1.6. Indløbstemperaturen til kappen i varmtvandsbeholderen.

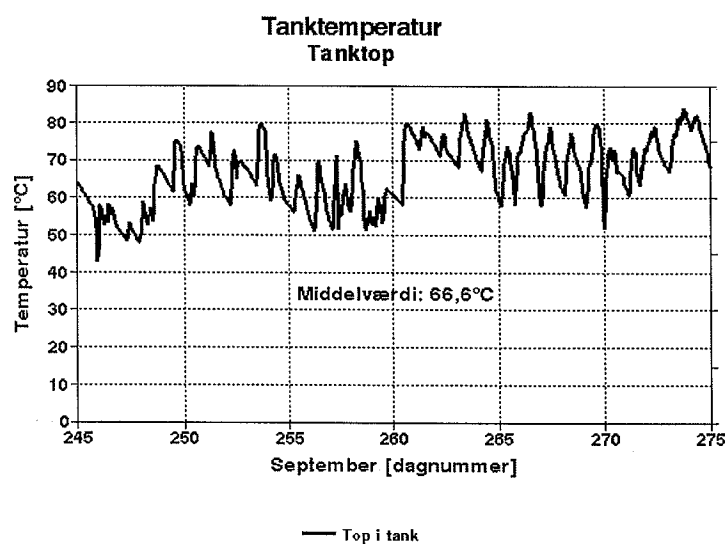


Figur 4.1.7. Udløbstemperaturen fra kappen i varmtvandsbeholderen.



Figur 4.1.8. Temperaturdifferens mellem indløb og udløb i kappe.

I ovenstående figur ses, at differensen til tider bliver negativ. Dette skyldes det samme forhold som ved figur 4.1.5.



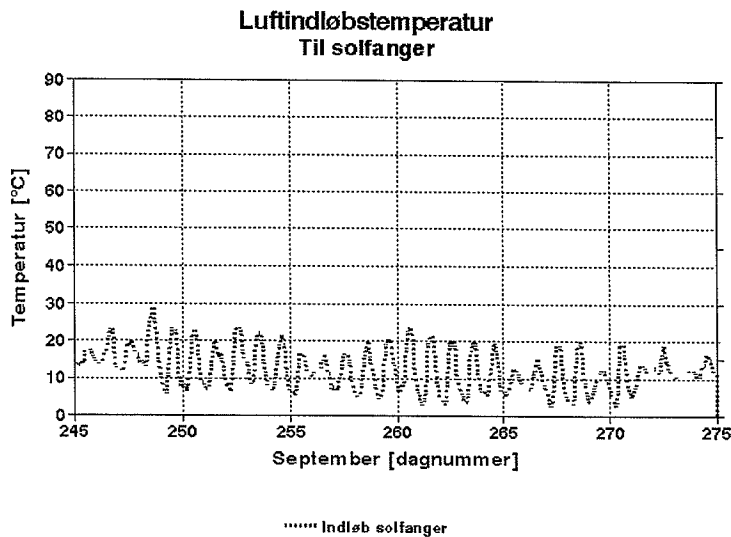
Figur 4.1.9. Temperaturen i toppen af varmtvandsbeholderen.

Af figuren ses, at temperaturen i toppen af varmtvandsbeholderen svinger mellem 45°C og 85°C. Middelttemperaturen af toppen af beholderen er 66,6°C for september måned.

I januar måned 1997 er der konstateret temperaturer i toppen af beholderen på 90°C, og den maksimale temperatur, der er målt i toppen af beholderen for måleåret, er 97°C. De høje temperaturer i toppen af beholderen skyldes, at der altid opvarmes varmt vand, når varmepumpen er i drift, selvom det kun er varm luft, der er brug for. De høje temperaturer opstår især, når der intet varmtvandsforbrug er, men der er brug for varm ventilationsluft. Grunden til de høje temperaturer skyldes den specielle opbygning af varmepumpeenheten,



som er nævnt i kapitel 2. Den høje toptemperatur mindsker væskedelens ydelse, som det ses senere. Temperaturforskellen over kappen er betydelig lavere end forventet i et low flow anlæg.

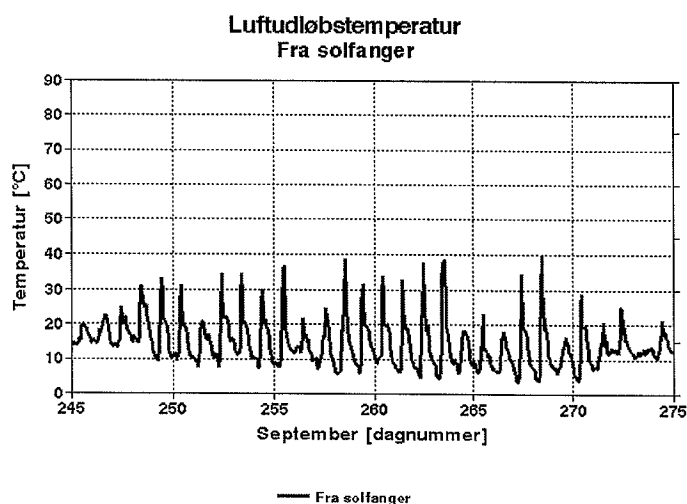


Figur 4.1.10. Luftindløbstemperaturen til solfangerne.

Ovenstående temperaturkurve 4.1.10 skulle gerne ligne udetemperaturen figur 4.1.1, da det er udeluft, der trækkes ind i solfangerne. Generelt ses det, at temperaturen i dagtimerne ligger lidt højere end udetemperaturen - se figur 4.1.1. Dette skyldes to forhold:

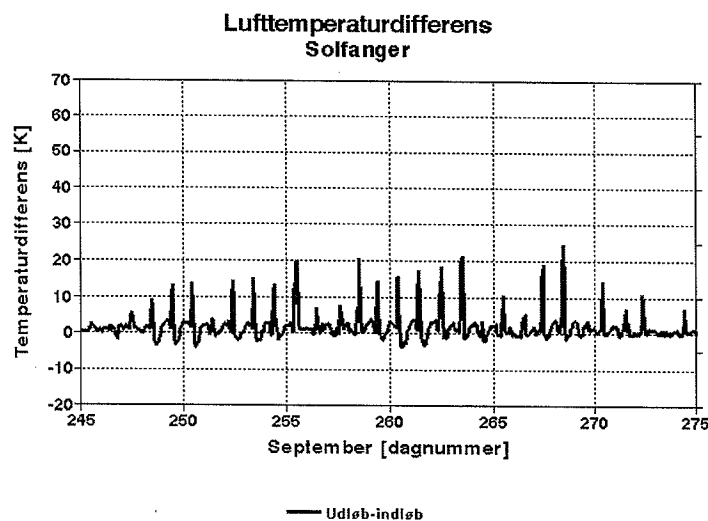
- 1) at termoelementerne er placeret tæt ved indløbet til solfangeren og får dermed lidt varmestråling fra bagpladen af solfangeren.
- 2) at luften på taget er lidt varmere end ved nordfacaden.

Generelt er lufttemperaturen på en sydfacade højere end på en nordfacade. Fænomenet er altså helt normalt.



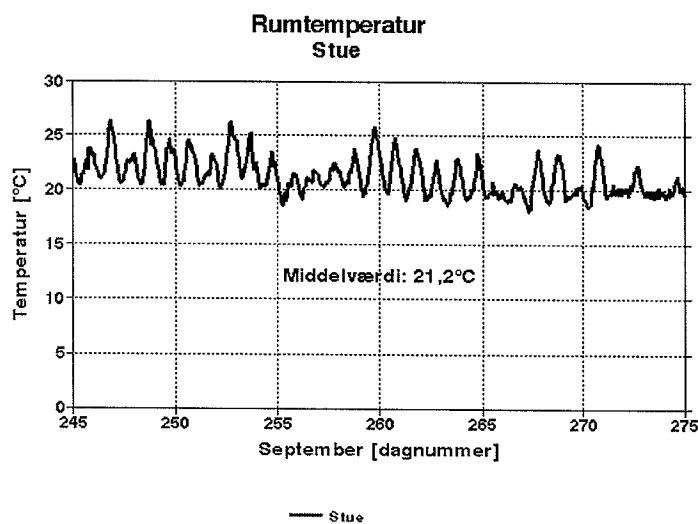
Figur 4.1.11. Luftudløbstemperaturen fra solfangerne.

Figur 4.1.11. viser luftens temperatur ved udløbet fra solfangerne.



Figur 4.1.12. Temperaturdifferensen i solfangerens luftdel.

Her bliver differensen også negativ som ved væskedelen, med dette skyldes udelukkende placeringen af termoelementerne til måling af udløbs- og indløbstemperaturene og ikke placeringen af følerne til differensstyringen.



Figur 4.1.13. Temperatur i stue.

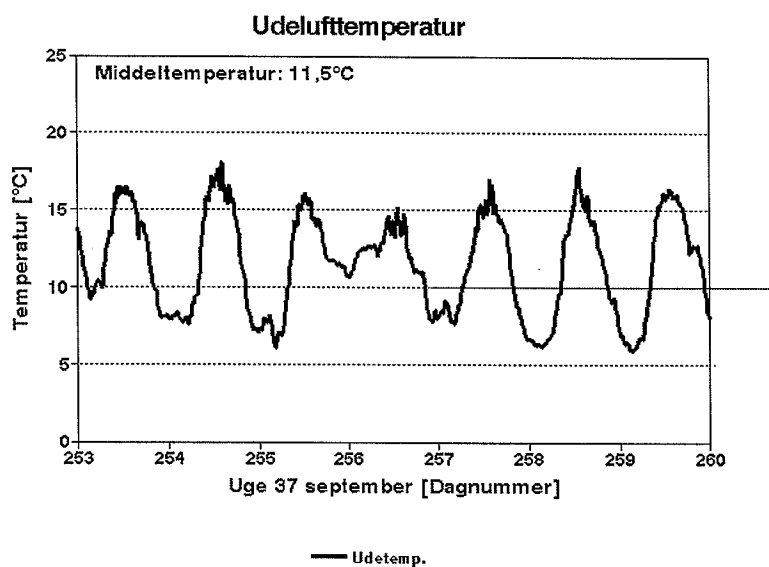
Af ovenstående figur ses, at stuetemperaturen i september måned svinger mellem ca. 18 og 26°C. Opvarmningen af indblæsningsluften er indstillet til at stoppe ved en stuetemperatur på ca. 25°C.

Det ses, at middeltemperaturen i stuen i september måned har været 21,2°C.

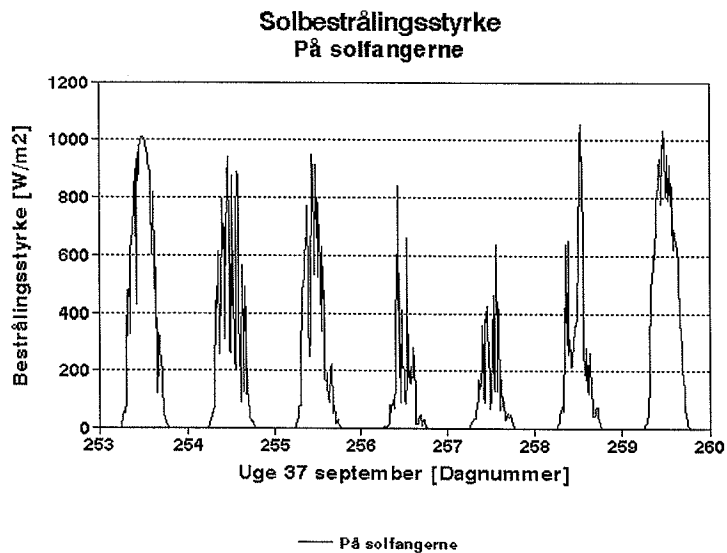
Stuens timemiddeltemperatur i hele måleåret har været 22,6°C. Max 32,6°C og min 17,7°C.

## 4.2 Eksempler på temperatur-, sol-, flow- og effektmålinger

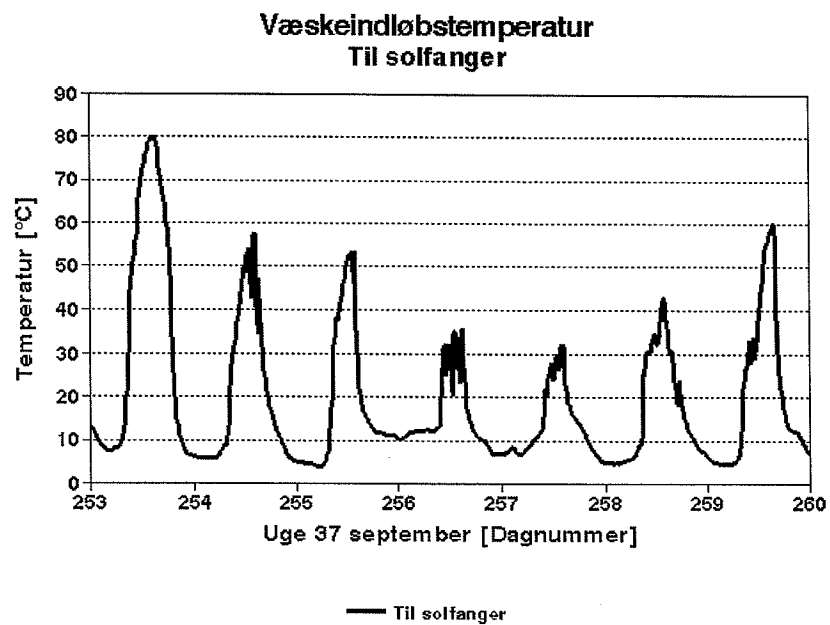
De følgende kurver viser måledata for for uge 37 i september måned i 1996 og er baseret på 10 minuts middelværdier. Denne periode er valgt fordi væske- og luftdelen har været i drift - både hver for sig og i nogle perioder samtidigt.



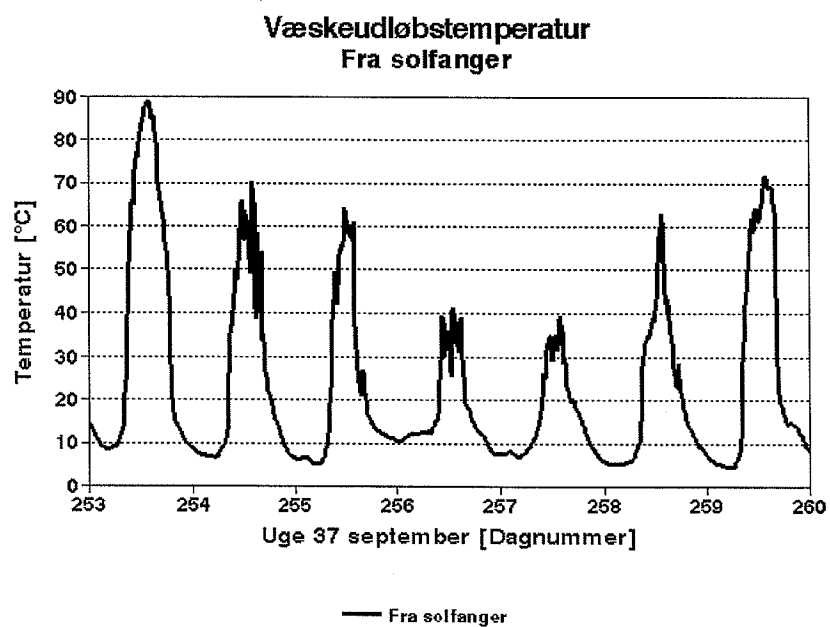
Figur 4.2.1. Udetemperaturen i Ølsted.



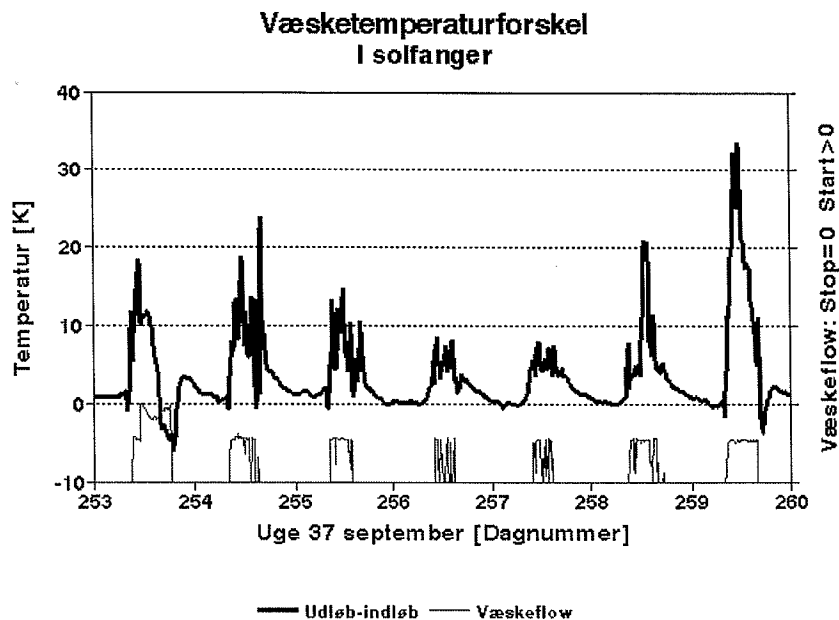
Figur 4.2.2. Solbestrålingsstyrken på solfangerne.



Figur 4.2.3. Væskeindløbstemperatur til solfanger.

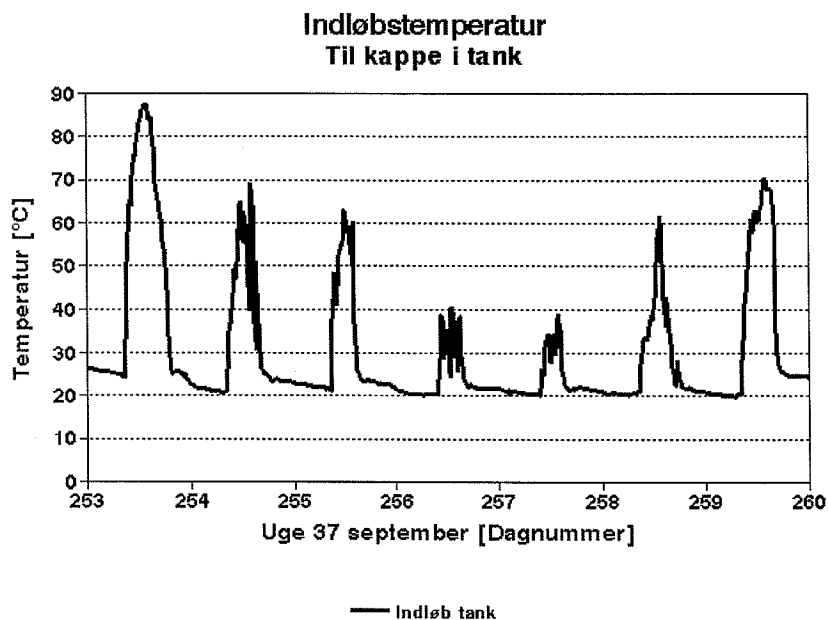


Figur 4.2.4. Udløbstemperaturen af væsken fra solfangerne.

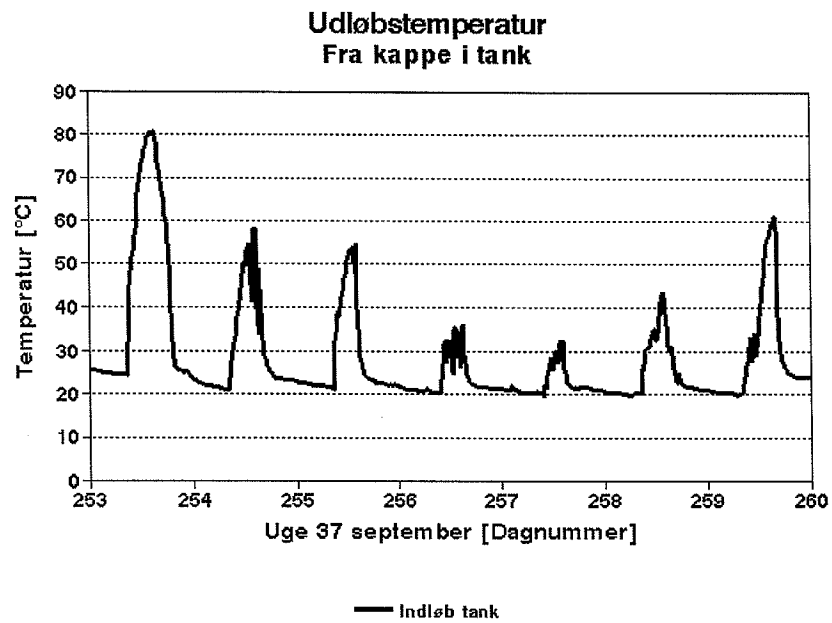


Figur 4.2.5. Væskeflow og væsketemperaturforskel i solfanger mellem udløb og indløb.

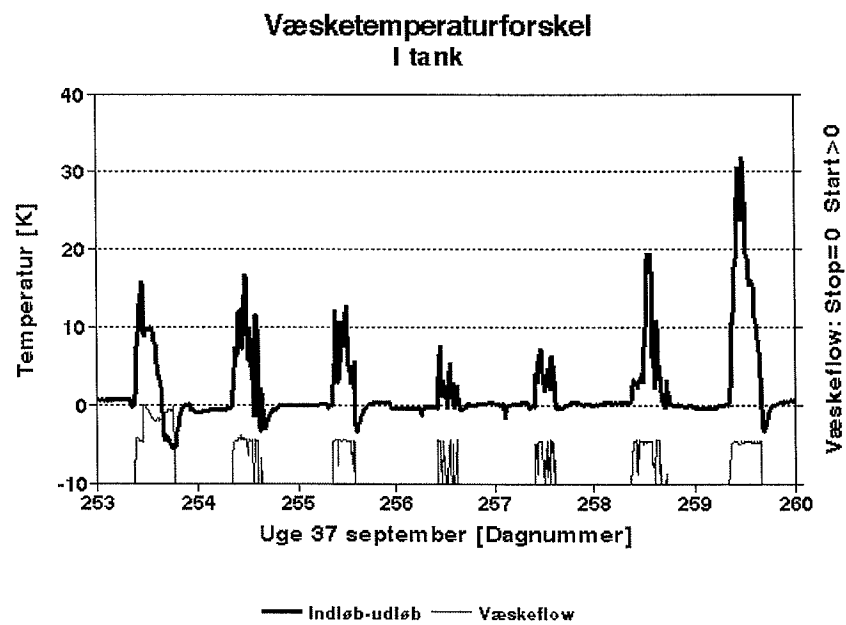
I figur 4.2.5 ses, at temperaturforskellen bliver negativ i dag 253. Det ses tillige, at på dette tidspunkt er pumpen i drift (væskeflow). Dette medfører, at der tilføres energi fra tanken til solfangeren. Dette skyldes, at følerene til styringen er placeret uhensigtsmæssigt (se figur 4.1.5). I kapitel 5 er det opgjort, hvor meget dette betyder på årsbasis.



