



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



Rapport

R115:1989

**Konvertering av direktelvärm
till vattenburet system**

Utvärdering

**Hans Bäckberg
Kjell Schroeder**

INSTITUTET FÖR
BYGGDOKUMENTATION

År: _____

Plac: *Ser*

*B
Be*

Byggforskningsrådet

R115:1989

KONVERTERING AV DIREKTELVÄRME
TILL VATTENBURET SYSTEM

Utvärdering

Hans Bäckberg
Kjell Schroeder

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 880248-4
från Statens råd för byggnadsforskning till Mätcentralen
vid Chalmers tekniska högskola, Göteborg.

REFERAT

Rapporten redovisar genomförda mätningar i ett enbostadshus efter konvertering från direktelvärmes till vattenburet system.

I Närlunda i Ekerö kommun konverterades 1988 ett Hjaltevadshus från direkt eluppvärmning till alternativ uppvärmning. Vattenfall, Energisystemteknik, ansvarade för konverteringen och fastighetsägaren finansierade ombyggnaden via ett experimentbyggnadslån från BFR.

I det nya värmesystemet har elradiatorerna ersatts av 13 st vattenuppvärmda konvektorer sammankopplade med ett ettrörssystem. Som värmekälla användes en elkasset på 7 kW samt en oljeeldad s k peakheater på ca 5 kW. Tappvarmvatten erhålles från en befintlig frånluftsvärmepump.

Mätcentralen vid CTH har under ett års tid genomfört mätningar på energisystemet.

I Byggeforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

Denna skrift är tryckt på miljövänligt, oblekt papper.

R115:1989

ISBN 91-540-5144-4

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Svenskt Tryck Stockholm 1989

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

FÖRORD		4
SAMMANFATTNING		5
1	PROJEKTPRESENTATION - BAKGRUND	6
2	MÄTOBJEKT	7
3	SYSTEMBESKRIVNING	8
4	PEAKHEATER	9
4.1	Utrustning monterad i april 1988	9
4.2	Utrustning monterad i april 1989	11
5	VÄRMEDISTRIBUTION	12
6	MÄTPUNKTER	14
6.1	Givarförteckning	15
7	RESULTAT FRÅN ETT ÅRS MÄTNINGAR	16
7.1	Mätperiod 1 (881020-881205)	18
7.2	Mätperiod 2 (890119-890310)	22
7.3	Mätperiod 3 (890420-890430)	25
8	SLUTSATSER	27
9	MÄTDATAINSAMLING	29
9.1	Temperaturmätningar	29
9.2	Värmemängdsmätning	29
9.3	Drifftidsmätning	29

FÖRORD

Då Mätcentralen ombads att genomföra mätningar och utvärdera funktionen av peakheater och elkassett i den ombyggda enfamiljsvillan i Ekerö var det klart uttalat att det handlade om ett lågbudgetprojekt. Eftersom vi tyckte att projektet var intressant, passade vi på att prova ny utrustning för datainsamling. Detta har gjort att mätningarna till en del har bekostats av Mätcentralens utvecklingskonto.

En utvärdering av det här slaget skulle vara omöjlig om inte fastighetsägaren, som i detta fallet, varit mycket intresserad. Vi vill därför i detta sammanhang passa på att tacka Gun och Tomas Helland för all hjälp de har gett oss och för att vi fått fritt tillträde till deras hem.

Göteborg i augusti 1989

Hans Bäckberg

Kjell Schroeder

SAMMANFATTNING

I Närlunda i Ekerö kommun konverterades 1988 ett Hjälpshus från direkteluppvärmning till alternativ uppvärmning. Vattenfall, Energisystemteknik, ansvarade för konverteringen och fastighetsägaren finansierade ombyggnaden via ett experimentbyggnadslån från BFR.

I det nya värmesystemet har elradiatorerna ersatts av 13 st vattenuppvärmda konvektorer sammankopplade med ett ettrörsystem. Som värmekälla användes en elkassett på 9 kW samt en oljeeldad sk peakheater på ca 5 kW. Tappvarmvatten erhålles från en befintlig frånluftsvärmepump.