Figur 4.2.6. Indløbstemperatur til kappen.

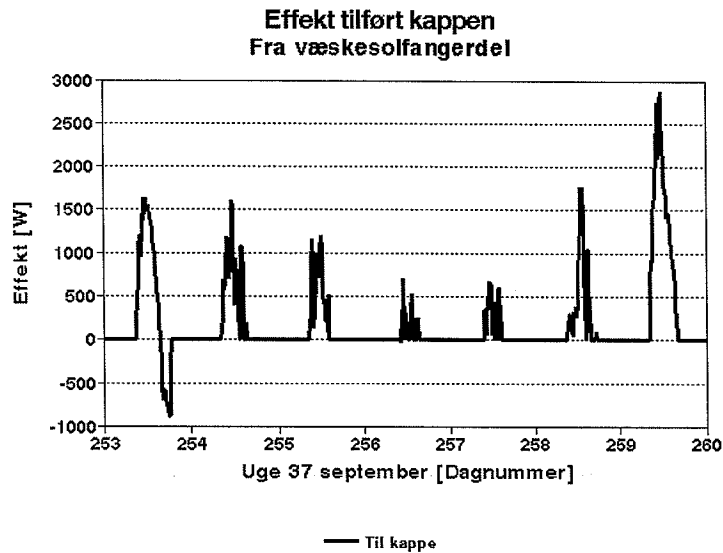


Figur 4.2.7. Udløbstemperatur fra kappen.



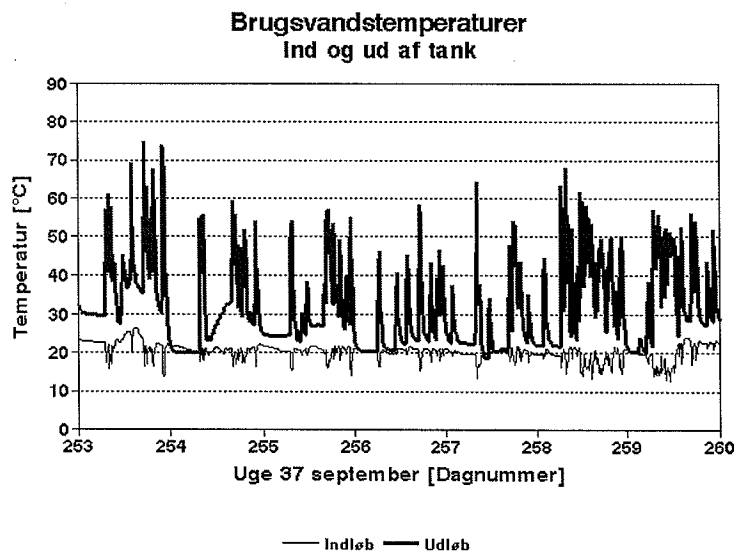
Figur 4.2.8. Væsketemperaturforskel i kappe mellem udløb og indløb.

I ovenstående figur ses samme fænomen ved dag 253 som i figur 4.2.5.



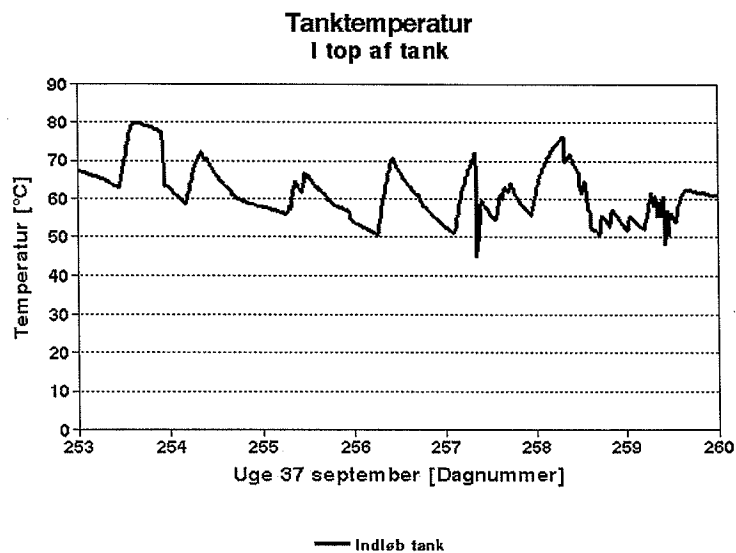
Figur 4.2.9. Effekten som tilføres kappen fra væskesolfangerdelen.

Det ses af ovenstående figur, at der tilføres effekt til kappen fra solfangerne hver dag i uge 37. Den maksimale effekt, der tilføres, er næsten 3 kW.



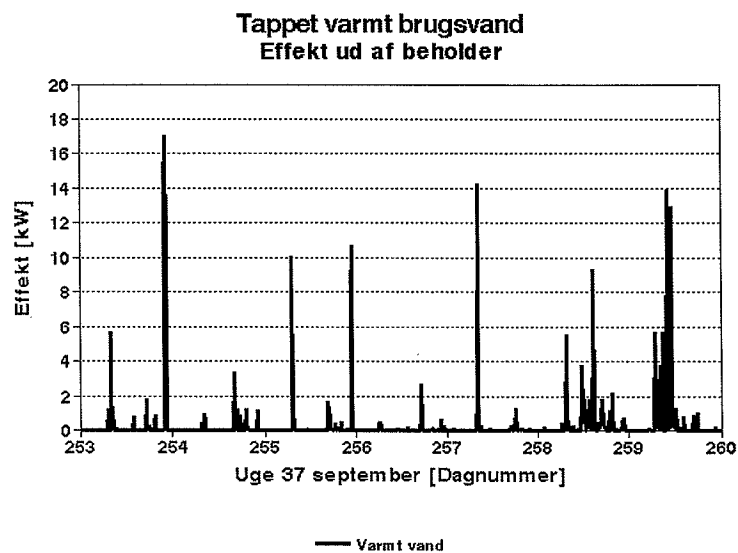
Figur 4.2.10. Temperaturen af indløb og udløb af det varme brugsvand.

Af figur 4.2.10 ses, at ved tapninger er koldt vandstemperaturen (indløb), som ledes ind i varmtvandsbeholderen ca. 15 °C. Når der ikke tappes, får indløbs- og udløbstemperaturfølerene ca. rumtemperatur 20-25 °C, da de ikke sidder i beholderen, men lige under beholderen, altså i rumtemperatur. Temperaturen af det tappede varme vand når op på 75 °C.



Figur 4.2.11. Temperaturen i toppen af varmtvandsbeholder.

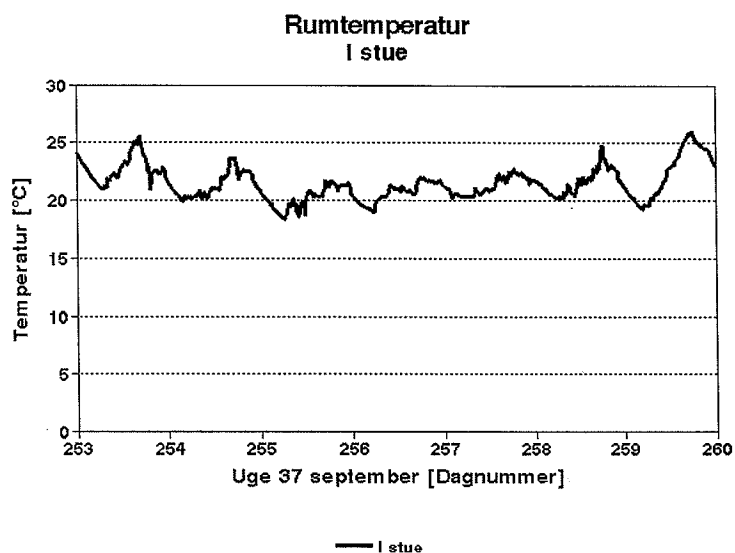
Det ses i figur 4.2.11 at temperaturen i toppen af beholderen svinger mellem 45 og 80°C. Dette passer godt sammen med, at den højeste tappede varmtvandstemperatur, i uge 37 i september måned, har været 75°C (se figur 4.2.10).



Figur 4.2.12. Tappes varmt vand fra beholder.

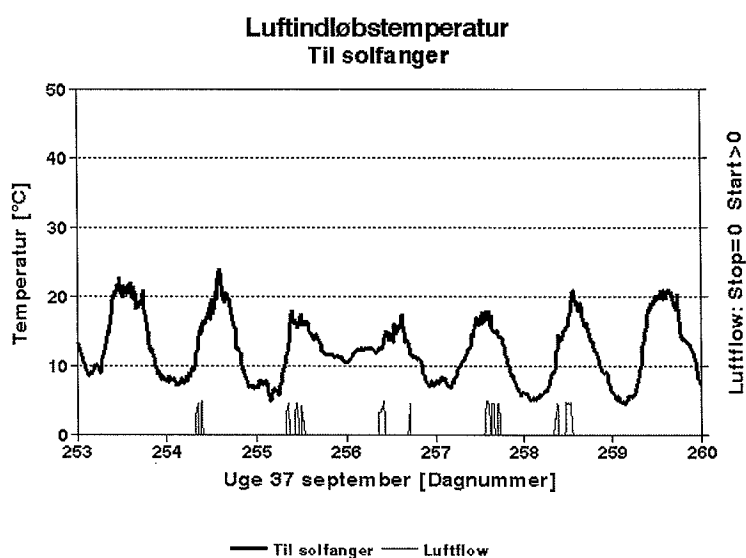
Af ovenstående figur ses, at den effekt, der tappes varmt vand med, er stor - op til ca. 17 kW. Det er dog kun i korte perioder, at der tappes.





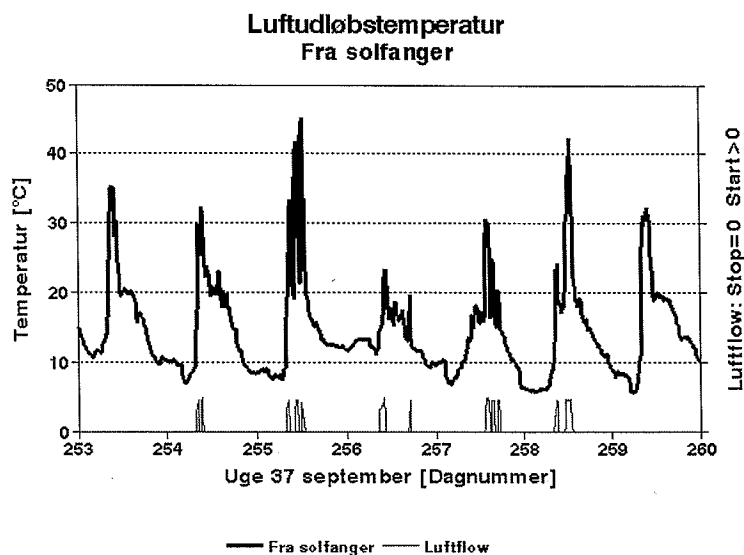
Figur 4.2.13. Temperaturen i stue.

Det ses i ovenstående figur, at rumtemperaturen svinger mellem 18 og 26°C. Den lave rumtemperatur ved dag 255 og 256 skyldes, at man slukker for ventilationen i nattetimerne, hvilket også ses af figur 4.2.16. Der tilføres ingen energi til luften. Desuden ses af figur 4.2.25, at radiatorene ikke har været i drift i disse to dage.



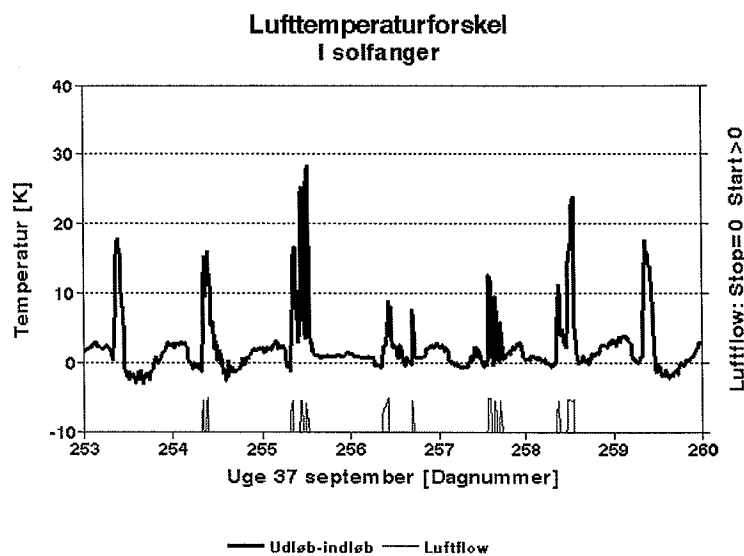
Figur 4.2.14. Indløbstemperaturen af luft til solfangerne og luftflow.

Ovenstående figur viser temperaturen af den luft som strømmer ind i solfangeren. Den nederste kurve i figur 4.2.14 viser, hvornår der er luftflow gennem solfangeren.



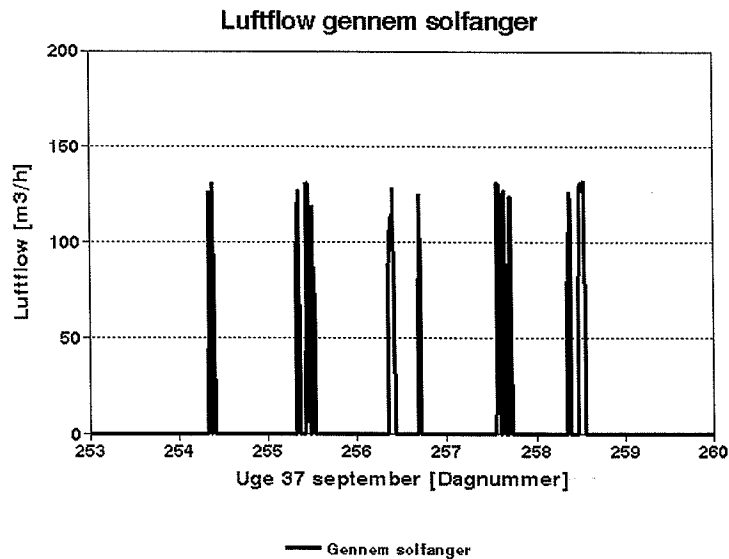
Figur 4.2.15. Udløbstemperatur af luften fra solfangerne.

Det ses, at udløbstemperaturen når op på 45°C, når der trækkes luft igennem solfangeren.



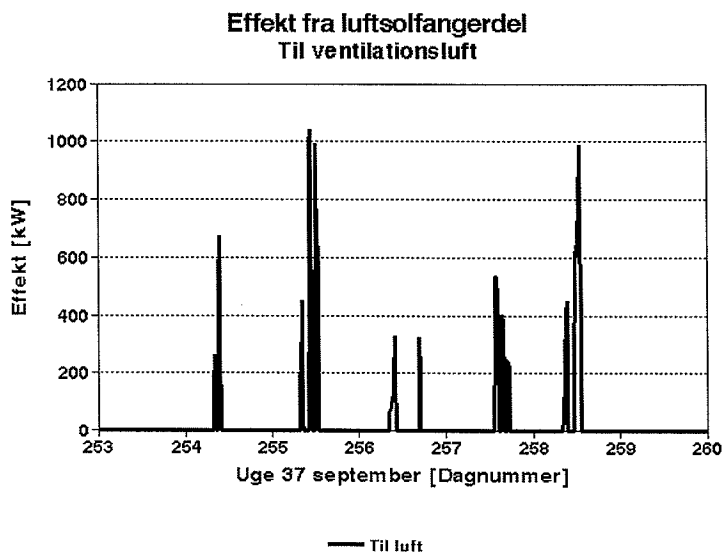
Figur 4.2.16. Lufttemperaturforskel i solfanger mellem udløb og indløb.

Det ses af figur 4.2.16, at differenstemperaturen bliver negativ på visse tidspunkter, men på disse tidspunkter er der intet luftflow gennem solfangeren. Forskellen skyldes, at det "kolde" termoelement får lidt varmestråling fra bagpladen af solfangeren.



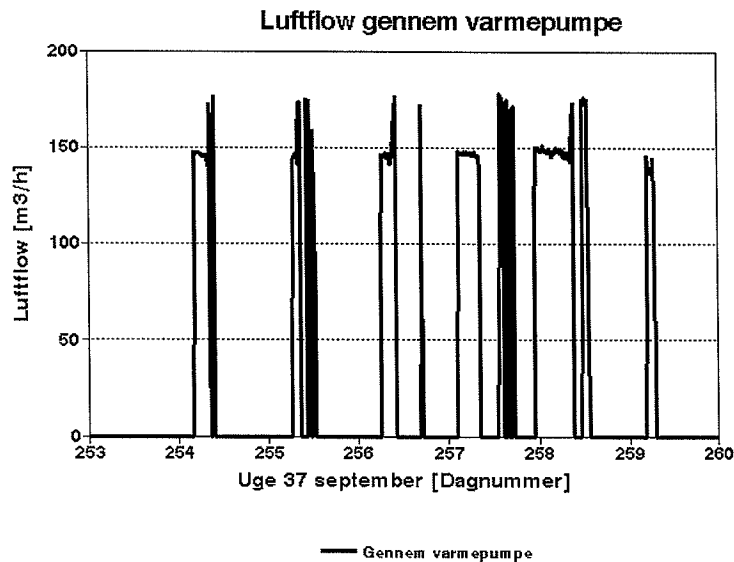
Figur 4.2.17. Luftflow gennem solfangerne til varmepumpen.

Af figur 4.2.17 ses, at når der trækkes luft igennem solfangerne, er det med et flow på ca. 130 m<sup>3</sup>/h. Sammenholdes figuren med figur 4.2.5 ses det, at væskedelen er i drift i dag 253, hvorimod luftflowet gennem solfangeren er nul. For dagene 254 til 259 er pumpen og ventilatoren til tider i drift samtidigt.



Figur 4.2.18. Effekt fra luftsolfangerdelen til ventilationsluften.

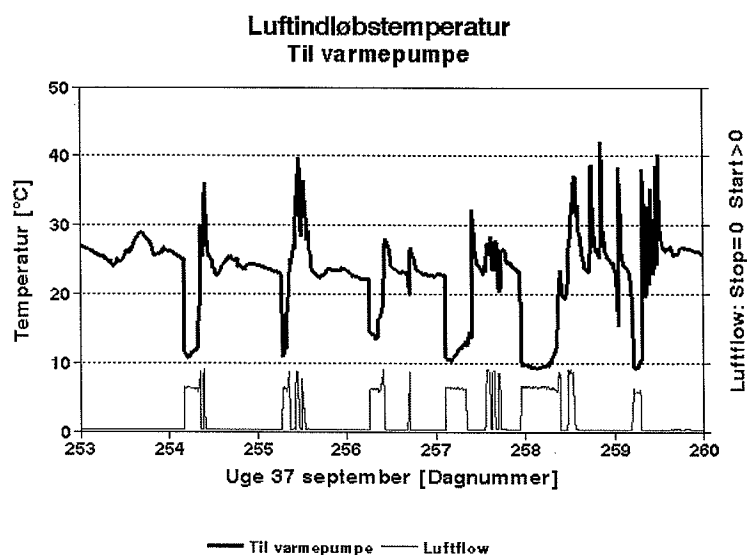
Af ovenstående figur ses, at solfangerens luftdel levere en effekt til ventilationsluften fra ca. 75W (dag 256) til godt 1000 W (dag 255), når de er i drift.



Figur 4.2.19 Luftflow gennem varmepumpen til ventilationsluften.

Når der trækkes luft igennem solfangerne, så trækkes der også luft gennem varmepumpen. Dette fremgår af figur 4.2.17 og ovenstående figur 4.2.19. Varmepumpen har i denne periode dag 253 til 260 været i drift på trin 2 og 3, dvs med et luftflow på henholdsvis små 150 m³/h og 175 m³/h. På trin 1 er der ca. et flow på 125 m³/h gennem varmepumpen (fremgår ikke af figuren). I følge figur 4.2.17 er der et luftflow gennem solfangeren på ca. 125 m³/h mens der gennem varmepumpen er et flow på 150 m³/h og 175 m³/h på de samme tidspunkter. Forskellen skyldes to forhold:

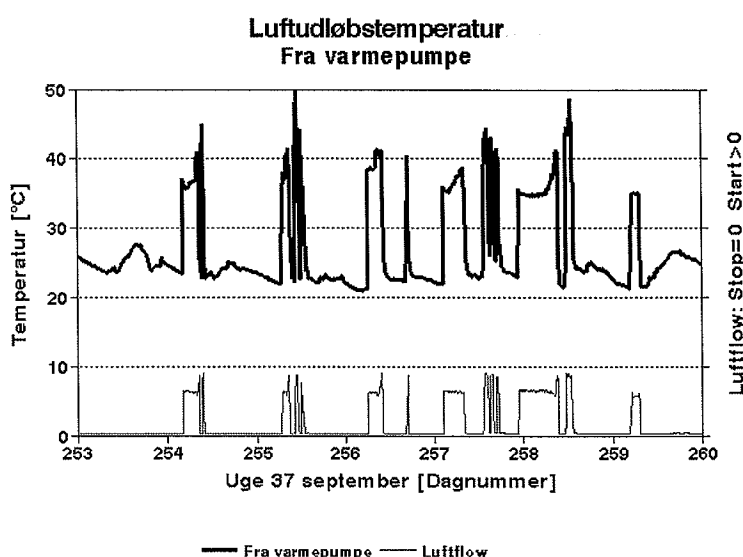
- 1) Efter luftsolfangeren tilføres der altid lidt udeluft til ventilationsluften lige før varmepumpen, når rumventilationen er i drift.
- 2) Der er altid lidt recirkulation når rumventilationen er i drift.



Figur 4.2.20. Indløbstemperatur af luften til varmepumpen.

Det ses i figur 4.2.20, at når der er luftflow gennem varmepumpen, så falder den målte tempe-

ratur ved indløbet til varmepumpen. Dette skyldes, at der tages en blanding af ude- og indeluft ind i varmepumpen, når ventilatoren er i drift. Når luftflowet er nul (indblæsningsventilator ude af drift), er det rumtemperaturen på ca. 23-25°C, der måles. Der er dog tidspunkter i slutningen af dag 258 og i starten af dag 259, hvor indløbstemperaturen til varmepumpen stiger til 35-40°C, mens indblæsningsventilatoren er ude af drift. Den målte høje indløbstemperatur ved varme-pumpen skyldes, at varmepumpen opvarmer det varme brugsvand. Ved denne processen sker der en varmeudveksling fra kondensatoren til termoelementet ved indløbet. Ved f.eks. dag 255 skyldes den høje indløbstemperatur 35-40°C til varmepumpen, at der tilføres varm luft fra solfangeren. Dette ses af figur 4.2.15, hvor temperaturen ud af luftdelen af solfangerne er oppe på 45°C midt på dagen ved dag 255.

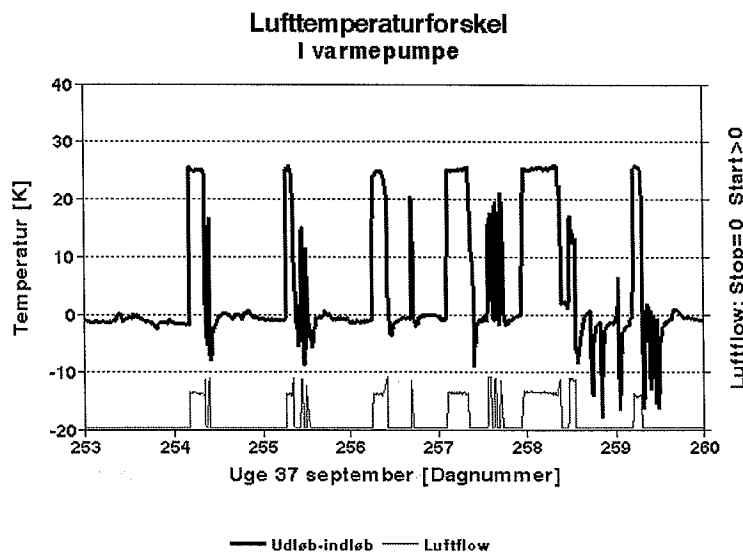


Figur 4.2.21. Temperatur af luften fra varmepumpen.

I figur 4.2.21 ses, at når der er luftflow gennem varmepumpen, så stiger udløbstemperaturen til rummene til mellem 35 og 50°C.

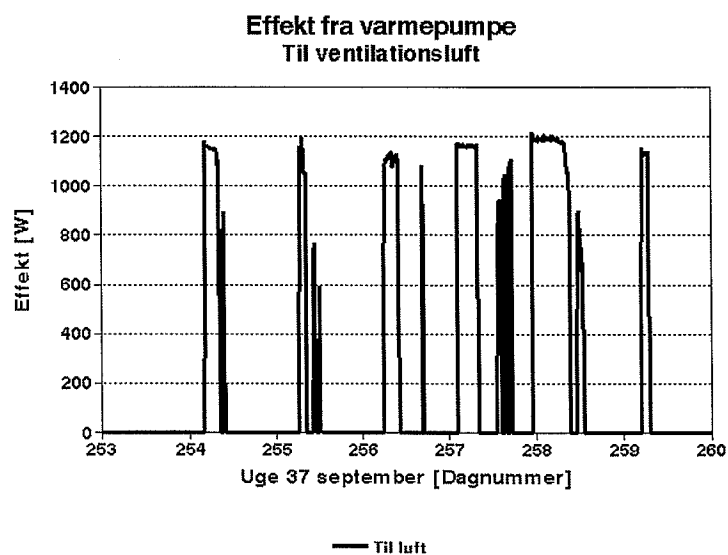
Ved driftstop er temperaturen omkring rumtemperaturen (23-25°C). Her er der ingen varmeudveksling fra varmepumpen til termoelementet ved udløbet ved varmtvandsproduktionen ved dag 259 (sammenhold med figur 4.2.20). Termoelementet sidder i den modsatte side end termoelementet ved indløbet til varmepumpen.

Sammenholdes ovenstående figur med figur 4.2.19 ses det, at når temperaturen af udblæsningsluften er over ca. 40°C, er der et luftflow på 170 m<sup>3</sup>/h gennem varmepumpen, dvs. at ventilatoren kører på trin 3. Ifølge kapitel 2, skulle temperaturen af varmepumpen (kondensatoren) være 45°C før ventilatoren kørte på trin 3. Dette passer udmærket med, at varmepumpen (kondensatoren) har en temperatur, som er ca. 5 K højere end udblæsningsluften.



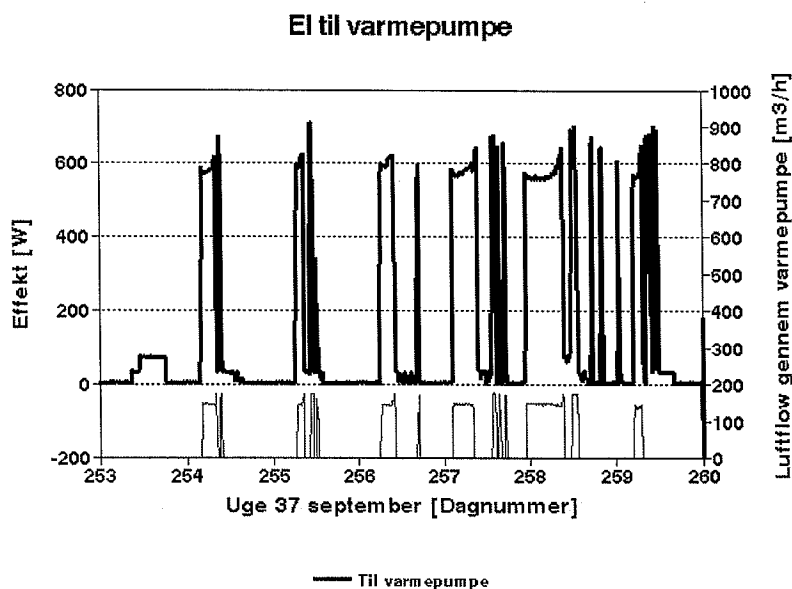
Figur 4.2.22. Lufttemperaturforskel over varmepumpen mellem udløb og indløb.

I ovenstående figur ses, at når der er luft gennem varmepumpen, er der en opvarmning på ca 15-25K af luften.



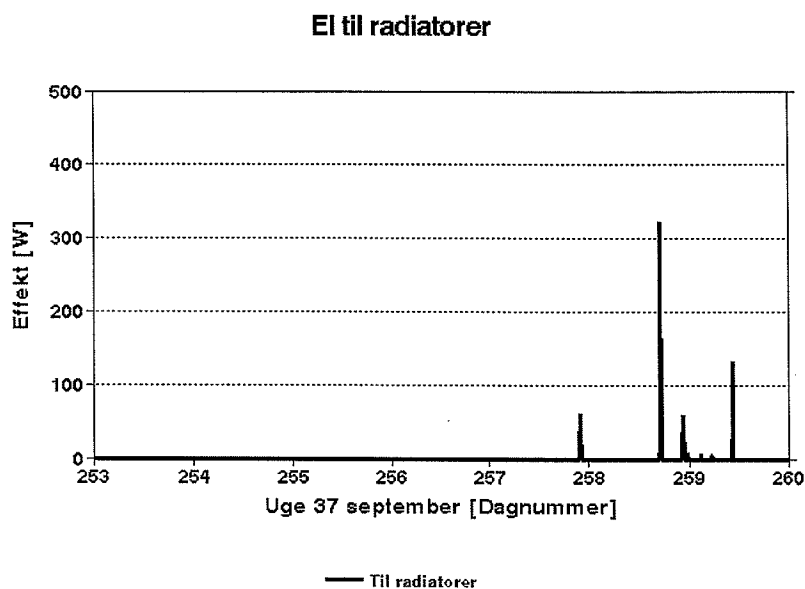
Figur 4.2.23. Effekt leveret fra varmepumpe til ventilationsluften.

Af figuren ses, at varmepumpen har leveret en effekt på ca. 1200 W til luften. Desuden leverer varmepumpen på samme tid effekt til det varme vand. Dette stemmer godt overens med, at varmepumpen har en max ydelse på ca. 2 kW.



Figur 4.2.24. El tilført varmepumpen.

Af ovenstående figur er den effekt, der tilføres varmepumpen, angivet i den øverste kurve. Den nederste kurve angiver, hvornår der er luftflow gennem varmepumpen. I slutningen af dag 258 ses, at der ikke er luftflow gennem varmepumpen, men at der stadig er et forbrug af el. Dette skyldes, at det varme vand opvarmes af varmepumpen.

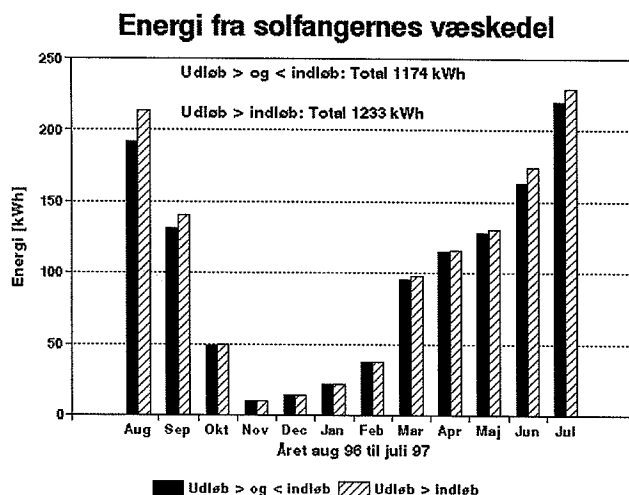


Figur 4.2.25. El leveret til radiatorene.

Af ovenstående figur ses, at der kun har været brug for elradiatorerne i de sidste 3 dage af uge 37. Effekten, som er afsat, har været beskeden med et maksimum på ca. 310 W.

### 4.3 Ydelser og forbrug

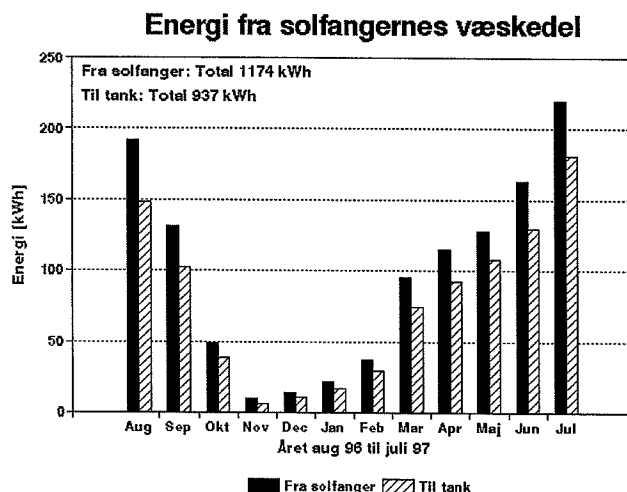
I dette afsnit er de månedlige ydelser samt de årlige ydelser af VP-SOL solvarmeanlægget angivet. Desuden er varmtvandsforbruget samt radiatorenes og varmepumpens elforbrug vist.



Figur 4.3.1. Energi ud af solfangerne.

I figur 4.3.1 er der angivet to søjler. De mørke søjler viser, hvor meget solfangerne har ydet måned for måned, mens de skraveret søjler viser, hvor meget solfangerne ville yde, hvis der ikke havde været drifttidspunkter, hvor indløbstemperaturen til solfangerne havde været højere end udløbstemperaturen fra solfangerne, dvs at udløbstemperaturen altid er højere end indløbstemperaturen (Udløb > indløb). Afvigelsen er på årsbasis 59 kWh eller ca. 5 %. Teoretisk, dvs. uden varmetab fra rørene, kunne der leveres 1233 kWh (se figur 4.3.1) til tanken.

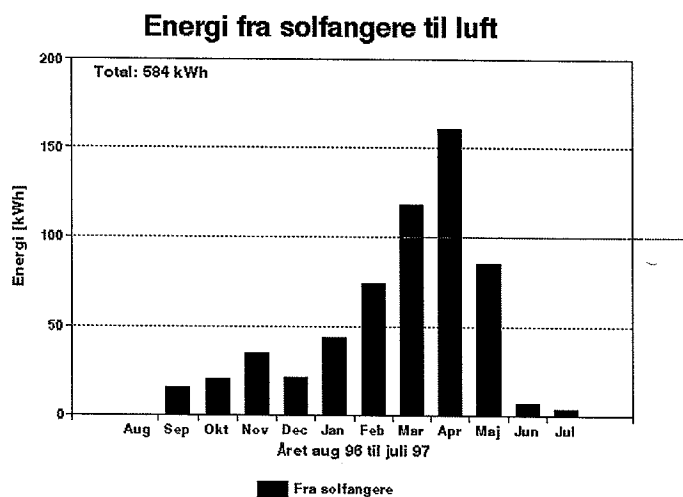
Grunden til, at temperaturforskellen bliver negativ over solfangeren, er en forkert placering af føleren i tanken (returtemperaturen) og/eller føleren i solfangeren (solfangertemperaturen). Grunden er nærmere beskrevet i afsnit 4.1.



Figur 4.3.2. Energi fra solfangerne til væske og fra væske til tank.



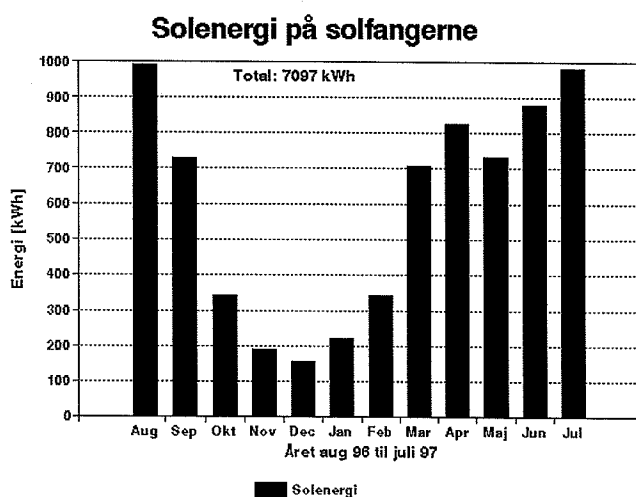
I figur 4.3.2 er energimængden, som solfangerne leverer til væskedelen, angivet på månedsbasis. Desuden er energimængden, som leveres til tanken, angivet. Forskellen mellem de to søjler er varmetabet for rørstrækningen fra solfangerne til tanken. Fra solfangerne leveres på årsbasis 1174 kWh, mens der til tanken kun overføres 937 kWh. Altså et varmetab på 237 kWh eller 20 %. Er ca. 50 % større end for anlæg i PTF'en på IBE's forsøgsareal - se ref. 7.



Figur 4.3.3. Energi leveret fra solfangerene til ventilationsluften.

Af figur 4.3.3 ses, at der som forventet kun leveres meget lidt energi til luften i sommermånedene juni, juli og august. I efteråret oktober til december leveres også kun en lille mængde energi til luften. Dette skyldes, at solindstrålingen i disse måneder har været ringe og at der kun forvarmes luft, når lufttemperaturen i solfangeren er 10 K højere end rumtemperaturen. I foråret er der leveret meget mere energi til luften, hvilket skyldes den større solindstråling (se figur 5.1.2).

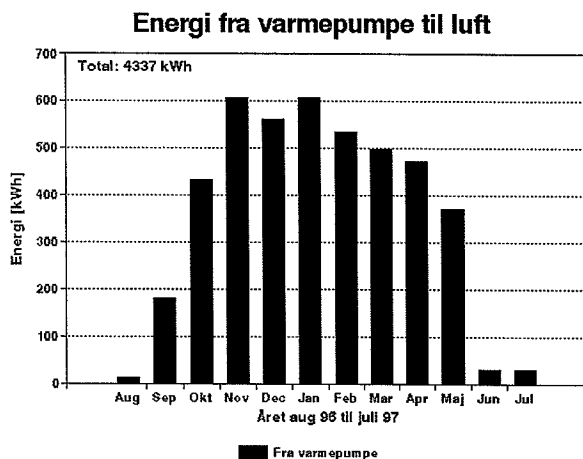
Totalt er der produceret 584 kWh eller 98 kWh/m<sup>2</sup> fra solfangerne til ventilationsluften.



Figur 4.3.4. Det totale solindfald på solfangerne. Månedsværdier.

Af figur 4.3.4 ses, at den årlige solenergimængde, der rammer solfangerne, er 7097 kWh eller 1195 kWh/m<sup>2</sup>. Den samlede energi fra solfangerne til væske og ventilationsluft er henholdsvis 1174 kWh + 584 kWh = 1758 kWh eller 296 kWh/m<sup>2</sup>. De 1758 kWh er ikke solvarmeanlæggets ydelse men den energi ved solfangerne der leveres til væsken og til luften. Ydelsen for anlægget estimeres i næste kapitel ved hjælp af simuleringer.

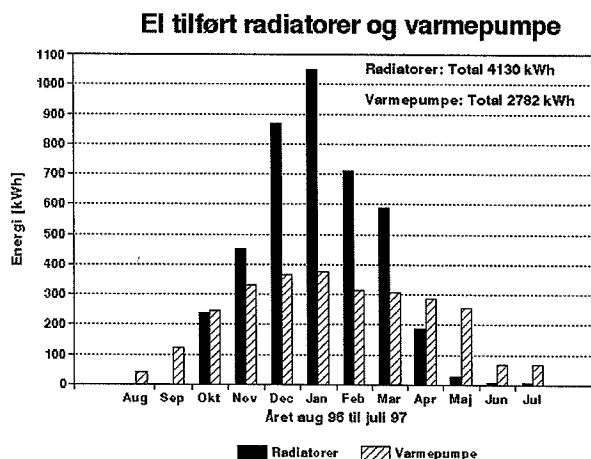
Solfangerne udnytter  $1758/7097 = 0,25$  altså 25 % af den indkomne solenergi.



Figur 4.3.5. Energi produceret af varmepumpen til ventilationsluften.

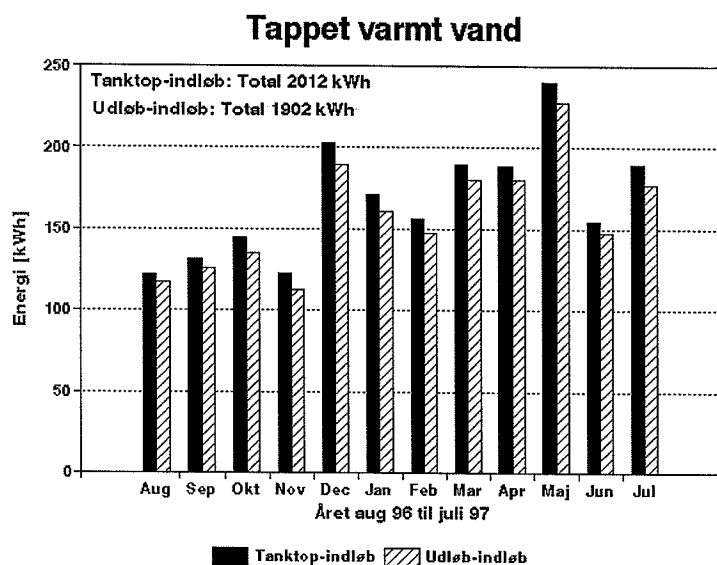
Af figur 4.3.5 ses, at i sommermånederne, juni, juli og august er der næsten ikke leveret energi til ventilationsluften fra varmepumpen, da der ikke har været noget nævneværdigt rumvarmebehov. Dette ses af figur 5.1.1, hvor udetemperaturen i disse måneder har ligget på 16-19°C.

Varmepumpen har i årets løb leveret i alt 4337 kWh til ventilationsluften. Radiatorene har leveret 4130 kWh. Desuden er der brugt 30 sække á 20 kg brænde med en brændværdi på 4500 kcal/kg, hvilket giver en energimængde på 3143 kWh. Forudsættes at brændeovnen har en nyttevirkning på 80% fås  $3143 \text{ gange } 0,80 = 2514 \text{ kWh}$  til rumopvarmning fra brændeovnen. Alt i alt er der brugt  $(4337 + 4130 + 2514) \text{ kWh} = 10981 \text{ kWh}$  til rumopvarmningen.



Figur 4.3.6. El-energi tilført radiatorer og varmepumpen.

I ovenstående figur er el-energiforbruget til elradiatorene og til varmepumpen angivet. Elforbruget til varmepumpen er inklusiv el til pumpe, reguleringer og 2 stk. ventilatorer. Det ses, at radiatorerne forbruger mest, (ikke overraskende), i vintermånederne med en maxværdi i januar på ca. 1050 kWh. Det ses ligeledes, at varmepumpens elforbrug også har sit maksimum i januar måned med et forbrug på små 400 kWh. Radiatorenes årsforbrug af el er på 4130 kWh, mens forbruget af el til varmepumpen er på 2782 kWh. Det skal bemærkes, at der tilføres 2782 kWh i el til varmepumpen, mens varmepumpen leverer 4337 kWh til luften. Dette skyldes at varmepumpen også får leveret energi fra udsugningsluften.



Figur 4.3.7 Varmtvandsforbrug. Månedsværdier.

I figur 4.3.7 er varmtvandsforbruget angivet måned for måned. Der er foretaget to forskellige målinger. Den ene er foretaget ved at måle forskellen mellem udløbs- og indløbstemperaturen af det varme vand. Ved denne målemetode måles en for lav værdi, da temperaturføleren ved udløbet ved begyndelsen af en varmtvandstapning måler en lavere udløbstemperatur, end væsken reelt har pga. varmekapaciteten af udløbets dykrør. Den anden form for måling er foretaget ved at måle forskellen mellem temperaturen i toppen af beholderen og indløbet. Her måles en for høj værdi, da temperaturen, der reelt tappes, er mindre end toptemperaturen, fordi det tappede varme vand afkøles ned gennem beholderen, fordi udtaget er placeret i bunden af tanken.