Mätcentralen vid CTH har under ett års tid genomfört mätningar på energisystemet. Utvärderingen av mätdata, samt information från fastighetsägaren Tomas Helland, visar att det ursprungliga systemet led av vissa brister. Så t ex kom den skorsten, som först monterades, att få en olycklig utformning vilket orsakade igenfrysning vintertid. Vidare kom peakheatern att arbeta vid för låga avgastemperaturer med igenstning som följd. Samkörningsstrategin mellan peakheater och elkassett var inte optimerad vilket orsakade märkliga driftsituationer.

I slutet av mätperioden byttes peakheater och skorsten ut mot förbättrade enheter. Tyvärr måste då mätningarna avslutas varför få data finns från den nya anläggningen. Med kännedom om hur systemet tidigare har fungerat borde dock de nya enheterna ge förutsättningar för större driftsäkerhet.

1 PROJEKTPRESENTATION - BAKGRUND

Projektet har initierats av Vattenfall i avsikt att undersöka ett system för konvertering av direkteluppvärmda småhus till uppvärmning med alternativa system baserade på vattenburen värme.

I detta projekt studeras även en reduktion av den anslutna eleffekten genom installation av en oljepanna. Denna skall kunna köras parallellt med elkassetten eller ensam. Vilket driftsfall, som utnyttjas, skall kunna styras av pris och tillgång på olja och el.

Uppvärmningssystemet har projekteras av Vattenfalls avdelning för Energisystemteknik. Värmekällan i systemet, den s.k. peakheatern, har tagits fram av Vattenfall i samarbete med Svenska Eberspächer AB.

Gustron El & VVS i Enköping har ansvarat för installationen i huset.

Ett experimentbyggnadslån från Byggforskningsrådet till fastighetsägaren har finansierat ombyggnaden.

Mätcentralen för energiforskning vid Chalmers Tekniska Högskola har på Byggforskningsrådets uppdrag genomfört mätningar och utvärdering av systemet. Byggforskningsrådets ambitionsnivå på mätningar och utvärdering har avsevärt höjts av MCTH, genom att Mätcentralen utnyttjat egna utvecklingsanslag för att i detta projekt pröva ett nytt mätdatainsamlingsystem.

2 MÄTOBJEKT

Mätningarna har utförts i ett 1 1/2 planshus beläget i Ekerö kommun, som i öster gränsar till Stockholm. Byggnaden är av fabrikat Hjaltevadshus, typ Folkhemmet och har en total bostadsyta på 153 m². Huset är tillverkat monteringsfärdigt på fabrik, och uppfördes 1985. Fasaderna är beklädda med träpanel. Värmeisoleringen är utförd enligt gällande Svensk Byggnorm och effektbehovet vid en utomhustemperatur på -20 °C är beräknad till 6,6 kW. Ventilationssystemet är försett med en mekanisk fläkt på frånluften samt tilluftdon i fönstren. Frånluftsfläkten är kopplad till en värmepump, som producerar tappvarmvatten. Bottenplan och fasader på huset visas i figur 2.1.



Figur 2.1 Provhuset. Bottenplan och fasader.

3 SYSTEMBESKRIVNING

De befintliga direktverkande elradiatorerna utbyttes mot vattenfyllda konvektorer, som är sammankopplade i ett ettrörsystem. Antal, storlek och placering av konvektorerna framgår av figurerna 5.1 och 5.2.

Temperaturen inomhus regleras med en centraltermostat kopplad till ett tidur. Temostaten är placerad i bottenvåningen, se figur 5.1. Reglersystemet är det samma, som användes vid direkteluppvärmningen.

Som värmekälla installerades en elkassett av fabrikat Autoterm, typ G9, med en omkopplingbar effekt 3 - 9 kW. Elkassetten var under mätperioden inställd på 3 kW maxeffekt. Dessutom installerades en peakheater för att klara av effektböj över 3 kW och eventuella strömavbrott. Peakheatern är även avsedd att fungera som primär värmekälla då en differentierad tidstariff införs på eltaxorna. Peakheaterns konstruktion beskrivs i avsnitt 4.