Som det ses, er forskellen 110 kWh eller en afvigelse på ca. 5,7 % mellem de to målemetoder. Det faktiske varmtvandsforbrug ligger altså mellem de to måleværdier. Det antages, at det faktiske varmtvandsforbrug ligger lige imellem de to målte værdier, dvs. at det faktiske varmtvandsforbrug er 1957 kWh. De to målemetoder afviger altså med ca. 2,8 % fra det faktiske forbrug.

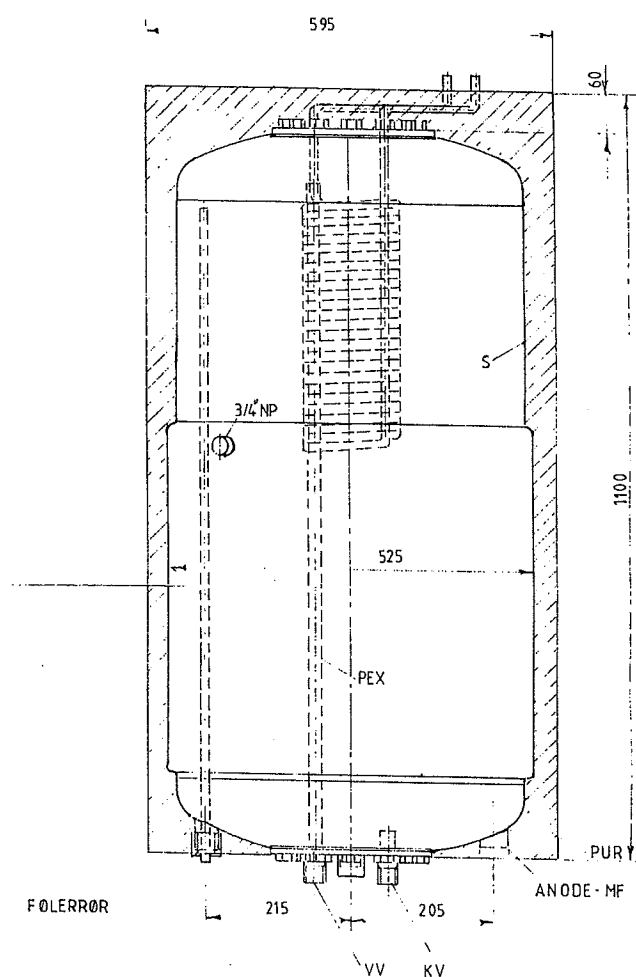
Årsforbruget svarer til at en vandmængde på ca. 42 m<sup>3</sup> opvarmes fra 10°C til 50°C, eller 115 liter varmt vand tappet pr. dag. Den faktiske tappede varmtvandsmængde var ca. 83,6 liter pr. dag.

## 4.4 BEREGNINGER

Det er vanskeligt at måle, hvad varmepumpen leverer af energi til varmtvandsbeholderen. Derfor beregnes dette istedet. Først beregnes varmetabet fra beholderen. Derefter opstilles en varmebalance for beholderen. Herefter kan varmepumpens energitilførelse til beholderen findes.

Det har desuden vist sig vanskeligt at skønne varmetabskoefficienten for beholderen, da denne har en kuldebro i toppen pga. tilslutningen til varmepumpen, og da der ikke findes et datablad for den aktuelle beholder.

### 4.4.1 Varmetab fra varmtvandsbeholder



Figur 4.4.1. Tegning af varmtvandsbeholder.

Varmetabskoefficienterne for beholderen er skønnes ud fra datablad D3075 i bilag.

Varmetabskoefficient i drift ved 60°C: 2,9 W/K.

Varmetabskoefficient i hvile: 1,7 W/K.

Driftperioden for solfangeren skønnes at være 1/4 af året. Den samlede varmetabskoefficient er altså:  $(2,9 \cdot 0,25 + 1,7 \cdot 0,75) = 2,0 \text{ W/K}$ .

De målte gennemsnitstemperaturer på årsbasis er følgende:

|                   |        |
|-------------------|--------|
| Top af beholder:  | 71,7°C |
| Bund af beholder: | 16,6°C |
| Rumtemperatur:    | 22,6°C |

Middeltemperaturen af beholderen skønnes at være:  $(71,7^\circ\text{C} + 16,6^\circ\text{C})/2 = 44,2^\circ\text{C}$ .

Nu beregnes varmetabet,  $Q_{\text{tab,behl}}$  fra beholderen.

$$Q_{\text{tab,behl}} = 2,0 \text{ W/K} \cdot (44,2 - 22,6) \text{ K} \cdot (365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60) \text{ s} = 1,3624 \text{E9 J} = 378 \text{ kWh}.$$

Varmebalancen for beholderen er følgende: Energien fra varmepumpe til beholder er lig med den tappede varmtvandsenergi minus energimængden fra solfangeren til beholderen plus varmetabet fra beholderen. Dvs.:

|                                          |                      |
|------------------------------------------|----------------------|
| Tappet varmt vand:                       | 1.957 kWh            |
| Energimængde fra solfanger til beholder: | 937 kWh              |
| Varmetab fra beholder:                   | 378 kWh              |
| <br>Energi fra varmepumpe til beholder:  | <br><b>1.398 kWh</b> |

Dvs. at varmepumpen levere 1398 kWh til beholderen. Den leverede energimængde dækker en del af energien til det tappede varme vand samt en del af varmetabet fra beholderen. Resten af energien leveres af væskesolfangeren.

#### 4.4.2 Effektfaktor for varmepumpen

Den målte eltilførelse 2782 kWh til varmepumpen er incl. el til de 2 stk. ventilatorer, reguler-ingerne, samt pumpen til væskedelen.

Først beregnes og skønnes, hvor meget de forskellige ting forbruger af el. Herefter kan effektfaktoren for varmepumpen beregnes. Effektfaktoren er: energi fra varmepumpen divideret med tilført elenergi.

Effekten til drift af udsugningsventilatoren er målt til 27 W og ventilatoren skønnes at være i drift i 1/3 af tiden.

$$\text{Energi til udsugningsventilator: } 27 \text{ W} \cdot 365 \cdot 24 \cdot 1/3 = 79 \text{ kWh}.$$

Hele el-energimængden til indblæsningsventilatoren skønnes at blive tilført som varme til indblæsningsluften.

Det skønnes at pumpen i gennemsnit bruger en effekt på 30 W og er drift i 1/4 af tiden. Dvs.

at energiforbruget er:  $30 \text{ W} \cdot 365 \cdot 24 \cdot 1/4 = 66 \text{ kWh}$ .

Elforbruget af pumpen i et normalt Aids anlæg er ca. 75 kWh.

Effekten til drift af reguleringerne er fundet til at være 4,5 W, og da reguleringerne er i drift hele året fås et forbrug på 39 kWh.

El tilført varmepumpeanlægget er målt til 2782 kWh.

El-energien, som ikke direkte går til varmepumpen er:

$$\text{udsugning} + \text{pumpe} + \text{regulering} = 79 + 66 + 39 = 184 \text{ kWh}.$$

Dette trækkes fra de 2782 kWh og man får 2598 kWh.

Energien som varmepumpen leverer til luft og væske er:  $4337 \text{ kWh} + 1398 \text{ kWh} = 5735 \text{ kWh}$ .

Effektfaktoren bliver:  $5735/2598 = 2,2$ . I brochuren fra Nilan's VP-Combisol fås en effektfaktor på 2,3 under forudsætning af at udblæsningsluften er ca. 20°C og at varmepumpen har en fremløbstemperatur på 55°C - se bilag. Varmepumpens fremløbstemperatur har sikkert været noget højere da middeltemperaturen i toppen af beholderen har været 71,7°C. Af brochuren kan man ikke se, hvormeget effektfaktoren falder med ved at gå fra en fremløbstemperatur på 55°C til f.eks. 71,7°C.

#### 4.4.3 Nettoydelse og dækningsgrad

Nettoydelser for VP-SOL-anlægget beregnes i det følgende. Nettoydelsen for dette luft/væske-anlæg defineres som den traditionelle nettoydelse plus energimængden fra solfangerne til luften. Nettoydelsen er lig med varmtvandsforbruget minus energi til suppleringsenergi minus pumpeenergi plus luftenergi. Suppleringsenergien til beholderen er fundet i afsnit 4.4.1 og energien til væskepumpen er fundet i afsnit 4.4.2.

**Nettoydelser** er:  $((1957 - 1398 - 66) + 584) \text{ kWh} = (493 + 584) \text{ kWh} = 1077 \text{ kWh}$ .

Nu kan dækningsgraden for anlægget findes. To dækningsgrader udregnes. Dækningsgraden for det varme brugsvand og dækningsgraden for det varme brugsvand plus rumvarme. Dækningsgraden er forholdet mellem nettoydelse og behov. Brugsvandsbehovet er  $(2012 + 1902)/2 = 1957 \text{ kWh}$  fra figur 4.3.7 og rumopvarmningsbehovet er 10981 kWh.

**Dækningsgrad 1** =  $(493 / 1957) \cdot 100 \% = 25,2 \%$  er lidt mindre end normalt (30 % - 50%) i følge reference 8.

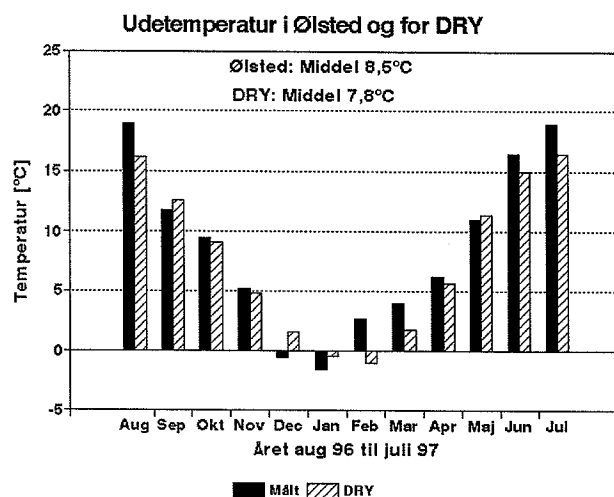
**Dækningsgrad 2** =  $((493 + 584) / (1957 + 10981)) \cdot 100 \% = 8,3 \%$



## 5 SIMULERINGER

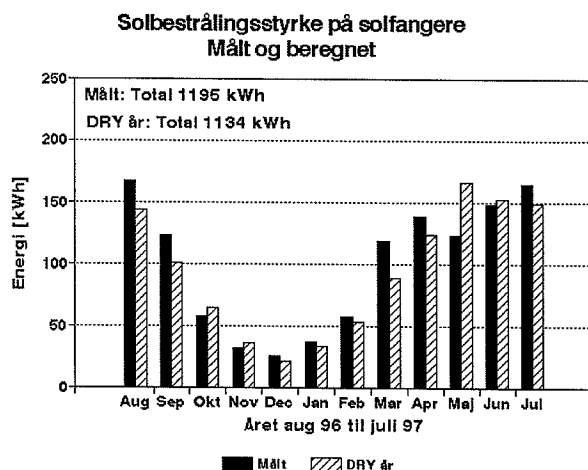
I dette kapitel beregnes ydelsen af VP-SOL anlægget for med de aktuelle ydelser og forbrug for et “normalt” år. Det vil sige for et år, hvor vejrdataene er fra det nye danske referenceår Design Reference Year DRY (reference 9). I første afsnit 5.1 sammenholdes vejrdataene fra måleåret med referenceåret DRY.

### 5.1. Vejrdata kontra referenceåret DRY



Figur 5.1.1. Udetemperaturen i Ølsted sammenlignet med referenceåret DRY.

Figur 5.1.1 viser udetemperaturen målt i Ølsted sammenholdt med referenceåret DRY's udetemperatur. Årsmiddeltemperaturen i Ølsted var 8,5°C og for referenceåret DRY 7,8°C. Det ses, at udetemperaturen i Ølsted nogenlunde ligner DRY-temperaturen. Årsafvigelsen var 0,7 K. Udetemperaturen har størst indflydelse på rumopvarmningsbehovet og noget mindre på solfangernes ydelse.



Figur 5.1.2. Solbestrålingsstyrken på solfangerne i Ølsted.



I figur 5.1.2 er solbestrålingsstyrken på solfangerne i Ølsted sammenholdt med referenceåret DRY. Solfangerne har en hældning på 53° med en orientering 18° fra syd mod øst. Det ses, at på årsbasis er den totale energimængde næsten ens (1195 og 1134 kWh/m<sup>2</sup>) med en afvigelse på under 1 %. Den maksimale månedlige afvigelse er dog 25 % og optræder i marts måned.

Ud fra de to ovenstående grafer er det skønnet, at referenceåret DRY stemmer godt nok overens med det aktuelle måleår. Det er derfor acceptabelt at benytte vejrdatabene fra referenceåret DRY til de følgende simuleringer i programmet KVIKSOL. Dette gøres, fordi det ikke er muligt (meget besværeligt og usikkert da den målte solindstråling skal omregnes), at benytte de aktuelle vejrdatabe fra Ølsted i KVIKSOL.

## 5.2 Solvarmeanlæggets ydelse for referenceåret DRY

V.h.a beregningsprogrammet KVIKSOL version 5.5a (reference 10) er der foretaget simuleringer for luft/væske-solvarmeanlægget VP-SOL.

Først er der foretaget simuleringer med de aktuelle data fra Ølsted, dvs. brugsvandsforbrug, rumvarmeforbrug, hældning og retning af solfangerne osv. Simuleringerne er sammenholdt med de aktuelle ydelser for anlægget. Dernæst er VP-SOL anlægget simuleret med forskellige ændringer såsom, brugsvandsforbrug, setpunkter for væskedelen og rørtab fra luftkanal. Til slut er der foretaget en beregning for anlægget ved standardtilskudsbetingelserne.

Sammenligningen mellem målingerne (aktuelle ydelser) og beregningerne skal tages med et vist forbehold, da simuleringsprogrammet ikke helt kan simulere de faktiske styringer og rumvarmeforbrug. Derimod giver sammenligningerne mellem de forskellige simuleringer dog et fingerpeg om, hvilke ændringer der betyder noget.

I nedenstående tabel 5.2.1 viser kolonnen med navnet "Styring" hvilken slags styring, der er anvendt for solfangerne. Ved "0" styring menes, at luft- og væskedelen er i drift uafhængigt af hinanden. Ved luftprioritering dækkes rumopvarmningsbehovet, herefter opvarmes varmtvandsbeholderen. Til slut er der foretaget en beregning for et anlæg kun til væske (ren væske), altså et traditionelt anlæg. I princippet skulle "0" styring ligne styringen for VP-SOL-anlægget i Ølsted mest.

Kolonne "Sol til lager" viser, hvor meget energi, der leveres fra væskesolfangeren til beholderen

Kolonne "Luft til hus" viser energimængden, som leveres fra luftsolfangeren til ventilationsluften.

Kolonne "Supplering" angiver energimængden, som varmepumpen leverer til beholderen.

Kolonne "Nettoydelse" er angivet som den traditionelle nettoydelse plus kolonne "Luft til hus".

Den sidste kolonne viser varmetabet fra varmtvandsbeholderen.

For at simulere rumopvarmningsbehovet for huset i Ølsted skal KVIKSOL have en fil med timeværdier for rumopvarmningsbehovet. Da rumvarmebehovet ikke er målt i Ølsted anvendes i stedet en fil for et BR-82 hus, hvor behovet er omregnet i forhold til det areal som huset i Ølsted har -se reference 10 og 11. Det skal bemærkes, at det anvendte rumopvarmningsbehov ikke er målt og ikke nødvendigvis falder sammen med det faktiske behov, men det er det bedste vi kan gøre uden direkte målinger.

Det skal bemærkes at den virkelige rumopvarmningen foretages op til en temperatur på 23°C. Da energien fra luftdelen kun er "nyttig" op til ca. 20°C, så viser målingerne altså en for høj værdi. Den nyttiggjorte energi fra luftdelen er nok snarere 50-70 %.

Af sammenligningen øverst i tabel 5.2.1 mellem måleværdierne og "0" styring ses, at anlægget i Ølsted har ydet noget mere end beregningerne viser. Nettoydelsen er 37 % større end den beregnede. Suppleringsvarmen til beholderen er noget lavere for målingerne end for simuleringerne. Dette skyldes tildels, at varmetabet for beholderen er sat (beregnet og skøn) for lavt i målingerne, og at der er en vis usikkerhed i simuleringerne. Simuleringerne stemmer ikke helt overens med virkeligheden. Forudsættes det at kun 50 % af energien fra luftdelen er "nyttig" så fås en nettoydelse på 785 kWh, hvilket er det samme som simuleringerne viser. Der er altså en del usikkerhed både på målingerne og beregningerne.

Nu sammenlignes de forskellige simuleringer med hinanden.

Var der kørt med luftprioritering i stedet for "0" styring, ville anlægget havde ydet mindre for væskedelen, men mere for luftdelens vedkommende. Samlet ville nettoydelsen være steget med 11 %.

Ændres rumopvarmningsbehovet fra 11.000 kWh til 10.000 kWh, dvs at der regnes med at kun 50 % af brændværdien af brændet udnyttes til rumopvarmningen og at resten går tabt gennem skorstenen. Beregningerne viser at ændringen i rumopvarmningsbehovet kun har ringe indflydelse på nettoydelsen. Ændringen er på  $7/862 \cdot 100 \% = 0,8 \%$ .

Havde temperaturen af det tappede varme vand været 50°C i stedet for 71,7°C, så ville anlægget yde noget mere for væskedelens vedkommende og kun lidt mindre for luftdelens. Alt i alt ville nettoydelsen være steget med 35 %. Dette skyldes, dels at beholderen har en lavere temperatur, og dermed kan væskesolfangerne levere mere energi til beholderen, og dels at varmetabet fra beholdertoppen bliver mindre (407-277) kWh = 130 kWh.

Forøges varmtvandsforbruget til 160 liter/dag (2268 kWh) med opvarmning fra 16,6°C til 50°C, så forøges nettoydelsen med 7 %, hvilket skyldes at væskedelen kan levere mere energi til den lidt koldere beholder.

Ændres styringen af væskedelen til at starte ved temperaturdifferensen 5 K og stoppe ved 2 K, betyder dette faktisk, at der sker et lille fald i nettoydelsen på 0,5 %. Godt nok får beholderen leveret 19 kWh mere energi, men det tabes i luftdelen med 18 kWh og fra

varmetabet fra beholderen med 4 kWh. Denne ændring har altså praktisk taget ingen betydning.

| Styring                                                                                                                                                 | Sol til<br>lager | Luft til<br>hus | Supplering | Nettoydelse | Tab behl |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------|------------|-------------|----------|
|                                                                                                                                                         | kWh              | kWh             | kWh        | kWh         | kWh      |
| Varmtvandsforbrug 83,6 liter/dag opvarmet fra 16,6°C til 71,7°C (1955 kWh).<br>Rumvarmeforbrug 11.000 kWh.                                              |                  |                 |            |             |          |
| Måleværdier                                                                                                                                             | 937              | 584             | 1398       | 1077        | 378      |
| "0" styring                                                                                                                                             | 746              | 486             | 1620       | 785         | 407      |
| Luftprioritering                                                                                                                                        | 707              | 596             | 1653       | 869         | 402      |
| Varmtvandsforbrug 83,6 liter/dag opvarmet fra 16,6°C til 71,7°C (1955 kWh).<br>Rumvarmeforbrug 10.000 kWh.                                              |                  |                 |            |             |          |
| Luftprioritering                                                                                                                                        | 710              | 585             | 1650       | 862         | 402      |
| Varmtvandsforbrug 138 liter/dag opvarmet fra 16,6°C til 50°C (1956 kWh).<br>Rumvarmeforbrug 11.000 kWh.                                                 |                  |                 |            |             |          |
| "0" styring                                                                                                                                             | 913              | 466             | 1323       | 1060        | 277      |
| Varmtvandsforbrug 160 liter/dag opvarmet fra 16,6°C til 50°C (2268 kWh).<br>Rumvarmeforbrug 11.000 kWh.                                                 |                  |                 |            |             |          |
| "0" styring                                                                                                                                             | 981              | 461             | 1553       | 1136        | 263      |
| Varmtvandsforbrug 160 liter/dag opvarmet fra 16,6°C til 50°C (2268 kWh).<br>Rumvarmeforbrug 11.000 kWh. Differensstyring af væske. Start 5K og stop 2K. |                  |                 |            |             |          |
| "0" styring                                                                                                                                             | 1000             | 443             | 1537       | 1130        | 267      |
| Varmtvandsforbrug 160 liter/dag opvarmet fra 10°C til 50°C (2716 kWh).<br>Rumvarmeforbrug 11.000 kWh.                                                   |                  |                 |            |             |          |
| "0" styring                                                                                                                                             | 1136             | 437             | 1794       | 1314        | 212      |
| VP-SOL anlægget beregnet med standardtilskudsbetingelserne.                                                                                             |                  |                 |            |             |          |
| "0" styring                                                                                                                                             | 1134             | 435             | 1803       | 1303        | 219      |
| Ren væske                                                                                                                                               | 1353             | 0               | 1614       | 1054        | 249      |
| VP-SOL anlægget beregnet for et stort rørtab fra luftkanal på 1W/mK, men ellers med standardtilskudsbetingelserne.                                      |                  |                 |            |             |          |
| "0" styring                                                                                                                                             | 1166             | 417             | 1771       | 1317        | 219      |

Tabel 5.2.1. Målte- og simulerede ydelser for VP-SOL anlægget.

Forudsættes, at der tappes varmt vand svarende til standard, dvs. 160 liter/dag opvarmet fra 10°C til 50°C, så fås en nettoydelse på 1314 kWh altså en stigning på  $(1314 - 785)/785 \cdot 100\% = 67\%$  i forhold til det aktuelle anlæg med "0" styring (første simulering).

Nu beregnes, hvad anlægget ville yde ved standardbetingelserne for beregning af tilskud til anlægget. Det skal bemærkes, at simuleringerne er foretaget med den aktuelle kappebeholder og ikke for en standardbeholder. Det ses, at nettoydelsen ville være 1303 kWh. I forhold til, at anlægget kun skulle virke som væskeanlæg "Ren væske", så er forøgelsen af ydelsen på 24 %.

Til slut er undersøgt, hvormeget en forøgelse af varmetabet fra luftkanalen fra solfangerne til huset har at sige. Det ses lidt overraskende at nettoydelsen stiger, hvilket skyldes at væskedelen stiger mere end luftdelen falder.

Alt i alt viser simuleringerne, at det er en fordel først at opvarme luften og derefter væsken, altså en luftprioritering. Ved ændring af styringsstrategi fås en forøgelse af nettoydelsen på 11 %. En forøgelse af nettoydelsen på 35 % kan opnås ved at ændre varmepumpens opbygning således, at suppleringsopvarmningen af beholderen højest bliver 55°C.

Det skal bemærkes at den nyttiggjorte energi fra luften er mindre end målingerne viser og ydelsen fra væskedelen er baseret på usikre beregninger. Indenfor usikkerheden må det siges at anlægget yder stort set det samme - målt som beregnet.



## 6 KONKLUSION

Der er blevet målt i ca. halvandet år, og en næsten sammenhængende periode på et år er blevet udvalgt. Måledata for 23 dage (6,3 %) i etårsperioden mangler, men der er korrigeret for disse måleudfald, og det skønnes, at disse udfald kun har ringe indflydelse på resultaterne.

Der har kun været få driftforstyrrelser i måleperioden. En enkelt gang var det nødvendigt at fylde væske på anlægget ellers har driftstoppene været foresaget af svigt i elforsyningen pga. lynnedslag.

Målingerne viser, at varmepumpeenheten i alt har leveret 4337 kWh til luften, og beregninger viser, at der er leveret 1398 kWh til det varme vand fra varmepumpeenheten. Alt i alt har varmepumpen leveret 5735 kWh, hvilket er som forventet.

Varmtvandsforbruget var på 1957 kWh, hvilket svarer til en tappet mængde på 83,6 liter pr. dag ved en opvarmning fra 16,6°C til 71,7°C. Forbruget er noget mindre end for en normal husstand, hvor der regnes med et forbrug på 2716 kWh, hvilket svarer til en tappet varmtvandsmængde på 160 liter pr. dag opvarmet fra 10°C til 50°C.

Temperaturen i toppen af beholderen har været ca. 72°C i gennemsnit i måleåret. Max.- og min.- temperaturene, der er målt i toppen er henholdsvis 97°C og 38°C. De høje temperaturer skyldes, at varmepumpen leverer energi til det varme vand, selvom der kun kræves energi til luften. Det ville være ønskeligt hvis opbygningen af varmepumpeenheten blev ændret således at beholdertoppen kun blev opvarmet til ca. 55°C af varmepumpen. Hermed kunne solvarmeanlæggets nettoydelse forøges med ca. 30 %.

Solvarmeanlægget væskedel har leveret 1174 kWh (198 kWh/m<sup>2</sup>), hvoraf 937 kWh er leveret til kappen. Der er et rørtab fra solfangeren til kappen på 237 kWh eller 20 % af energien fra væskesolfangerdelen. Dette betyder dog ikke, at nettoydelsen forøges med 20 %, hvis der intet rørtab er, men det skønnes, at ved en halvvering af rørtabet, så ville nettoydelsen stige med små 5 %.

Det har desuden vist sig, at væskeanlægget kører for længe, dvs. at der leveres energi fra kappen til solfangeren. Dette skyldes en uheldig placeringen af følerene til differensstyringen. Energimængden, der tabes, er målt til 59 kWh eller 5 % af af energien fra væskesolfangerne.

Solvarmeanlæggets luftdel har leveret 584 kWh eller 98 kWh/m<sup>2</sup>. Det skal dog bemærkes at kun en del af energien er "nyttig" ca. 50-70 %. Ændres styringen til at være en differens mellem luftsolfangerne og udeluften ville ydelsen blive større. Et skøn vil være en stigning af nettoydelsen på 5 %.

Ud fra simuleringer har det vist sig at luft/væske-solvarmeanlægget, VP-SOL yder 24 % mere end et tilsvarende anlæg uden luftdelen (almindeligt væskeanlæg).

Alt i alt har solvarmeanlægget leveret 1758 kWh (296 kWh/m<sup>2</sup>) til lager og bygning.

Solvarmeanlægget har ydet som forventet og ved en ændring af varmepumpen, styringsstrategierne og isolering af solvarmerørene er det skønnet at nettoydelsen vil kunne forøges med ca. 40 %.

Skal der måles på solvarmeanlæg, er det en stor fordel, at beboerne som i dette tilfælde har interesse og forstand på anlægget. Driftforstyrrelser og måledataudfald konstateres hurtigt, og udbedringerne kan foretages hurtigt. Har man tillige nogle gæstfrie beboere, er det ingen sag at udfører den måletekniske del af et projekt som dette.

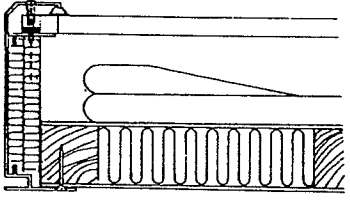
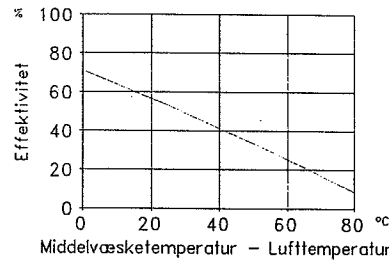
## 7 REFERENCER

- 1 Solvarme. Brugervejledning. VPSOL  
Aidt Miljø A/S, Kongensbrovej, Aidt, 8881 Thorsø
- 2 VP-Combisol  
Nilan A/S, Nilanvej 2, 8722 Hedensted
- 3 Luft/luft - luft/vand varmepumpe VP 18  
Nilan A/S, Nilanvej 2, 8722 Hedensted
- 4 35954A IMP/PC TO S-Net Adaptor  
Operating Manual (Part 1 and 2)  
Schlumberger Technologies Instruments Division
- 5 3595 Series Isolated Measurement Pods  
Installation guide  
Schlumberger Technologies Instruments Division
- 6 Program udviklet til dataopsamling og -behandling fra målekort fra  
Schlumberger Technologies  
Jørgen M. Schults, Institut for Bygninger og Energi, DTU
- 7 Små low flow solvarmeanlæg med kappebeholdere.  
Louise Jivan Shah, Institut for Bygninger og Energi, DTU
- 8 Målinger på solvarmeanlæg til kombineret brugsvands- og rumopvarmning. Meddelelse 255, august 1993  
Klaus Ellehauge, Laboratoriet for Varmeisolering, DTU
- 9 Design Reference Year, DRY - Et nyt dansk referenceår  
Jerry Møller Jensen og Hans Lund  
Meddelelse 281, oktober 1995, Laboratoriet for Varmeisolering, DTU
- 10 Luft/væskesolfangere  
Prøvestationen for Solenergi, DTI  
Søren Østergaard Jensen, Ole Olesen og  
Finn Kristiansen, Institut for Bygninger og Energi, DTU
- 11 Videnbank - 3 huses opvarmningsbehov, 1997  
Lawaetz, H. og Jørgensen, L.S.  
Laboratoriet for Varmeisolering, DTU



## BILAG

Datablad for almindelig væskesolfanger fra Aidt Miljø  
Datablad D3075 for en 189 liter varmtvandsbeholder (kappebeholder)  
Datablad for varmepumpeenheten VP 18 til VP-SOL anlægget  
Udskrift fra KVIKSOL af beregning af VP-SOL anlægget for et år med vejr-  
data fra Referenceåret DRY

| DATABLAD FOR SOLFANGER - EFFEKTIVITET                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fabrikat/forhandler<br><b>Aidt Miljø A/S, Kongensbrovej, Aidt, 8881 Thorsø tlf.: 86 96 67 00</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Type<br><b>LF3</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Prøvelaboratorium<br><b>Laboratoriet for Varmeisolering, DTU, Bygning 118, 2800 Lyngby</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Id.nr.<br><b>282</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>SOLFANGER DATA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|  <p style="text-align: center;"><i>Snit i solfanger</i></p> <p>Udvendige dimensioner i m<br/>2,540 x 1,270 x 0,105</p> <p>Areal</p> <p>Udvendigt 3,23 m<sup>2</sup><br/>Transparent 2,96 m<sup>2</sup></p>                                                                                                                                                                     | <p>Vægt 45 kg</p> <p>Væskeindh. 18,4 liter</p> <p>Dæklag<br/>Type ribbeplade<br/>Materiale acrylbelagt poly-carbonat<br/>Tykkelse 10 mm</p> <p>Absorber<br/>Type ribberør<br/>Materiale sort polypropylen 16/12 mm</p> <p>Kanalsystem 2 parallelle rørs-langer på sort filtbelagt aluplade</p>                                                                                                                                             | <p>Tilslutning 2 stk. 16/12 mm klemfittings</p> <p>Isolering<br/>Bagside 30 mm glasuld<br/>Sider 20 mm filt</p> <p>Solfangerkasse<br/>Bagside træfiberplade<br/>Sider aluminiumsprofiler</p> <p>Tætning EPDM gummi</p> <p>Varmekapacitet beregnet<br/>Ekskl. væske 15 kJ/K<br/>Inkl. væske 81 kJ/K</p> <p>Fabrikantoplysninger<br/>Prøvetryk 150 kPa<br/>Anbefalet max. tryk trykløs</p> |
| <b>PRØVNING OG RESULTATER</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <p>Prøvning</p> <p>Metode ISO/DIS 9806-1<br/>Periode Feb. + apr. 1995</p> <p>Prøvningsbetingelser</p> <p>Væske 50 % glykol<br/>Vind 5 m/s<br/>Væskestrøm 0,02 kg/s/m<sup>2</sup><br/>Low flow 0,0034 kg/s/m<sup>2</sup><br/>Bestråling Ca. 860 W/m<sup>2</sup></p> <p>Tryktab (ved 25°C)<br/><math>P_d = 712 M^{1,24}</math><br/>Tryktab ved 0,01 kg/s<br/>Fabrikant anbefalet flow<br/><math>P_d = 2,3 \text{ kPa}</math></p>                                  | <p>Effektivitet</p> <p><math>\eta_0 = 0,71</math><br/><math>k_0 = 5,70 \text{ W/(K m}^2\text{)}</math><br/><math>k_1 = 0,007 \text{ W/(K}^2 \text{ m}^2\text{)}</math></p> <p>Hældningskorrektion</p> <p><math>s_0 = 1,0146</math><br/><math>s_1 = -0,0003 \text{ pr. grad}</math></p> <p>Væskestrømskorrektion</p> <p><math>m_0 = 0,98</math><br/><math>m_1 = 0,54</math></p> <p>Indfaldsvinkelkorrektion</p> <p><math>a = 2,7</math></p> | <p style="text-align: center;"><math>G = 800 \text{ W/m}^2</math></p>  <p style="text-align: center;"><i>Effektivitetskurve</i><br/>(baseret på transparent areal)</p>                                                                                                                              |
| <b>FORMLER OG SYMBOLER</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <p>Effektivitet : <math>\eta = \eta_0 - k_0 (T_m - T_a)/G - k_1 (T_m - T_a)^2/G</math></p> <p>Korr. effektivitet : <math>\eta_K = k_M [\eta_0 - k_0 (T_m - T_a)/G - k_1 (T_m - T_a)^2/G]</math></p> <p>Væskestrømskorr. : <math>k_M = m_0 + m_1 M</math></p> <p>Hældningskorr. : <math>k_S = s_0 + s_1 S</math></p> <p>Indfaldsvinkelkorr. : <math>k_G = [k_v(V) G_{DIR} + k_v(60^\circ) G_{DIF}] / G</math><br/>hvor <math>k_v(V) = 1 - \tan^2(V/2)</math></p> | <p><math>T_a</math> Lufttemperatur [°C]<br/><math>T_m</math> Væsketemp. [°C]<br/><math>M</math> Massestrøm [kg/s]<br/><math>S</math> Hældning fra vandret [°]<br/><math>V</math> Indfaldsvinkel [°]<br/><math>G</math> Bestrålingsstyrke [W/m<sup>2</sup>]</p>                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| BEMÆRKNINGER                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | DATO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Erik S. Nielsen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |



|                                                            |  |                               |
|------------------------------------------------------------|--|-------------------------------|
| <b>Datablad for solvarmebeholder</b>                       |  | Prøve nr.:<br><b>D3075</b>    |
| Fabrikat:<br>Nilan A/S, Nilanvej 2, Box 10, 8722 Hedensted |  | Type:<br><b>Danlager 1000</b> |
| Rekvirent:                                                 |  | VA-godk.nr.:<br>3.21/DK 8778  |

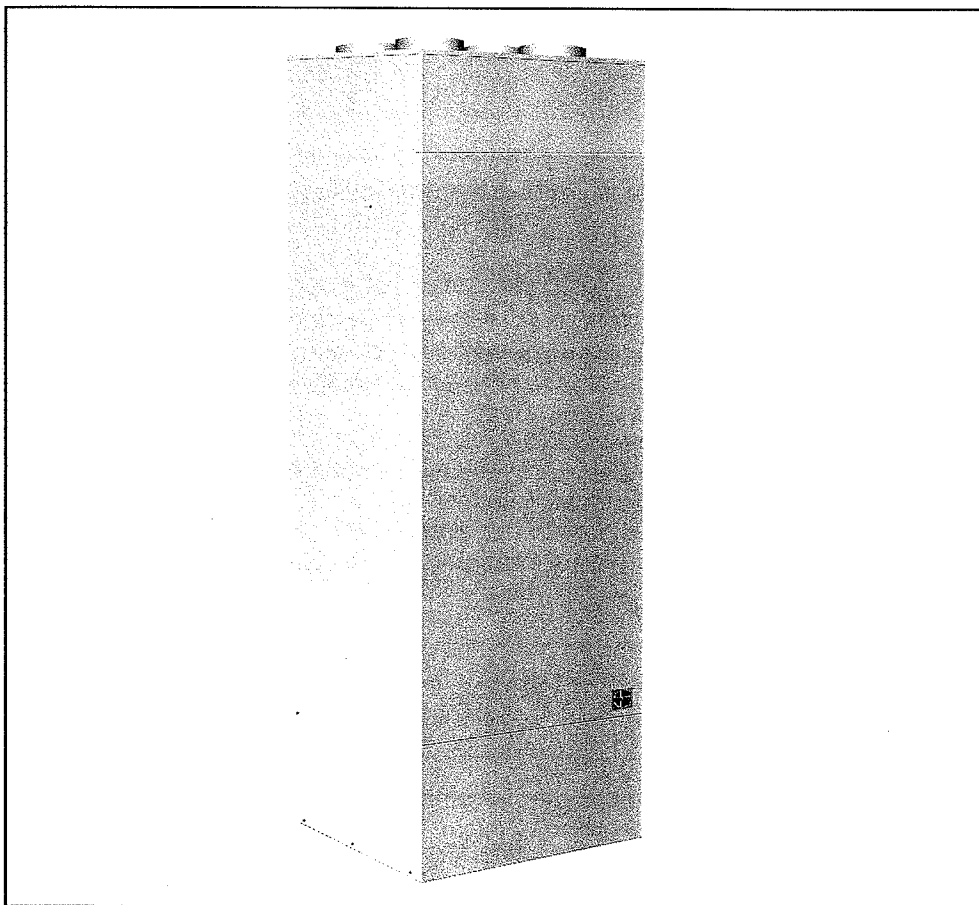
  

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Data for solvarmebeholder - fabrikant oplys.</b></p> <p><u>Udformning:</u><br/>Cylindrisk stålbeholder med to varmevekslere, en kappe til solvarme og en topspiral til suppleringsvarme. Beholderen er isoleret med hårdt polyurethanskum og er indbygget i et kabinet af stål. Pumpe ekspansionsbeholder mm. kan placeres nederst i kabinettet.</p> <p>Dimensioner for kabinnet : 600 x 1510 x 600 mm<br/>Tomvægt incl. kappe/spiral : ca. 85 kg</p> <p><u>Varmtvandsbeholder:</u><br/>Type : Cylinder m. hvælvede endebunde<br/>Diameter x højde : 500 x 1065 mm<br/>Volumen : 189 liter<br/>Materiale : Stål<br/>Korrosionsbeskyttelse : To lag glas emalje og anode</p> <p><u>Solvarme veksler</u><br/>Dimensioner Kappe : ø 525 mm , h = 395 mm<br/>Materiale : Stål<br/>Væskeindhold : 8.3 liter<br/>Opvarmet volumen af veksler : 175 liter<br/>Vol. fra beh.bund til veksl.top : 103 liter</p> <p><u>Suppleringsvarme veksler</u><br/>Dimensioner Spiral : ø 27 mm, l= 10000 mm<br/>Materiale : Stål 37<br/>Væskeindhold : 4.5 liter<br/>Opvarmet volumen af veksler : 74 liter</p> <p><u>El-patron</u><br/>Type : Stav<br/>Forsyningsspænding : 230 V / 400 V<br/>Effekt : 1.2 kW / 3.6 kW<br/>Opvarmet volumen af el-patron : 85 liter</p> <p><u>Isolering:</u><br/>CFC-frit PUR skum<br/>Bund : 30 mm<br/>Sider : 50 mm<br/>Top : 75 mm</p> | <p><b>Prøvningsforhold:</b></p> <p>Rumtemperatur : ca. 21°C<br/>Væske i solfangerkreds : Vand/propylenglycol 60/40<br/>Benyttet væskestrøm : ca. 1 liter/minut</p> <p><b>Resultater:</b></p> <p>Målt brugsvandsvolumen : 183 liter ±5%<br/>Varmekapacitet : 812 kJ/K ±2%<br/>Varmetabskoefficient i drift v. 60°C : 2.7 W/K ±5%<br/>Varmetabskoefficient i hvile : 1.5 W/K ±5%<br/>Varmeroverføringsevne, UA, fra solfangerkreds til beholder:<br/>UA ved T beh. = 50°C, og effekt på 2 kW:<br/>100 W/K ±7%<br/>Udtryk for UA : <math>64.0 + 0.7 \cdot T_{beh.}</math> [W/K]</p> <p><u>Principskitse af solvarmebeholder:</u></p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                               |                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Bemærkninger til prøvning:</b></p> <p>Pumpe, ekspansionsbeholder, fittings m.m. var ikke monteret under prøvningen.</p> | <p>Dato: 1997.10.15<br/>Prøvestationens underskrift:<br/><br/>Inge-Lise Clausen</p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|

# Luft/luft - luft/vand varmepumpe



Nilan varmepumpe type VP 18 er et ventilations- og varmegenvindingsaggregat med kombineret varmlufts- og varmbrugsvands-produktion. Varmepumpen består af en 180 ltr. varmtvandsbeholder samt to ventilatorer til henholdsvis indblæsning og udsugning. Betjening af varmepumpen foregår på to betjeningspaneler bag varmepumpens inspektionslåger.

## Funktion

Via et kanalsystem overføres energien fra udsugningsluften til varmepumpen. Denne energi udnyttes til produktion af varmt brugsvand samt suppleringsvarme i form af tempereret indblæsningsluft.

I vinterdrift har brugsvandet første prioritet, hvorefter den resterende energi udnyttes til opvarmning af indblæsningsluften.

I sommerdrift udnyttes energien til opvarmning af brugsvandet. Overproduktion af varme ledes bort via afkastkanalen.

## Fordele

Nilan type VP 18 er et kompakt anlæg der ikke kræver mere plads end den gamle kedel.

Varmepumpen har et lavt energiforbrug, lang levetid, billig at installere og meget betjeningsvenlig.

Varmepumpen er afprøvet af Teknologisk Institut og godkendt af myndighederne.

VP 18 kan med fordel kombineres med olie, gas, fjernvarme eller anden form for brændsel.

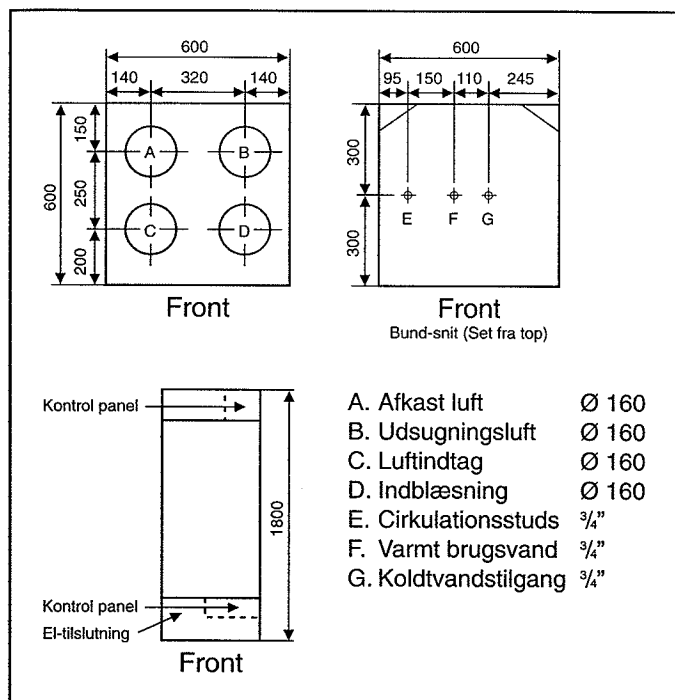


VP 18

**VAR.  
ME**

# Tekniske data for VP 18

## Målskitser VP 18



## Lydtrykniveau

| Målepunkt                                         | dB(A) | Oktavbånd (Hz) |      |      |      |      |      |
|---------------------------------------------------|-------|----------------|------|------|------|------|------|
|                                                   |       | 125            | 250  | 500  | 1000 | 2000 | 4000 |
| Indblæsning<br>L <sub>P1</sub>                    | 64,2  | 63,9           | 61,2 | 61,4 | 59,1 | 54,8 | 52,6 |
| Udsugning<br>L <sub>P2</sub>                      | 61,7  | 61,2           | 59,1 | 57,4 | 57,7 | 51,9 | 43,5 |
| Lukket aggregat<br>til omgivelser L <sub>P3</sub> | 43,2  | 49,7           | 47,4 | 39,5 | 36,1 | 29,5 | 25,8 |

Lydtryksniveauet L<sub>P1</sub> og L<sub>P2</sub> er målt, i henholdsvis indblæsnings- og udsugningskanalen, 1 meter fra aggregatet. Lydtryksniveauet L<sub>P3</sub> er målt midt for aggregatet 1 meter derfra.