Tappvarmvatten till huset produceras av en värmepump, som är kopplad till husets mekaniska frånluftsystem. Denna del berörs inte av ombyggnaden.

4 PEAKHEATER

Två typer av peakheater har provats i projektet. Båda beskrivs nedan.

4.1 Utrustning monterad i april 1988

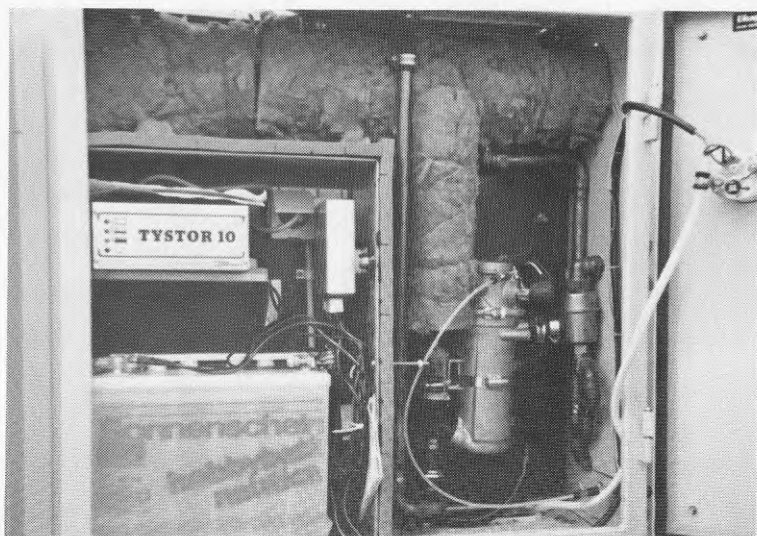
Peakheatern är konstruerad för att monteras i hus som saknar rökgas kanal men som behöver en möjlighet att utnyttja olja för uppvärmning.

Aggregatet består av en Eberspächer diselvärmare av den modell, som används till extravärmare i fordon. Värmarer är kompletterad med en värmväxlare till vatten på avgasröret. De avkylda avgaserna leds från peakheaterboxen ut till ett vertikalt "stuprör" av koppar, som användes som skorsten. Skorstenen mynnar normenligt över tak och är dessutom öppen i botten vid marknivå. Rökgaserna blandas då med friskluft och en låg temperatur erhålles i skorstenen, som då inte behöver isoleras.

Värmväxlaren är inkopplad direkt på husets radiatorkrets och peakheatern styrs med en intern termostat vilken känner av temperaturen på vattnet i radiatorkretsen.

Drivspänningen till peakheatern kommer från en 12 V blyackumulator vilken underhållsladdas kontinuerligt.

Peakheatern skall leverera värme till huset vid strömavbrott under ca. 24 timmar under förutsättning att 12 V ackumulatören är fulladdad. Värmetransport till huset förutsättes då ske via själv-cirkulation.



Figur 4.1 Apparatsskåp med peakheater.



Figur 4.2 Peakheater med skorsten.

4.2 Utrustning monterad i april 1989

Den peakheater som monterades i april -89 består av en Eberspächer dieselvärmare av samma typ som den först monterade. Värmeöverföringen från peakheatern till husets konvektorkrets sker genom en värmväxlare, som är placerad inne i huset. Detta innebär att peakheatern arbetar i en separat glykolfylld krets. Arbetstemperaturen i denna krets bestäms av peakheaterns interna termostat och kan hållas på en konstant och högre nivå än vad som var fallet vid den först monterade anläggningen.