For alle målinger gælder at efterklangstiden er 1 sek. og luftmængden ca. 250 m<sup>3</sup>/h.

Endvidere er der, som vist på monteringsseksemplet, monteret lyddæmpende flexslange på tilslutningsstudsene.

## Tekniske data

|                 |       |
|-----------------|-------|
| Varmepumpe type | VP 18 |
|-----------------|-------|

|                                              |    |              |
|----------------------------------------------|----|--------------|
| Dimensioner, excl. stilskrue + studse, LxBxH | mm | 600x600x1800 |
| Vægt excl. emballage                         | kg | 150          |
| VVS tilslutning                              |    | 3/4"         |
| Ei-tilslutning                               | V  | IN~50HZ 230V |
| Forsikring incl. suppleringsvarme            | A  | 10           |
| Kanaltilslutning – indblæsning               | mm | Ø 160        |
| Kanaltilslutning – udsugning                 | mm | Ø 160        |
| Kanaltilslutning – luftindtag                | mm | Ø 160        |
| Kanaltilslutning – afkast                    | mm | Ø 160        |

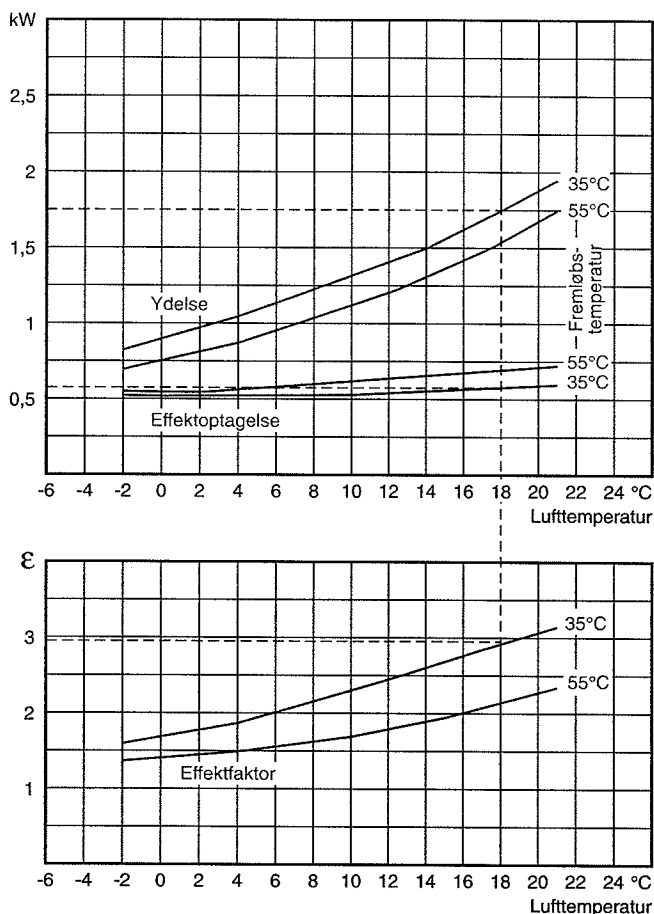
|                                   |   |         |
|-----------------------------------|---|---------|
| Ventilator type                   |   | RFE 140 |
| Regulerbar ventilatorhastighed    |   | 4 trin  |
| Ventilatorens optagne effekt, max | W | 150     |
| Ventilatorens optagne effekt, min | W | 35      |

|                |   |         |
|----------------|---|---------|
| Kompressortype |   | SC 10 D |
| Fyldemiddel    |   | R 22    |
| Fyldemængde    | g | 800     |

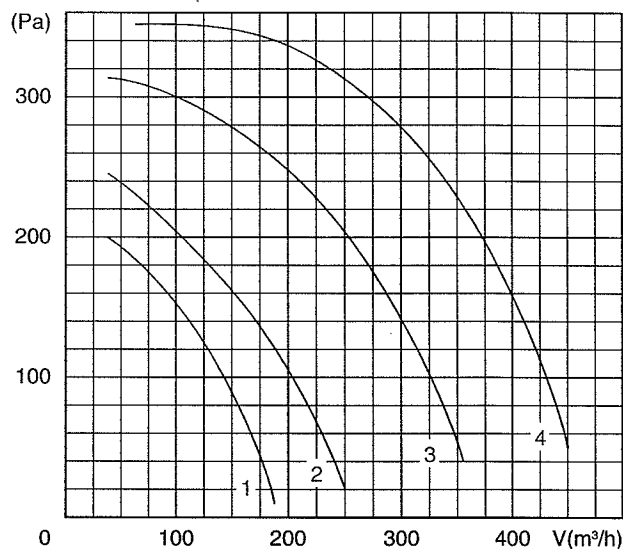
|                                  |      |                  |
|----------------------------------|------|------------------|
| Beholder                         | ltr. | 180              |
| – max. tilladelig vandtemperatur | °C   | 55               |
| – max. beholdertryk              | Bar  | 10               |
| – korrosionsbeskyttelse          |      | Glasemalje+anode |
| – supplerings effekt             | W    | 1000             |

# Tekniske data for VP 18

## Ydelse- og effekt-karakteristik, VP 18



## Ventilator-karakteristik, VP 18

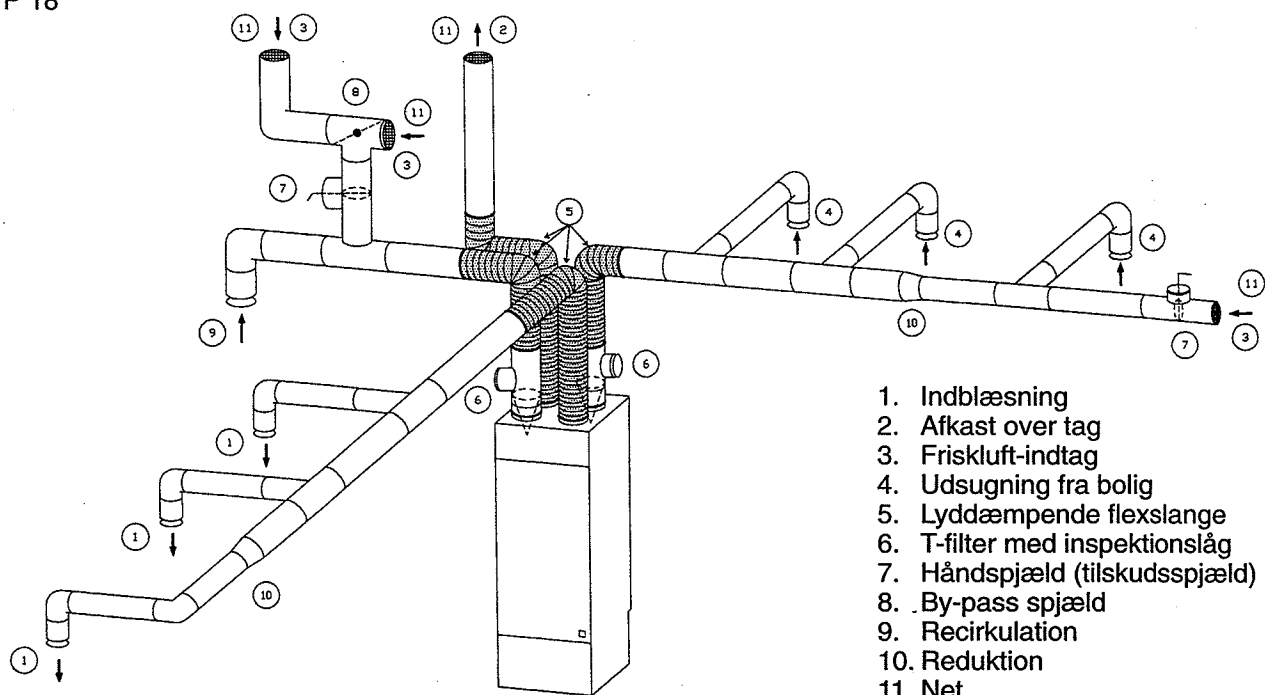


## Eksempel

Varmepumpen er indstillet til en fremløbstemperatur på 35 °C.  
 Ved en temperatur på udsugningsluften på 18 °C, vil VP 18 yde 1,75 kW og optage 0,58 kW.  
 Varmepumpen vil altså i dette tilfælde have en effektfaktor på 3,0.

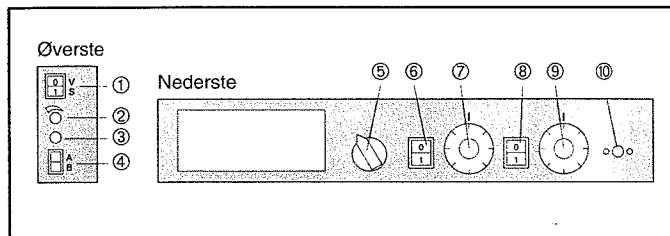
## Monteringseksempel

Af VP 18



# Tekniske data for VP 18

## Styrepaneler

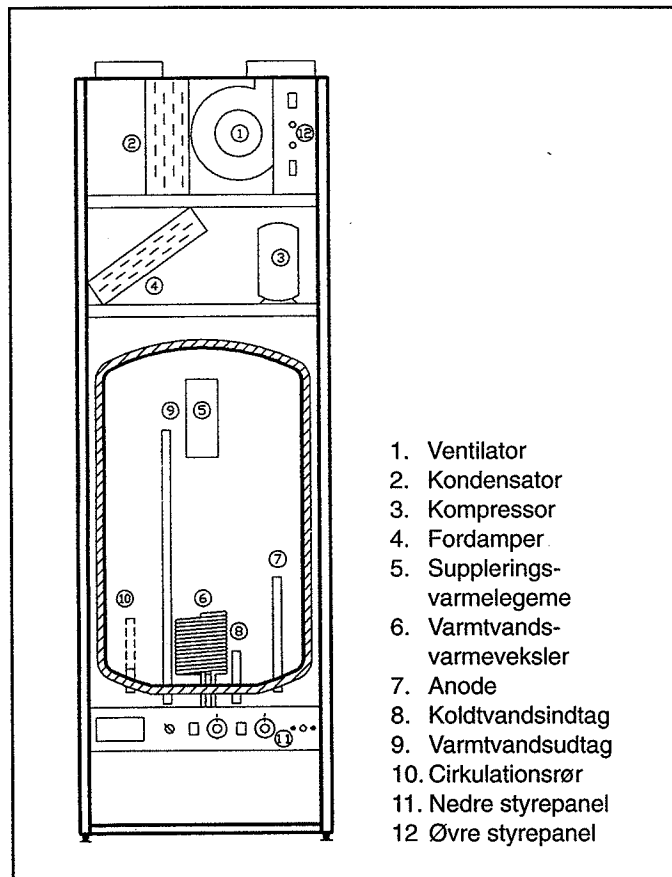


1. Sommer/vinter omskifter
2. Indblæsningstermostat
3. Signallampe for pressostat
4. Omskifter for udsugningsventilator
5. Regulering af udsugningsventilator
6. Afbryder for suppleringsvarme
7. Termostat for suppleringsvarme
8. El-afbryder
9. Driftstermostat
10. Sikkerhedstermostat

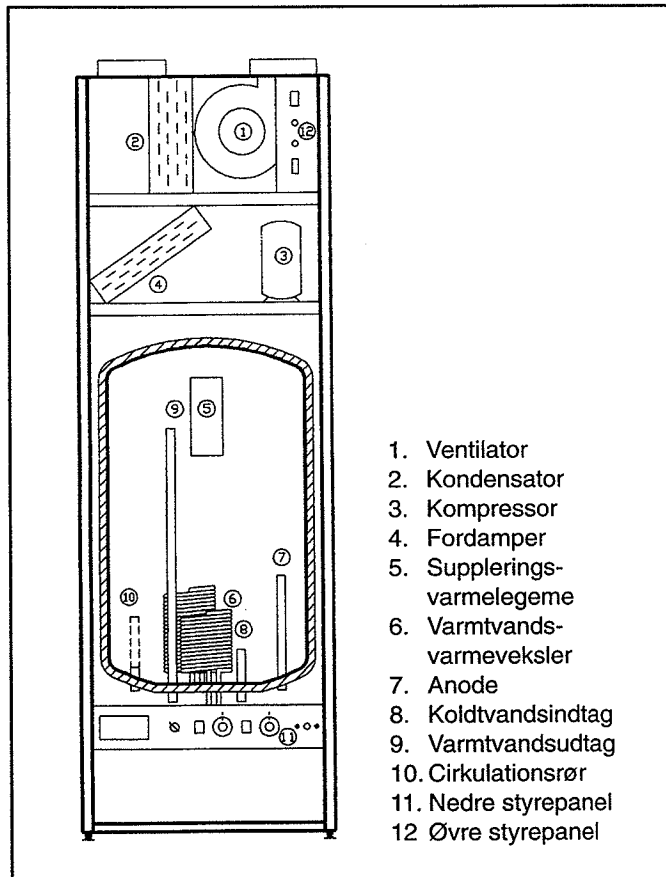
## Tilbehør

- Fleksible slanger 3/4" til vandtilslutning.
- Sikkerhedsgruppe med sikkerhedsventil, stilbar kontraventil og aftapningshane.
- Rumtermostat til regulering af indblæsningsluftens temperatur.
- Cirkulationspumpe for cirkulation af brugsvand.
- Cirkulationsrør (pex-rør)
- Ekstra varmtvandsveksler monteret i varmtvandsbeholderen.
- Komplet kanalsystem bestående af kanaler, fittings, spjæld og lyddæmpere samt filtre.

## Principskitser, VP 18



Beholder med én varmtvandsvarmeveksler



Beholder med to varmtvandsvarmevekslere

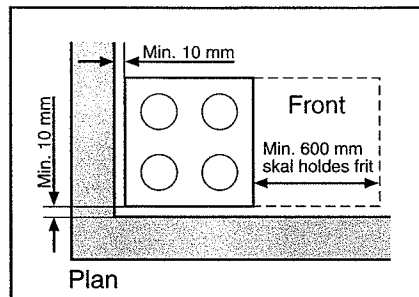
Som led i den fortsatte produktudvikling forbeholder NILAN sig ret til konstruktionsændringer, der kan medføre ændringer i de opgivne data.

**NILAN A/S, Nilanvej 2, 8722 Hedensted. Tlf. 75 89 22 22. Fax 75 89 03 94**

# Monterings- og brugsanvisning

## Opstilling

Varmepumpen opstilles i lod på fast og vibrationsfrit underlag. Der skal være min. 10 mm afstand til bygningsdele og fast inventar. Endvidere skal det være muligt at foretage inspektion fra unit'ens front, hvorfor der min. skal være 600 mm friplads foran varmepumpen. Såfremt der er lavet inddækning over VP 18, skal denne kunne fjernes.



## Igang sætning

- Varmepumpens driftstermostat (9) indstilles på ønsket temperatur.
- Afbryder (8) aktiveres, trinomskifter (5) indstilles på det for huset korrekte trin.
- Det kontrolleres at varmepumpen er tilsluttet korrekt spænding.
- Ved åbning af varmtvandshane kontrolleres om beholderen er fyldt med vand.
- Loftventilerne åbnes således, at ventilkegle og -forkant er i samme plan.
- Afløbet føres frostfrit med fald til nærmeste gulvafløb.

## El-tilslutning

El-tilslutningen må kun foretages af aut. el-installatør. El-diagram er vedlagt varmepumpen. Til rumtermostaten, skal der oplægges et 4x1,5<sup>2</sup> installationskabel. Der skal altid monteres rumtermostat.

## Kondensafløb

Det er vigtigt at der etableres kondensvandsafløb. Afløbet føres frostfrit med jævnt fald til nærmeste gulvafløb med en 16 mm PVC-slange eller i fast rør.

Der er fra fabrikken etableret vandlås.

Overløb fra sikkerhedsventil føres ligeledes til afløb.

## Indregulering af anlæg

På betjeningspanelet stilles trinomskifteren (5) på ønskede trin. Herefter er fremgangsmåden følgende:

A: Indblæsningsventilerne indstilles således:

- Den nærmeste ventil drejes 8 hele gange, svarende til 6 mm.
- Den fjerneste ventil drejes 14 hele gange, svarende til 12 mm.
- De mellemliggende ventiler indstilles imellem 8 og 14 hele omgange.

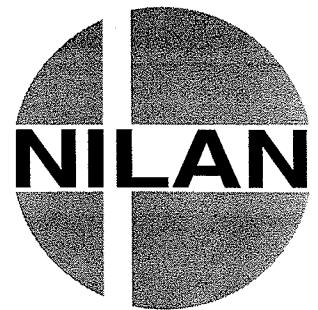
B: Udsugningsventilerne indstilles således:

- De nærmeste ventiler drejes 8 hele gange.
- Den fjerneste ventil drejes 14 hele gange.
- De mellemliggende ventiler indstilles imellem 8 og 14 hele omgange.

C: Recirkuleringsventilen indstilles således:

- Ventilen skal være helt åben.

For optimal udnyttelse af Deres varmegenvindings-varmepumpeanlæg tilrådes, at en professionel indregulering med lufthastighedsmåler m.m. foretages af et Nilan servicecenter. Indregulering er normalt ikke indeholdt i anlægsprisen.



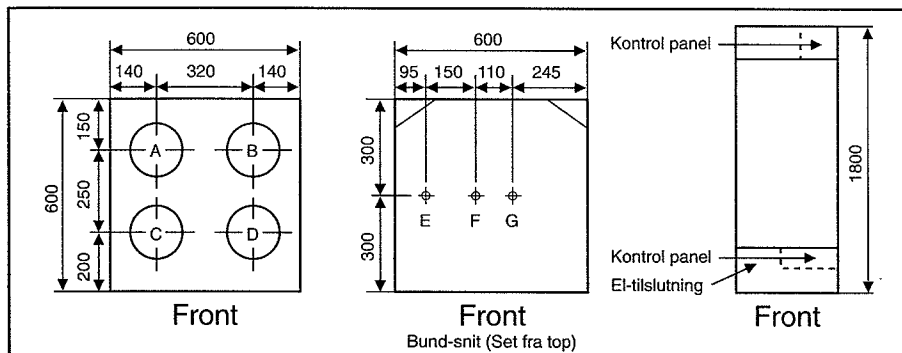
VP 18

VAR.  
ME



# Monterings- og brugsanvisning

## Målskitser, VP 18

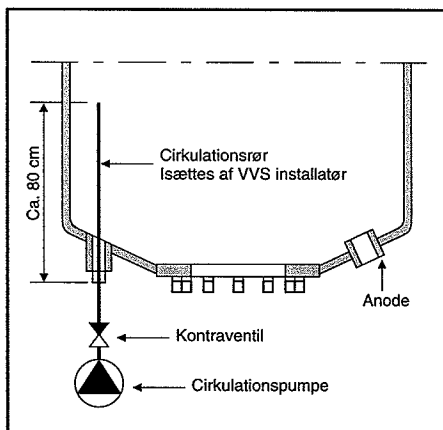


|                       |       |
|-----------------------|-------|
| A. Afkast luft        | Ø 160 |
| B. Udsugningsluft     | Ø 160 |
| C. Luftindtag         | Ø 160 |
| D. Indblæsning        | Ø 160 |
| E. Cirkulationsrør    | 3/4"  |
| F. Varmt brugsvand    | 3/4"  |
| G. Koldt vandstilgang | 3/4"  |

## VVS-anlægget

Beholderen, som er på 180 l., er emaljeret og udstyret med magnesiumanode. Alle stude er 3/4" gevind – undtagen anodetilgang, som er 3/4" muffe. Alle vandforbindelser foretages i bunden af VP 18. Studsenes placering for h.h.v. koldt vandstilgang (G), varmtvandsafgang (F) samt cirkulationsstuds (E) er vist ovenfor. Såfremt det ønskes, kan varmtvands cirkulationen etableres ved at montere en kontraventil på beholderens cirkulationsstuds efter at et ca. 80 cm cirkulationsrør (ikke standardudstyr), er sat op i beholderen i forbindelse med VVS montagen. (Se nedenstående figur)

VVS montagen foretages af VVS-installatør. Såfremt der ikke etableres varmtvands cirkulation, skal studsen forblive lukket med den monterede afblændingsprop. Ved varmtvands cirkulation opstår der ofte et stort varmetab i rørene, som kan bortlede en stor del af varmepumpens ydelse. For at imødegå dette, skal cirkulationsrøret isoleres med min. 30 mm mineraluld.



## T-filter

T-filter er et grovfilter der opfylder EU 3 kravene. Filtret skal rengøres mindst hver 3. måned og udskiftes 1 gang om året. Filtret passer direkte i T-stykket der er monteret i kanalsystemet. Udskiftning og rengøring sker ved at fjerne inspektionslåget.

## Ydelseskontrol

Man kan foretage kontrol af ydelsen ved at måle temperaturdifferencen på den ca. 20 °C varme udsugningsluft (bageste højre studs) og afkastsluften (bageste venstre studs). Målingen foretages lige ved stude over varmepumpen. Differencen vil når kompressoren kører normalt ligge på 9–11 °C ved en brugsvandstemperatur på ca. 35 °C.

## Fejlfinding

Såfremt der skulle opstå driftsforstyrrelser, bør følgende undersøges inden service tilkaldes.

● **Varmepumpen fungerer, men med nedsat effekt.** Kontrollér om varmepumpen får tilført tilstrækkelig luft. Indstil evt. ventilatoren på et højere trin. Filtre efterses og det kontrolleres om ventilerne er tilstrækkelig åbne. Evt. spjæld til det fri på udsugningsstrengen bør være lukket ved udetemperatur under 6 °C.

● **Varmepumpen fungerer, men ingen varmt vand.** Kontrollér om beholderen er tømt for varmt vand. Hvis anlægget er forsynet med cirkulationspumpe og cirkulationsledningen er uisoleret, kan dette medføre et stort varmetab med deraf følgende nedsættelse af varmepumpens kapacitet.

Er driftstermostaten (9) indstillet korrekt?

Er lufttilførslen for kold (min. 9 °C) eller i for ringe mængde (kontrollér filtre og ventiler). Kontrollér desuden om kanalanlæggets isolering er tilstrækkelig og tæt.