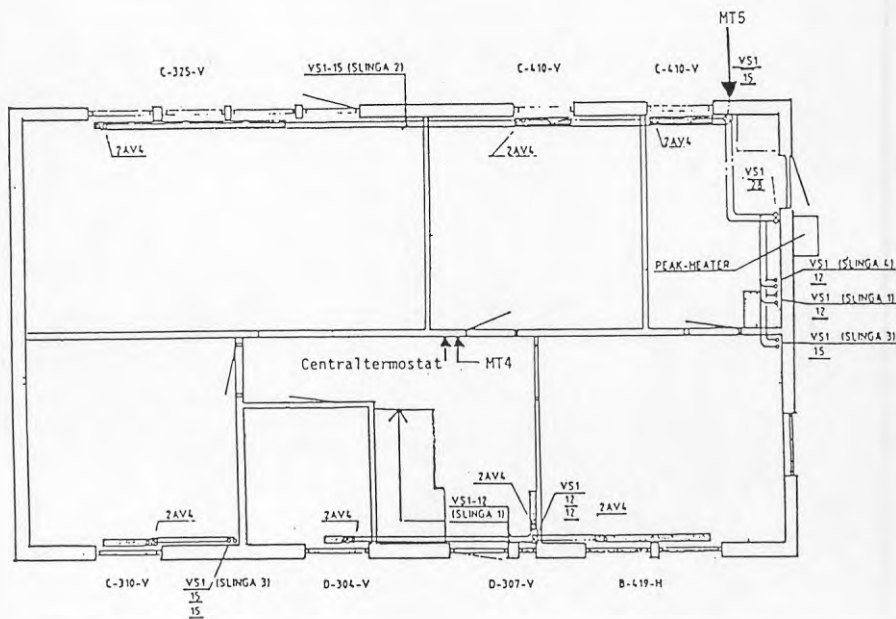
Skorstenen som också ersattes vid ombyggnaden består av ett stålrör med inre diameter av 50 mm och är isolerat med 60 mm mineralull. Denna skorsten är sotningsbar.



Figur 4.3
Peakheater med
den nya skor-
stenen på plats.

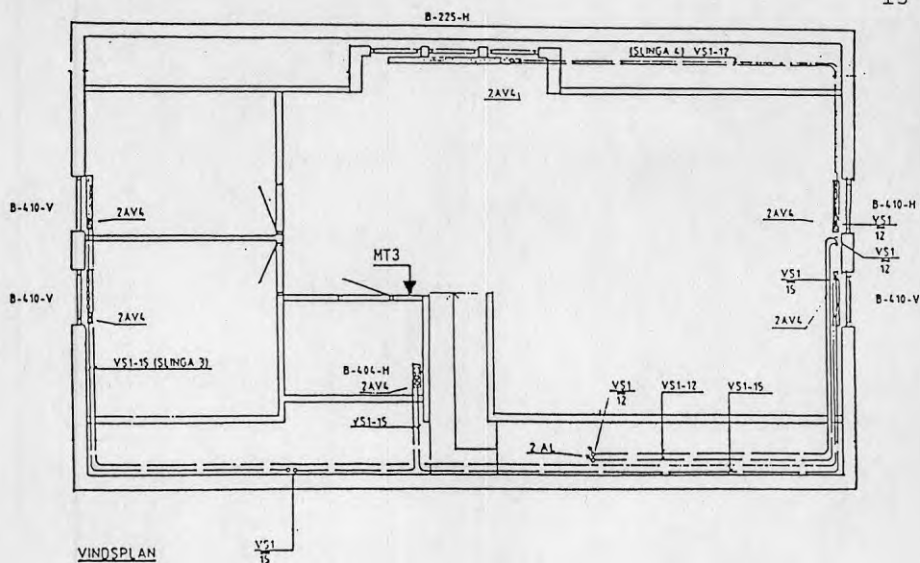
5 VÄRMEDISTRIBUTIONSSYSTEM

De befintliga elradiatorerna i huset demonterades och ersattes med konvektorer av fabrikat Enacon. Antal, placering och storlek framgår av figurerna 5.1 och 5.2.



BOTTENPLAN

Figur 5.1 Placering av konvektorer och mätpunkter i bottenplanet.



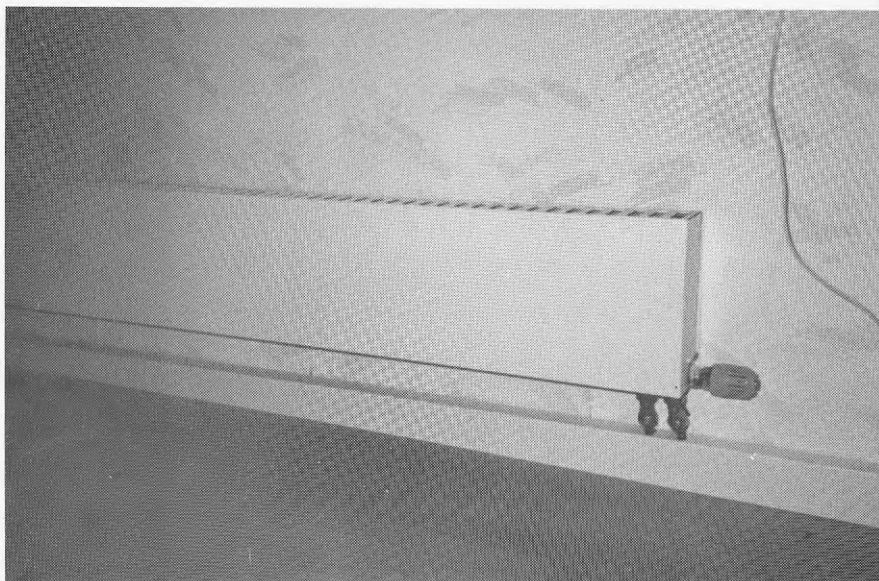
Figur 5.2 Placering av konvektorer och mätpunkter i övervåningen.

De här monterade konvektorerna avger 90% av värmen genom konvektion och 10% genom strålning (tillverkarens uppgifter). Detta medför en snabb reglering av tillförd värme i huset.

Konvektorerna är sammankopplade med ett ettrörsystem, som är placerat i en specialtillverkad golvlister. Installationen i huset kräver få ingrepp i byggnaden och blir därför relativt billig.

Varje konvektor är försedd med separat termostatventil och strypventil.

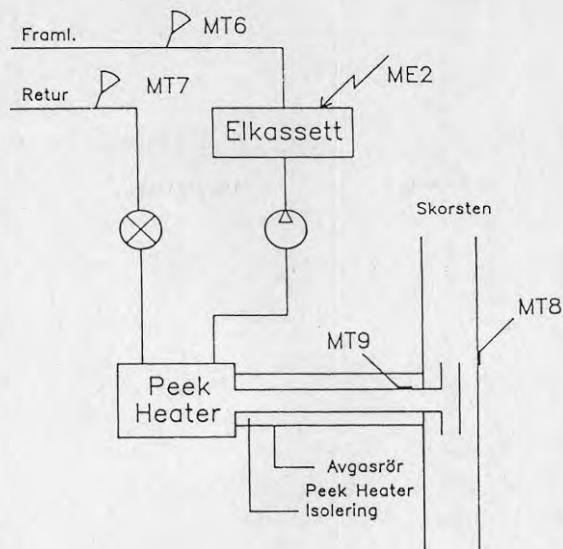
Systemet är dimensionerat för en framledningstemperatur om 55/45 °C . Några mätningar på komfort och funktion i systemet utöver fram och returtemperaturer har inte utförts.



Figur 5.3 Konvektorer installerade i övervåningen.

6 MÄTPUNKTER

Temperaturnivåerna inomhus uppmättes i bottenvåningen och övervåningen på en höjd av 1,8 m över golvet. I bottenvåningen var givaren placerad i direkt anslutning till husets reglercentral. Givarnas placering framgår av figurerna 5.1 och 5.2. Temperaturen utomhus uppmättes vid husets nordöstra hörn, på en höjd av 3 m över mark och 0,6 m från husväggen. Utomhusgivaren var försedd med skydd mot direkt solstrålning. Givarna i energiproduktionssystemet redovisas i figur 6.1.