● **Varmepumpen fungerer ikke**

Er spændingen tilkoblet på gruppeafbryderen samt på varmepumpen? Se efter om en sikring er sprunget eller om HFI-relæet er udkoblet. Kontrollér om termostat og afbryder er indstillet som angivet på bagsidens punkt 6, 7, 8, 9 og 10.

Er varmepumpen i en afrimningsperiode eller er højtrykspresostaten midlertidig udkoblet?

Er ovennævnte forhold i orden, og fungerer VP 18'eren stadigvæk ikke, kontakt da venligst Deres lokale servicecenter.

## Vedligeholdelse

Nilan varmepumper er udviklet til daglig drift med et minimum af service og vedligeholdelse.

Til at sikre anlægget den bedste driftsøkonomi, bør følgende vedligeholdelse udføres:

- Luftindtaget efterses og evt. urenheder fjernes.
- Sikkerhedsventilens funktion kontrolleres.
- Varmepumpens fordamperflade efterses og rengøres for evt. urenheder.
- Det kontrolleres, at kondensvandet fra fordamperfladen har fri passage.
- Varmtvandsbeholderens tæringsanode kontrolleres mindst en gang årligt.

# Monterings- og brugsanvisning

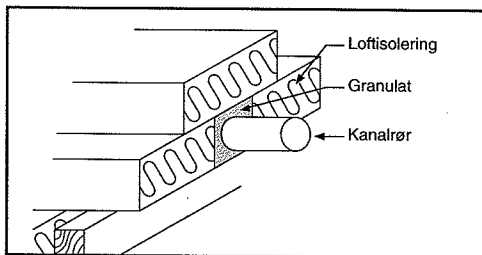
## Kanalsystemet

Nilan leverer kanaler og kanalfittings med gummipakninger, som opfylder tæthedsklasse B.

Kanaler afkortes ved hjælp af en nedstryger eller vinkelsliber. Kanalsystemet udlægges i henhold til udarbejdede arbejdstegning. Kanalerne udlægges med hulbånd eller ophænges i montagebånd. Kanalerne skal isoleres med min. 50 mm mineraluld.

Nilan anbefaler dog 100 mm.

Isoleringen kan i nogle tilfælde være den almindelige loftisolering. Husk altid at udfylde hulrum med granulat.



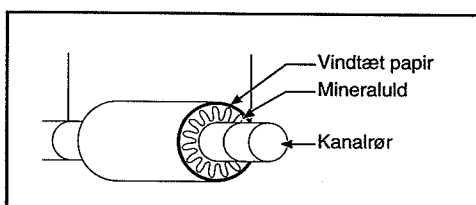
**Luftindtaget** bør ske fra det sted hvor den laveste temperatur normalt forekommer (f.eks. husets nordside). Ved at montere et bypass spjæld, enten motorstyret eller håndbetjent på loftet, kan man i de varmere perioder tage forholdsvis kold luft ind og i de koldere perioder varmere luft.

Endvidere kan man montere sit anlæg således, at man har mulighed for recirkulering. Dette kan gøres ved at tilslutte en rumudsugning fra entré eller gang til luftindtaget. Graden af recirkulering styres via et spjæld. Der skal monteres et T-filter i indtagskanalen samt lyddæpende flexslange ved varmepumpen.

**Udsugningsanlægget** dimensioneres således, at der suges fra de fugtige rum, så som soveværelse, køkken, bad, toilet og bryggers. Udsugningssystemet udføres startende fra varmepumpen, med T-filter og lyddæpende flexslange i Ø 160 mm (ca. 1 m). Herefter føres der kanaler i henhold til udarbejdede arbejdstegning. Huller for ventiler skæres efter monteringsrammen for den foreskrevne ventil. Ventilrammen fastgøres med skruer, hvorefter ventilen anbringes.

**Indblæsningsanlægget** tilfører og fordeler den friske erstatningsluft. Normalt placeres indblæsningsventilerne i stue samt værelser. Fastgørelse af ventiler sker på samme måde som udsugningsventilerne. Det anbefales at montere lyddæpende flexslange (1 m) fra varmepumpen, hvorefter resten monteres i henhold til udarbejdede tegning.

**Afkastkanalen** leder den udsugningsluft, som anlægget har brugt til varmegenvinding bort over tag eller gennem ydervæg. Det er vigtigt at taghætten/risten er dimensioneret korrekt.



## Nøddrift

Kontroller at sikkerhedstermostaten (10) er indkoblet. Afbryder (6) tændes og termostat (7) indstilles, så den ønskede brugsvandtemperatur opnås.

**NB. Beholderen skal være fyldt med vand.**

## Tæringsanode

Til ekstra beskyttelse af den emaljerede varmtvandsbeholder, er der indbygget en magnesiumanode. Denne skal efterses mindst en gang årligt og udskiftes, dersom den er stærkt tæringsangrebet.

## Ekstra udstyr

### VVS-sikkerhedsgruppe

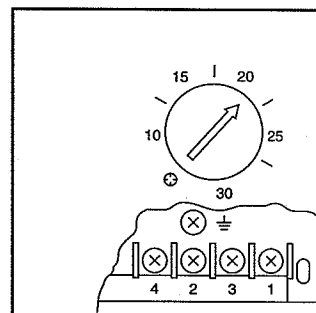
Det er lovbeholdt at der monteres sikkerhedsudstyr på varmtvandsbeholderen. Sikkerhedsudstyret består af en sikkerhedsventil, som brugeren mindst en gang årligt er forpligtet til at kontrollere. Ved tryk på håndtaget, skal der umiddelbart komme vand ud af overløbsrøret. Desuden består det af en stilbar kontraventil, der fungerer som afspærringsventil (åbner og lukker for vandtilførslen), og samtidig forhindrer tilbageløb fra beholderen.

Reduceret varmtvandsgennemstrømning kan skyldes urenheder i kontraventilen.

### Rumtermostat

Til regulering af indblæsningsluftens temperatur, opsættes en rumtermostat f.eks. i stuen. Termostaten vil automatisk indkoble varmepumpen efter behov. Termostaten indstilles om sommeren på den ønskede rumtemperatur, og om vinteren 1-2 °C over den ønskede rumtemperatur.

Rumtermostaten placeres ca. 1,5 m over gulv på en inder-væg og ikke i nærheden af varmekilde, vindue eller yderdør.



## Energispareråd

1. Lav temperatur-indstilling på termostaten på varmepumpen, prøv f.eks. med 45 °C.
2. Suppleringsvarmen afbrydes og anvendes kun ved ekstremt stort varmtvandsbehov.
3. Blæserregulering indstilles ikke højere end nødvendigt.
4. Cirkulationspumpe udelades så vidt det er muligt.
5. Det anbefales at man fordeler badetidspunkterne, da varmepumpen kræver 6-7 timer for at opvarme de 180 l. Herved undgår man indkobling af suppleringsvarmen.

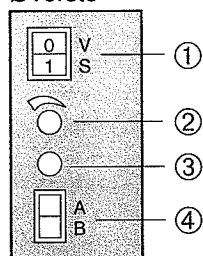
## Serviceabonnement

Fabrikken kan tilbyde abonnementsordning med regelmæssige eftersyn og vedligeholdelse. Kontakt Deres lokale servicecenter eller Nilan.

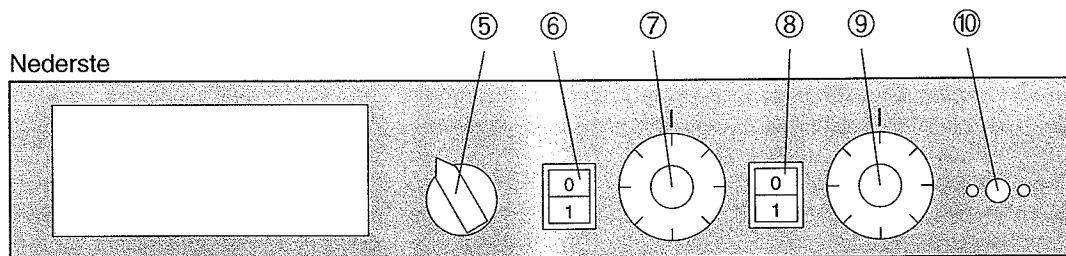
# Monterings- og brugsanvisning

## Styrepaneler

Øverste



Nederste



### ① Sommer/vinter omskifter

I **sommer position (S)** kører indblæsnings- og udsugningsventilatorerne. Luftmængden reguleres på omskifteren (5). Rumtermostaten skal indstilles til en temperatur, som ligger under omgivelsestemperaturen for at få uopvarmet friskluft tilført huset.

I **vinterpositionen (V)** starter indblæsningsventilatoren når rumtermostaten kalder på varme, og kompressoren har overskud af varme.

### ② Indblæsningstermostat

Termostaten sikrer at indblæsningstemperaturen i vinterposition (V) er mindst + 23 °C. Termostaten er fabriksindstillet.

### ③ Signallampe for pressostat

Ved et for højt driftstryk, vil pressostaten udkoble varmepumpen, og signallampen vil lyse. Når trykket atter er normalt, vil pressostaten automatisk genindkoble varmepumpen, og signallampen vil slukke. Lampen lyser altså når luftmængden ikke er tilstrækkelig.

### ④ Omskifter for udsugningsventilator

Denne omskifter giver mulighed for at vælge konstant udsugning (pos. A) eller udsugning kun i forbindelse med varmegenvinding (pos. B). Ved varmtvandsforbrug, f.eks. brusebad, vil varmepumpen starte og genvinde varmen. Ventilatoren vil køre indtil vandtemperaturen er genoprettet.

### ⑤ Regulering af udsugningsventilator

4-trins omskifteren bruges til indstilling af boligens korrekte ventilation. Af hensyn til indeklimaet og boligens bygningsmæssige sundhed, skal indeluften udskiftes 0,5 gange pr. time.

| Trin | Ventilation  |
|------|--------------|
| 1    | ca. 100 m³/h |
| 2    | ca. 150 m³/h |
| 3    | ca. 250 m³/h |
| 4    | ca. 400 m³/h |

### ⑥ Suppleringsvarme

Varmtvandsbeholderen er forsynet med et elvarmelegeme på 1000 W til hjælp ved opvarmningen ved større varmtvandsforbrug. Til daglig bør suppleringsvarmen

være udkoblet (pos. 0), idet varmepumpen kan producere ca. 400 liter 50 °C varmt vand i døgnet. Suppleringsvarmen må aldrig være indkoblet uden at beholderen er fyldt med vand.

### ⑦ Termostat for suppleringsvarme

Såfremt suppleringsvarme ønskes, stilles termostaten således, at den ønskede temperatur opnås. Af hensyn til driftsøkonomien, kan termostaten indstilles ca. 5 °C lavere end driftstermostaten (9).

### ⑧ El-afbryder

I position I indkobles ventilator og kompressor. Kompressoren må aldrig være indkoblet uden at beholderen er fyldt med vand.

### ⑨ Driftstermostat

Ved hjælp af termostaten indstilles ønsket vandtemperatur. Lave temperaturer vil forbedre driftsøkonomien og forlænge komponenternes levetid.

En temperatur på 40–45 °C kan anbefales (max. 55 °C). Ved brug af indblæsningsventilator om vinteren, kan brugsvandstemperaturen stige op til 60–70 °C. Dette skyldes kompressorens overhede trykgas. Denne ekstra varme er et af anlæggets fordele, og det skader ikke varmepumpens driftsøkonomi.

### ⑩ Sikkerhedstermostat

Hvis der gennem længere tid ikke forbruges varmt vand og rumtermostaten er højt indstillet, eller hvis der mangler luftgennemstrømning, vil sikkerhedstermostaten afbryde for strømmen. Ved tryk på knappen genindkobles termostaten, når vandets temperatur er faldet 10–15 °C. Gentages udkoblingen inden for kort tid, bør De tilkalde service fra Deres lokale servicecenter. I garanti-perioden fra Nilan A/S.

Anlægget er installeret af:

Som led i den fortsatte produktudvikling forbeholder NILAN sig ret til konstruktionsændringer, der kan medføre ændringer i de opgivne data.

**NILAN A/S, Nilanvej 2, 8722 Hedensted. Tlf. 75 89 22 22. Fax 75 89 03 94**

```

1 *****
2 *****
3 **
4 **          INDDATAFIL TIL KVIKSOL          **
5 **          Datafil sidst læst af KVIKSOL vers.5.5a,jan.97          **
6 *****
7 *****
8 *
9 *****
10 *
11 *          VIGTIGE BEMÆRKNINGER I FORBINDELSE MED INDDATERING          *
12 *
13 * Et nyt datasæt oprettes ved at overskrive et gammelt og gemme det          *
14 * nye på en fil med et andet navn. Dette nye navn bør ligeledes angi-          *
15 * ves under "identifikation af beregning" (linie 33).          *
16 *
17 * Bevar linienummerering og undgå at slette og tilføje linier.          *
18 *
19 * Inddata startes i kolonne 5 eller derover.          *
20 *
21 * Undgå at forskyde kolonner, - ret data til i overskrivnings-"mode",          *
22 * og benyt mellemrumstast til sletning fremfor "slet"- og "sletbagud"-          *
23 * tasterne.          *
24 *
25 * Skriv ikke i linier, der starter med * i kolonne 5.          *
26 *
27 *****
28 *****
29 *
30 *          IDENTIFIKATION AF BEREGNING          *
31 *
32 *****
33 LOWFLOW.DAT          Inddatafil          max. 40 kar.
34 jen          Dine initialer          max. 3 kar.
35          Fabrikant          max. 20 kar.
36          Godk_nr          max. 4 kar.
37          Godk_lbnr          max. 2 kar.
38 D2000          Solf_Dnr          max. 5 kar.
39 D3000          Lager_Dnr          max. 5 kar.
40 *
41 *****
42 *****
43 *
44 *          VEJRDATA          *
45 *
46 *****
47 DRY.COP          Referenceårsfil, max. 40 kar.
48 *          (med direkte stråling på nor-
49 *          malen til strålingsretningen
50 *          og diffus stråling på vandret,
51 *          plus lufttemperatur, - benyt-
52 *          tes ved oprettelse af vejrd-
53 *          datafil med totalstråling på
54 *          aktuel flade og lufttempera-
55 *          tur. Se nedenfor)
56 *
57 AUTO          AUTO : Automatisk genering af
58 *          vejrddatafil. Navngivning af
59 *          vejrddata p.b.a. data for ori-
60 *          enterering, hældning og ref-år:
61 *          Sydvest, 60°: AUW45_60.COP
62 *          Syd, 45° : AUS00_45.COP
63 *          øST, lodret : AUE90_90.COP
64 *****
65 *****

```

```

66 *
67 * SPECIAL FILER
68 *
69 *****
70 DUMMY Filer, der benyttes ved f.eks.
71 DUMMY sammenligning mellem målinger
72 DUMMY og beregninger. Udnyttelse af
73 DUMMY denne facilitet kræver adgang
74 DUMMY til programmets kildetekst, +
75 DUMMY nogen kendskab til Pascalpro-
76 * grammering. Skal ved normal
77 * anvendelse være: 6 x DUMMY
78 *
79 *****
80 *****
81 *
82 * ANLÆGSDATA
83 *
84 *****
85 * Værdi Enhed Nr. Variabelnavn Tekst
86 * 5 15 25 30 49 Første tilladte kolonne
87 * 14 24 27 48 78 Sidste tilladte kolonne
88 *** SOLFANGER *****
89 * Antal elementer og areal PR. ELEMENT!
90 2 - 1 antal_elementer Antal solfangerelementer
91 2.97 m²/element 2 element_Areal Transparent areal pr. element!
92 *
93 * Solfangerligning (fra datablad)
94 0.666 - 3 eta0_D Starteffektivitet
95 4.83 W/(m²*°C) 4 k0_D 1. varmetabskoefficient
96 0.007 W/(m²*°C²) 5 k1_D 2. varmetabskoefficient
97 *
98 * Væskeindhold PR. M²
99 6.2 l/m² 6 v_solf_m2 Væskeindhold i solfanger, l/m²
100 *
101 * Reflektion i dæklag
102 +2.7 - 7 b0/gam Vinkelafhæghedskoefficient
103 * Se anbefalede værdier for for-
104 * skellige dæklag i manual. b0
105 * angives med -, gam med +
106 *
107 * Orientering og hældning af solfangere
108 -18 ° 8 azi Afv. i ° fra syd, øst:-, vest:
109 53 ° 9 tilt Hældning ° i f.t. vandret
110 * (begge afrundes til hele tal)
111 * Disponible
112 * - 10 - Disponibel
113 *
114 *** SOLKREDS *****
115 * Rør
116 14 mm 20 d_roer Rørdiameter
117 .01 m 21 l_til_roer Rørlængde til solfanger
118 .01 m 22 l_fra_roer Rørlængde fra solfanger
119 2.5 mm 23 t_iso_til_roer Isolering, rør til solfanger
120 2.5 mm 24 t_iso_fra_roer Isolering, rør fra solfanger
121 *
122 * Pumpe
123 30 W 25 Pp_0 Pumpens nominelle effekt
124 *
125 * Armatur (varmetabskoefficient)
126 0 W/°C 26 arm_tab Armaturtabskoef., inkl.pumpe
127 *
128 * Væske
129 25 % 27 g_procent Glycolprocent
130 *

```

|     |      |                           |    |                 |  |                                 |
|-----|------|---------------------------|----|-----------------|--|---------------------------------|
| 131 | *    | Væskestrøm                |    |                 |  |                                 |
| 132 | 0.20 | l/(min*m²)                | 28 | flow            |  | Væskestrøm i pumpede anlæg      |
| 133 | *    |                           |    |                 |  |                                 |
| 134 | *    | Styring af solkreds       |    |                 |  |                                 |
| 135 | 1    | -                         | 29 | styr_type       |  | Styring:0/1/2/3:sc/dif/ur/sol   |
| 136 | *    |                           |    |                 |  | 0: Selvcirkulerende             |
| 137 | 0.30 | l/(min*m²)                | 30 | flow_max_sc     |  | Max. væskestrøm (selvcirk)      |
| 138 | *    |                           |    |                 |  | 1: Differensstyring             |
| 139 | 10.0 | °C                        | 31 | dT_start        |  | Startdifferens                  |
| 140 | 5.0  | °C                        | 32 | dT_stop         |  | Stopdifferens                   |
| 141 | *    |                           |    |                 |  | 2: Urstyring                    |
| 142 | 9    | kl                        | 33 | tid_start       |  | Tid for start (heltal)          |
| 143 | 16   | kl                        | 34 | tid_stop        |  | Tid for stop (heltal)           |
| 144 | *    |                           |    |                 |  | 3: Solstrålingsstyring          |
| 145 | 150  | W/m²                      | 35 | sol_level       |  | Strålingsniveau start/stop      |
| 146 | *    |                           |    |                 |  |                                 |
| 147 | *    | Diverse extra styrings    |    |                 |  |                                 |
| 148 | 999  | °C                        | 36 | nat_start_temp  |  | Natkøling, settemperatur, lager |
| 149 | 999  | °C                        | 37 | flow_skift_temp |  | Flowskifte, settemperatur, solf |
| 150 | 1    | -                         | 38 | pumpeskift      |  | Flowskifteforhold (>=1)         |
| 151 | *    | -                         | 39 | -               |  | Disponibel                      |
| 152 | *    | -                         | 40 | -               |  | Disponibel                      |
| 153 | *    |                           |    |                 |  |                                 |
| 154 | ***  | VARMEVEKSLERE OG ELPATRON |    |                 |  | *****                           |
| 155 | *    | Solkreds                  |    |                 |  |                                 |
| 156 | 1    | -                         | 50 | in_ex_vv        |  | Veksler i eller til lager:      |
| 157 | *    |                           |    |                 |  | 0: Ingen veksler (direkte)      |
| 158 | *    |                           |    |                 |  | 1: Intern (vv i lager)          |
| 159 | 80   | W/°C                      | 51 | UA_0            |  | UA_værdi (konst.), solveksler   |
| 160 | 0.7  | W/°C²                     | 52 | UA_1            |  | UA's temp. afh., solveksler     |
| 161 | 0    | l/min                     | 53 | flow_sek        |  | Flow på sek.side. (ej impl.)    |
| 162 | 103  | liter                     | 54 | V_sol_vv        |  | Vol. UNDER høj. pkt af sol-vv.  |
| 163 | *    |                           |    |                 |  | (Solkredsveksler eller indløb   |
| 164 | *    |                           |    |                 |  | fra extern veksler). Benyttes   |
| 165 | *    |                           |    |                 |  | udelukkende ved bestemmelse af  |
| 166 | *    |                           |    |                 |  | temperaturlagdeling i lager.    |
| 167 | *    | Topveksler                |    |                 |  |                                 |
| 168 | 00   | W/°C                      | 55 | UA_top_vv       |  | UA-værdi for topveksler (50°C)  |
| 169 | *    |                           |    |                 |  | Topveksler kan anvendes både    |
| 170 | *    |                           |    |                 |  | som suppleringsveksler og som   |
| 171 | *    |                           |    |                 |  | veksler til udtræk af bidrag    |
| 172 | *    |                           |    |                 |  | til rumopvarmning.              |
| 173 | *    |                           |    |                 |  | Evt. suppleringsperiode angi-   |
| 174 | *    |                           |    |                 |  | ves i nedenstående vv_start/-   |
| 175 | *    |                           |    |                 |  | stop-datoer.                    |
| 176 | *    |                           |    |                 |  | I supplerings-"mode" benyttes   |
| 177 | *    |                           |    |                 |  | den månedlige fremløbstempe-    |
| 178 | *    |                           |    |                 |  | ratur ved beregning af varme-   |
| 179 | *    |                           |    |                 |  | tilførsel.                      |
| 180 | *    |                           |    |                 |  | Evt. bidrag til rumvarme i den  |
| 181 | *    |                           |    |                 |  | periode af fyringssæsonen hvor  |
| 182 | *    |                           |    |                 |  | topveksler ikke anvendes til    |
| 183 | *    |                           |    |                 |  | supplering hvis topveksler an-  |
| 184 | *    |                           |    |                 |  | gives som rumvarmevekslertype.  |
| 185 | *    |                           |    |                 |  | varmevekslertype i linei 373.   |
| 186 | *    |                           |    |                 |  | Ingen topveksler: 0.            |
| 187 | *    |                           |    |                 |  |                                 |
| 188 | 85   | liter                     | 56 | V_top_vv        |  | Vol. OVER lav. pkt af top-vv    |
| 189 | *    |                           |    |                 |  | (topveksler). Specificerer vo-  |
| 190 | *    |                           |    |                 |  | lumen af suppleringsdel i pe-   |
| 191 | *    |                           |    |                 |  | riode med supplering fra top-   |
| 192 | *    |                           |    |                 |  | veksler. Ved beregning af       |
| 193 | *    |                           |    |                 |  | varmeoverføring                 |
| 194 | *    |                           |    |                 |  | Ingen topveksler: 0.            |
| 195 | *    |                           |    |                 |  |                                 |