Figur 6.1 Givare i energisystemet.

6.1 Givarförteckning

MT1, MT2	Framlednings och returtemperatur i uppvärmningssystemet. Givarna är monterade som anliggningsgivare och försedda med isolering.
MT3, MT4	Inomhustemperatur placerade i bottenvåning och övervåning.
MT5	Utomhustemperatur.
MT6, MT7	Framlednings och returtemperatur i uppvärmningssystemet kopplade till energimängdsmätaren.
MT8	Yttemperatur på avgaskanal från peakheater. Givaren placerad under isolering i peakheaterns apparatskåp.
MT9	Yttemperatur på skorstenen, placerad 100 mm ovanför och på motsatt sida inloppet från peakheatern.

ME1	Total elförbrukning i huset.
ME2	Tillförd el till elkasset.
ME3	Tillförd el till värmepump.
MQ1	Energi till uppvärmningsystem.

Utöver mätningar med dessa givare uppmättes drifttiden på peakheatern, MD1 och cirkulationspumpen i uppvärmningsystemet, MD2.

Oljeförbrukningen till peakheatern bestämdes genom att mäta tillförd olja mellan två leveranser av full tank. Denna mätning tillsammans med uppmätt drifttid ger ett medelvärde på oljeförbrukningen per drifttimma och en total verkningsgrad på anläggningen under hela mätperioden.

7 RESULTAT FRÅN ETT ÅRS MÄTNINGAR

Peakheatern har under mätperioden 1 maj 1988 till 30 april 1989 varit i drift under sammanlagt 904 timmar. Drifttiden är uppdelad i tre perioder varav de två första avbröts på grund av fel i peakheatern. I tabell 7.1, redovisas data från de båda perioderna.

Period	Producerad energi kwh	Effekt (max) kw	Total drifttid tim
1. 881020-881205	1508	5.24	341
2. 890119-890310	1420	4.86	517
3. 890420-890430	165	3.85	47

Tabell 7.1 Energi producerad av peakheatern.

Den i tabellen redovisade effekten är beräknad ur till huset tillförd energi under en hel timmas kontinuerlig drift samt under förutsättning att peakheatern har varit i drift timman före och efter.

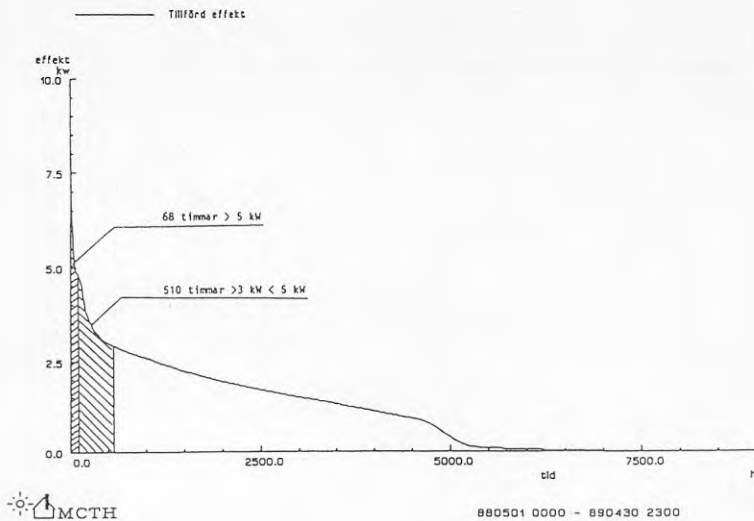
Under hela mätåret har det förbrukats 377 liter dieselolja. Om dieseloljans energiinnehåll antas vara 12,23 kWh/kg samt oljans densitet 0,845 kg/l erhålles en "verkningsgrad" på hela anläggningen på ca. 0,8 (0.79). Vid beräkningen av denna verkningsgrad inkluderas de perioder av driftstörningar, som föregick avbrotten i perioderna 1 och 2. Därför bör en "ostörd" peakheater redovisa en bättre verkningsgrad än den ovan angivna.

Den till husets uppvärmningssystem tillförda energin redovisas i tabell 7.2, uppdelad i tre effektintervall. Intervallen har valts med hänsyn till elkassetten och peakheaterns effekt. Data redovisas även i figur 7.1, i form av ett varaktighetsdiagram.

Effekt *)	Tillförd energi	Varaktighet
kW	kwh	h
< 3	7755	8182
3 - 5	1617	510
> 5	403	68

*) Effekt uppmätt på timbasis.

Tabell 7.2 Till huset tillförd energi inom olika effektintervall.



Figur 7.1 Varaktighetsdiagram över tillförd effekt.

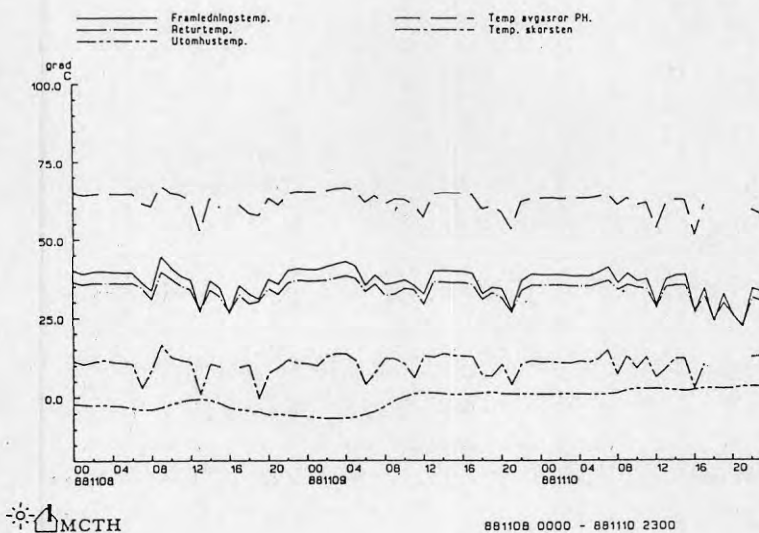
7.1 Mätperiod 1 (881020 - 881205)

Under perioden har peakheater "modell 1" (den först monterade modellen) och elkassetten utnyttjats parallellt. Effekten på elkassetten har varit begränsad till 3 kW och maxtermostaten har varit inställd på 45 °C. Detta innebär att peakheatern och elkassetten producerat värme till huset jämsides upp till en framledningstemperatur på 45 °C, därefter har elkassetten stängts av och Peak Heatern ensam försett huset med värme.

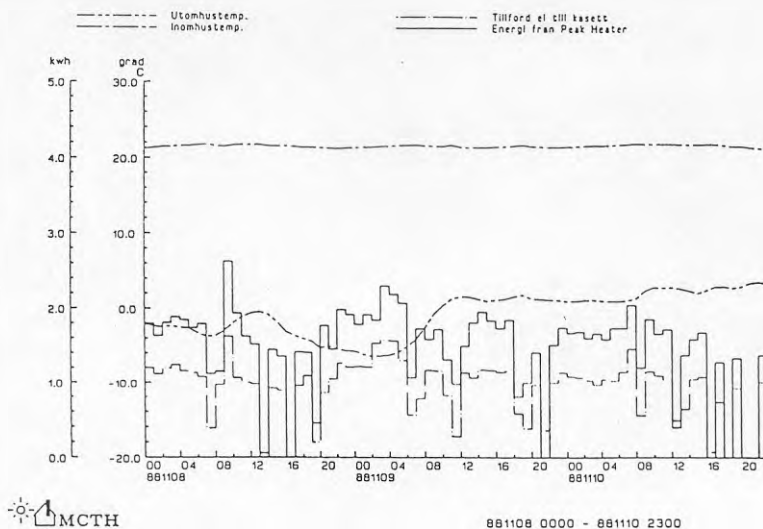
Då framledningstemperaturen endast i undantagsfall överstigit 45 °C (se figur 7.2) medför detta att

drifttiden på peakheater och elkassett varit ungefär lika stor och de har producerat värme till huset i förhållande till sin effekt (5 kw resp 3 kw).