|     |                                                                       |       |    |               |                                |
|-----|-----------------------------------------------------------------------|-------|----|---------------|--------------------------------|
| 196 | 23 09                                                                 | -     | 57 | vv_start_dato | 1. dag med topveksler-suppl.   |
| 197 | *                                                                     |       |    |               | Eks.: 23. september: 23 09     |
| 198 | *                                                                     |       |    |               | Ingen veksler: 00 00           |
| 199 | 08 05                                                                 | -     | 58 | vv_stop_dato  | Sidste dag m. topveksler suppl |
| 200 | *                                                                     |       |    |               | Eks.: 8. maj: 08 05            |
| 201 | *                                                                     |       |    |               | Ingen veksler: 00 00           |
| 202 | *                                                                     |       |    |               | Evt. rv-bidrag UDENFOR periode |
| 203 | * Elpatron                                                            |       |    |               |                                |
| 204 | 2000                                                                  | W     | 59 | P_elp         | Elpatronens effekt.            |
| 205 | *                                                                     |       |    |               | Ingen elpatron: 0.             |
| 206 | *                                                                     |       |    |               |                                |
| 207 | 74                                                                    | liter | 60 | V_elp         | Vol. OVER lav. pkt af elpatron |
| 208 | *                                                                     |       |    |               | Specificerer volumen af        |
| 209 | *                                                                     |       |    |               | suppleringsdel i periode       |
| 210 | *                                                                     |       |    |               | med supplering fra elpatron.   |
| 211 | *                                                                     |       |    |               | Ingen elpatron: 0.             |
| 212 | *                                                                     |       |    |               |                                |
| 213 | 01 01                                                                 | -     | 61 | el_start_dato | Første dag med elpatron.       |
| 214 | *                                                                     |       |    |               | Eks.: 9. maj : 09 05           |
| 215 | *                                                                     |       |    |               | Ingen elpatron: 00 00          |
| 216 | 31 12                                                                 | -     | 62 | el_stop_dato  | Sidste dag med elpatron.       |
| 217 | *                                                                     |       |    |               | Eks.: 22. september : 22 09    |
| 218 | *                                                                     |       |    |               | Ingen elpatron: 00 00          |
| 219 | *                                                                     |       |    |               |                                |
| 220 | * Temperaturindstilling for suppleringsenergi (elpatron & topveksler) |       |    |               |                                |
| 221 | 72                                                                    | °C    | 63 | Tset_aux      | Setpunkt for tilskudsenergi    |
| 222 | *                                                                     |       |    |               | (elpatron eller topveksler),   |
| 223 | *                                                                     |       |    |               | d.v.s. den temperatur der      |
| 224 | *                                                                     |       |    |               | søges holdt i suppleringsdel   |
| 225 | *                                                                     |       |    |               | af lageret, - bør sættes lidt  |
| 226 | *                                                                     |       |    |               | højere end den ønskede varmt-  |
| 227 | *                                                                     |       |    |               | vandstemperatur (Tv), for at   |
| 228 | *                                                                     |       |    |               | sikre at Tv kan holdes.        |
| 229 | *                                                                     |       |    |               |                                |
| 230 | * Veksler til rumvarme eller "konstant temperatur"                    |       |    |               |                                |
| 231 | 0                                                                     | W/°C  | 64 | UA_vv_rv      | UA-værdi for sep. rv-veksler   |
| 232 | *                                                                     |       |    |               | enten i lager eller i sol-     |
| 233 | *                                                                     |       |    |               | kreds. Rumvarmeveksler er      |
| 234 | *                                                                     |       |    |               | kun i funktion i fyrings-      |
| 235 | *                                                                     |       |    |               | sæson.                         |
| 236 | *                                                                     |       |    |               | 0: ingen sep. rumvarmeveksler  |
| 237 | * Styling af elpatron (og topveksler)                                 |       |    |               |                                |
| 238 | 0                                                                     | -     | 65 | -             | Plads til extra parameter      |
| 239 | 0 24                                                                  | kl    | 66 | kl_elp_1      | Elpatron, start/stop kl heltal |
| 240 | 0 24                                                                  | kl    | 67 | kl_elp_2      | Elpatron, start/stop kl heltal |
| 241 | *                                                                     | -     | 68 | -             | Disponibel                     |
| 242 | *                                                                     | -     | 69 | -             | Disponibel                     |
| 243 | *                                                                     |       |    |               |                                |
| 244 | *** LAGER *****                                                       |       |    |               |                                |
| 245 | * Antal                                                               |       |    |               |                                |
| 246 | 1                                                                     | -     | 80 | n_lagre       | Antal lagre (0, 1 eller 2)     |
| 247 | *                                                                     |       |    |               | 1: Eet lager, evt. opdelt i en |
| 248 | *                                                                     |       |    |               | solopvarmet del og en sup-     |
| 249 | *                                                                     |       |    |               | pleringsdel. Volumen af        |
| 250 | *                                                                     |       |    |               | suppleringsdel angives ved     |
| 251 | *                                                                     |       |    |               | volumenet over topveksler      |
| 252 | *                                                                     |       |    |               | og/eller elpatron, - sol-      |
| 253 | *                                                                     |       |    |               | delen udgør resten.            |
| 254 | *                                                                     |       |    |               | 2: To lagre, et solopvarmet    |
| 255 | *                                                                     |       |    |               | og et suppleringsopvarmet.     |
| 256 | *                                                                     |       |    |               | Anvendes både elpatron og      |
| 257 | *                                                                     |       |    |               | veksler i suppleringsdelen     |
| 258 | *                                                                     |       |    |               | i forskellige perioder,        |
| 259 | *                                                                     |       |    |               | skal volumenet over disse      |
| 260 | *                                                                     |       |    |               | være ens.                      |

```

261 *
262 * Totalt lagervolumen
263 190      liter      81  Vl      Totalt lagervolumen.
264 *
265 *      Volumen af både soldel og
266 *      suppleringsdel og inklusive
267 *      interne varmevekslere.
268 * Varmetabskoefficienter (evt. fra datablad)
269 2.9      W/°C      82  Uld      Varmetabskoef. (drift)
270 1.7      W/°C      83  Ulh     Varmetabskoef. (stilstand)
271 *
272 * Fordeling af varmetabskoefficienter v.h.a. relativ isoleringstykkelser
273 9.5      -          84  t_iso_bund      Relativ bundisolering 30
274 58      -          85  t_iso_side      Relativ sideisolering 55
275 58      -          86  t_iso_top      Relativ topisolering 85
276 *
277 * Højde-/diameter forhold
278 2.08     -          87  H_D      Forhold ml. højde og diameter
279 *
280 * Omgivelsestemperatur for lager
281 22.6     °C          88  lager_omgiv_temp0      Middelrumtemperatur ved lager
282 *
283 *      Er lageret udeplaceret angives: 0
284 *
285 * Disponible
286 *      -          89  -          Disponibel
287 *      -          90  -          Disponibel
288 *      -          91  -          Disponibel
289 *      -          92  -          Disponibel
290 *      -          93  -          Disponibel
291 *
292 *** FORBRUG (BRUGSVAND) *****
293 * Gennemsnitligt dagligt forbrug
294 83.6     l/dag      100 VVF      Dagligt gennemsnitsforbrug VV
295 *      Forbrug i liter pr. døgn.
296 * Koldt- og varmtvandstemperatur
297 16.6     °C          101 Tk      Gennemsnitlig koldtvandstemp.
298 *
299 71.7     °C          102 Tv      Ønsket varmtvandstemperatur
300 *      (er vandet varmere opblandes
301 *      med koldt vand).
302 *
303 * Fordeling på timer over døgnet
304 * Under nedenstående klokkeslet noteres den relative fordeling.
305 * 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23
306 * 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0
307 *
308 * Fordeling på dage i ugen
309 * Under nedenstående ugedage noteres den relative fordeling.
310 * man tir ons tor fre lør søn      Dag
311 * 1 1 1 1 1 1 1      Relativt forbrug
312 *
313 * Fordeling på måneder over året
314 * Under nedenstående måneder noteres den relative fordeling.
315 * jan feb mar apr maj jun jul aug sep okt nov dec      Måned
316 * 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1      Relativt forbrug
317 *
318 * Disponible
319 *      -          103 -          Disponibel
320 *      -          104 -          Disponibel
321 *
322 *** CIRKULATIONSLEDNING (BRUGSVAND) *****
323 * Cirkulationsledning?
324 0      -          105 cirk_type      BV-cirkulation ja/nej : 1/0
325 *

```



```

326 * Varmetabskoefficient for cirkulationsledning
327 0          W/°C          106  Uc          Varmetabskoeff. cirk.-ledning
328 *
329 * Tilslutning for cirkulationsledningens retur (fremløbet føres altid fra
330 * lagerets suppleringsdel, hvis der er en sådan)
331 2          -          107  c_retur          Retur (C) til bund/top/styret:
332 *          1: Returen til bund af lager,-
333 *          virker ikke fra vers.2.4
334 *          2: Returen er tilsluttet
335 *          i lagerets øvre del,-
336 *          altid her fra vers. 2.4
337 *          3: Styret retur,-
338 *          virker ikke fra vers.2.4
339 *
340 *          CIRKULATIONSLEDNING FØRES
341 *          ALTID TIL DEN ØVERSTE DEL
342 *          AF LAGERET FRA VERSION 2.4
343 *
344 * Væskestrøm i cirkulationsledning
345 0          l/min          108  flow_cirk          Væskestrøm i cirk.-ledning
346 *
347 * Gennemsnitlig omgivelsestemperatur for cirkulationsledning
348 20          °C          109  cirk_omgiv_temp          Omg. temp. for cirk. ledning
349 *
350 * Drift af cirkulationsledning, fordeling på timer over døgnet
351 * Under nedenstående klokkeslet noteres 1 i drifttimerne og 0 ellers.
352 * 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23
353 * 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
354 *
355 * Drift af cirkulationsledning, fordeling på dage i ugen
356 * Under nedenstående ugedage noteres 1 hvis drift og 0 ellers.
357 * man tir ons tor fre lør søn          Dag
358 * 1 1 1 1 1 1 1          Relativt forbrug
359 *
360 * Drift af cirkulationsledning, fordeling på måneder over året
361 * Under nedenstående måneder noteres 1 hvis drift og 0 ellers.
362 * jan feb mar apr maj jun jul aug sep okt nov dec          Måned
363 * 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1          Relativt forbrug
364 *
365 * Disponible
366 *          -          110  -          Disponibel
367 *          -          111  -          Disponibel
368 *
369 *** RUMVARME *****
370 * Rumvarmebidrag / levering til konstant temperatur?
371 0          -          120  rv_type          Rumvarme: 0/1/2/3/4
372 *          0: ingen rumvarme
373 *          1: topveksler.
374 *          2: via sep. veksler i lager
375 *          3: via sep. veksler i solkr.
376 *          4: "konst. temp." (linie 441)
377 * Tilslutning af frem og retur, hvis separat veksler i lager.
378 0          -          121  r_frem          Fremløb (RV) bund/top/styret
379 *          1: Fremløb er tilsluttet
380 *          lagerets soldel.
381 *          2: Fremløb er tilsluttet
382 *          lagerets suppleringsdel,
383 *          hvis denne eksisterer.
384 *          3: Fremløb føres fra lagerets
385 *          soldel hvis denne er var-
386 *          mere end fremløbstempera-
387 *          turen, ellers føres den
388 *          til suppleringsdelen, hvis
389 *          denne eksisterer.
390 *

```

```

391 0          -          122  r_retur          Retur (RV) til bund/top/styret
392 *
393 *
394 *
395 *
396 *
397 *
398 *
399 *
400 *
401 *
402 *
403 *
404 * Styring af separat rv-veksler i solkreds eller rv-bidrag fra topveksler
405 0          °C          123  T_set_rv          Sætpkt for skift til rumvarme
406 *
407 *
408 *
409 *
410 *
411 *
412 *
413 *
414 *
415 *
416 *
417 *
418 * Data for hus og varmeanlæg
419 211        W/°C          124  Urv          Varmetabskoefficient for hus.
420 *
421 *
422 *
423 *
424 2.5        -          125  Rad_fak          Radiatorfaktor: 1 - 8
425 *
426 *
427 *
428 *
429 * Fremløbstemperatur fra tilskudsenergikilde (kedel/fjernvarme m.m.),
430 * månedsmiddelværdier, min. 23°C (parnr = 126):
431 * jan feb mar apr maj jun jul aug sep okt nov dec Måned
432 60 60 60 60 60 60 60 60 60 60 60 60 Fremløbstemperatur
433 *
434 * "Fyringssæson" (periode med rumvarme / levering til konst. temp.)
435 23 09      -          127  fyr_saes_start_dat "Fyringssæson", første dag.
436 *
437 08 05      -          128  fyr_saes_stop_dato "Fyringssæson", sidste dag.
438 *
439 *
440 * Levering til konstant temperatur (svømmebad, proces o.l.)
441 * Konstant temperatur der leveres til, månedsmiddelværdier (parnr = 129):
442 * jan feb mar apr maj jun jul aug sep okt nov dec Måned
443 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 Konstant temperatur
444 *
445 *
446 *
447 *
448 *****
449 *****
450 *
451 *
452 *
453 *****
454 01 01      -          150  Start_dato          1. dag, der simuleres (dd mm)
455 31 12      -          151  Stop_dato          Sidste dag, der simuleres

```

```

456 0      -      152  ud_inddata      Udskrivning af inddata:0/1/2
457 *                                           0: Ingen udskrivning
458 *                                           1: Til skærm
459 *                                           2: Til printer
460 2      -      153  ud_resultater    Udskrivn. af res.:0/1/2/3
461 *                                           0: Kun md fil 1: + skærm
462 *                                           2: + printer -1: md+dgn filer
463 0      -      154  validering      Sammenlign. m. målinger:0/1
464 *                                           0: nej (normal)
465 *                                           1: ja (se manual)
466 *
467 *****
468 *****
469 *
470 *                      DATA VEDR. TILSKUDSBEREGNING
471 *
472 *****
473 * Tilskudsfaktor
474 5          kr/kWh      170  Tilskudsfaktor      Faktor på nettoydelse for
475 *                                           beregning af statstilskud
476 *                                           (1992: Tilskudsfaktor = 5).
477 *
478 * Specielle tillæg for standardgodkendte brugsvandsanlæg
479 110        kWh          171  vvb_tab_sommer      Sparet lagertab om sommeren
480 *                                           Standardanlæg med elpatron
481 *                                           får et tillæg på 110 kWh.
482 *                                           Tillægges nettoydelsen inden
483 *                                           tilskudsfaktoren ganges på.
484 *
485 190        kWh          172  vvb_tab_vinter      Sparet lagertab om vinteren
486 *                                           Standardanlæg med topveksler
487 *                                           får et tillæg på 190 kWh.
488 *                                           Tillægges nettoydelsen inden
489 *                                           tilskudsfaktoren ganges på.
490 *
491 * Disponible
492 *      -      173  -      Disponibel
493 *      -      174  -      Disponibel
494 *      -      175  -      Disponibel
495 *      -      176  -      Disponibel
496 *      -      177  -      Disponibel
497 *
498 *
499 *****
500 *****
501 *
502 *                      PARAMETERVARIATION
503 *
504 *****
505 * parnr      parmin      parmax      parantal      Variation af parameteren parnr ml.
506 0          10          40          4      værdierne parmin og parmax. Der fo-
507 *                                           retages parantal beregninger i dette
508 *                                           interval (parantal skal være <=10,
509 *                                           hvis præsentation ønskes på en skærm.
510 *                                           Sættes parnr = 0, fås ingen parame-
511 *                                           tervariation.
512 *
513 *****
514 *****
515 *
516 *                      INDDATAFIL SLUT
517 *
518 *****

```

Aidt Milj

0

0.0

21.0

0.0

21.0

20.0

olstedh.sh

2.

0.

0.0604 0.566

0.8

3

33.6 0.4840 6.9300 0.0593 0.6740 3.7800 0.02

44.2 0.5010 11.220 0.0000 0.6990 4.5900 0.0

51.9 0.4730 11.420 0.0000 0.6960 3.9800 0.0

|                                                             |                  |             |            |            |             |             |             |            |            |                                                 |                 |    |                |    |
|-------------------------------------------------------------|------------------|-------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|-------------------------------------------------|-----------------|----|----------------|----|
| KVIKSOL vers.5.5a,jan.97 S1<br>Prøvestationen for Solenergi |                  |             |            |            |             |             | Godk.nr.: - |            |            | Dato: 27/ 2,1998,kl:10:46<br>Data: lowflowt.dat |                 |    |                |    |
|                                                             | Behov og ydelser |             |            |            |             |             | Forbrug     |            |            | Tab                                             | Solenergi       |    |                |    |
| Må-<br>ned                                                  | BV B<br>kWh      | BV Y<br>kWh | C B<br>kWh | C Y<br>kWh | RV B<br>kWh | RV Y<br>kWh | VV<br>kWh   | ELP<br>kWh | PUM<br>kWh | INDE<br>kWh                                     | BRUTTO<br>kWh % |    | NETTO<br>kWh % |    |
| Jan                                                         | 166              | 166         | 0          | 0          | 2111        | 49          | 0           | 195        | 1          | 25                                              | 1               | 0  | 19             | 1  |
| Feb                                                         | 150              | 150         | 0          | 0          | 1871        | 76          | 0           | 163        | 1          | 23                                              | 11              | 1  | 62             | 3  |
| Mar                                                         | 166              | 166         | 0          | 0          | 1634        | 113         | 0           | 173        | 2          | 27                                              | 20              | 1  | 103            | 6  |
| Apr                                                         | 161              | 161         | 0          | 0          | 1038        | 92          | 0           | 134        | 3          | 32                                              | 60              | 5  | 116            | 10 |
| Maj                                                         | 166              | 166         | 0          | 0          | 160         | 23          | 0           | 86         | 5          | 45                                              | 127             | 34 | 98             | 30 |
| Jun                                                         | 161              | 161         | 0          | 0          | 0           | 0           | 0           | 78         | 5          | 45                                              | 130             | 63 | 78             | 49 |
| Jul                                                         | 166              | 166         | 0          | 0          | 0           | 0           | 0           | 81         | 5          | 46                                              | 128             | 61 | 80             | 48 |
| Aug                                                         | 166              | 166         | 0          | 0          | 0           | 0           | 0           | 75         | 5          | 46                                              | 139             | 66 | 86             | 52 |
| Sep                                                         | 161              | 161         | 0          | 0          | 33          | 1           | 0           | 107        | 4          | 38                                              | 88              | 38 | 51             | 27 |
| Okt                                                         | 166              | 166         | 0          | 0          | 924         | 52          | 0           | 162        | 2          | 29                                              | 32              | 3  | 53             | 5  |
| Nov                                                         | 161              | 160         | 0          | 0          | 1405        | 49          | 0           | 177        | 1          | 25                                              | 8               | 0  | 31             | 2  |
| Dec                                                         | 166              | 166         | 0          | 0          | 1839        | 31          | 0           | 189        | 1          | 26                                              | 2               | 0  | 7              | 0  |
| År                                                          | 1955             | 1954        | 0          | 0          | 11015       | 486         | 0           | 1620       | 35         | 407                                             | 746             | 6  | 785            | 6  |

|                                                                                      |                               |                           |               |                           |                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|---------------|---------------------------|--------------------------|
| KVIKSOL vers.5.5a,jan.97 S2                                                          |                               | Godk.nr.: -               |               | Dato: 27/ 2,1998,kl:10:46 |                          |
| Prøvestationen for Solenergi                                                         |                               |                           |               | Data: lowflowt.dat        |                          |
| ANLÆGSTYPE, KOMPONENTER OG VEJRDATA <span style="float:right">jen<sup>i</sup></span> |                               |                           |               |                           |                          |
| Solfanger                                                                            | : 2 stk. D2000.               | Totalt transparent areal: |               | 5.9 m <sup>2</sup>        |                          |
| Lager                                                                                | : 1 stk. D3000.               | Totalt volumen            |               | 190.0 liter               |                          |
| Solindfald                                                                           | : 1134.3 kWh/m <sup>2</sup> . | Middeltemperatur          |               | 7.8 °C                    |                          |
|                                                                                      |                               |                           |               |                           |                          |
| BEHOV                                                                                | : 1955.0 kWh/år               | Cirkulation               | 0.0 kWh/år    | Rumvarme                  | 11014.6 kWh/år           |
| YDELSE                                                                               | : 1953.6 kWh/år               |                           | 0.0 kWh/år    |                           | 486.0 kWh/år             |
|                                                                                      |                               |                           |               | Total                     | 12969.6 kWh/år           |
|                                                                                      |                               |                           |               |                           |                          |
| FORBRUG                                                                              | : 34.8 kWh/år                 | Pumpe                     | 1619.5 kWh/år | Topveksler                | 0.0 kWh/år               |
|                                                                                      |                               |                           |               | Total                     | 1654.4 kWh/år            |
|                                                                                      |                               |                           |               |                           |                          |
| SOLENERGI                                                                            | : 745.8 kWh/år                | Brutto                    | 785.3 kWh/år  | Brutto/m <sup>2</sup>     | 125.5 kWh/m <sup>2</sup> |
| DÆKNINGSGRAD:                                                                        | 5.6 %                         | Netto                     | 6.1 %         | Netto/m <sup>2</sup>      | 132.2 kWh/m <sup>2</sup> |
|                                                                                      |                               |                           |               |                           |                          |
| PERIODE                                                                              | : 1/ 1-31/12                  | TILSKUDSYDELSE:           |               | 895 kWh                   | MAXTEMPERATURER(°C)      |
|                                                                                      |                               | STATSTILSKUD              |               | 4476 kr                   | Solf:111, Lager: 89      |