Temperaturdifferansen mellan framledning och returledning har vid en utomhustemperatur på ca -2 till $+2$ °C och en framledningstemperatur på ca 40 °C varit ca $2,5$ °C. I figurerna 7.2 och 7.3, redovisas temperaturnivåer och energiflöden för 3 representativa dygn under mätperioden.



Figur 7.2 Timvärden för temperaturer för tre representativa dygn under första delen av mätperiod 1.

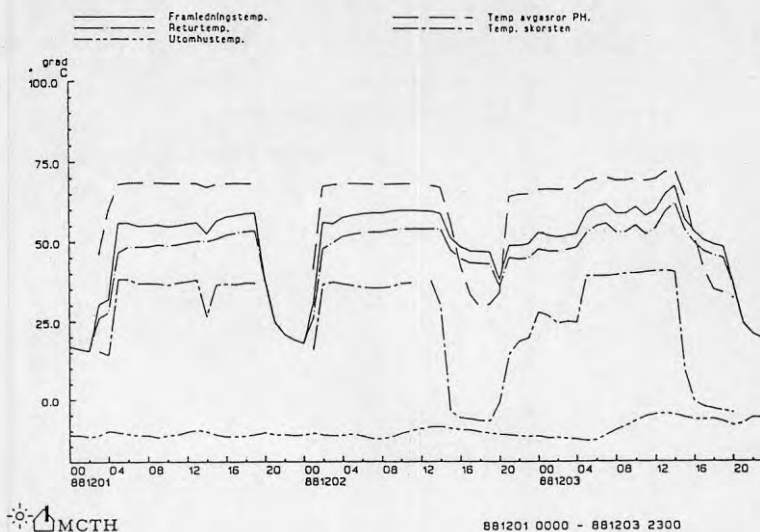


Figur 7.3 Timvärden för energier för tre representativa dygn under första delen av period 1.

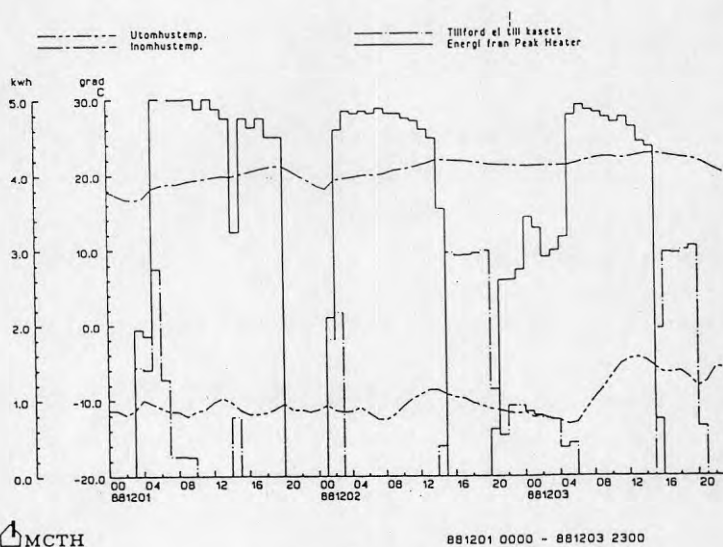
Mot slutet av period 1 sjönk utomhustemperaturen till mellan -8 och -12 °C. Då kopplades elkassetten bort och peakheatern svarade för hela värmeproduktionen.

Då drifttiden på peakheatern ökade uppstod ett återkommande fel på driftstermostaten. Peakheatern överhettades och stannade, detta innebar att den endast fungerade i perioder om 12 - 14 timmar, därefter övertog elkassetten värmeproduktionen under en period om 4 - 6 timmar.

Framledningstemperaturen under den kallare perioden var ca 65 °C och differansen mellan fram- och returledning var ca 6 °C. I figur 7.4 och figur 7.5 redovisas temperaturer och energiförbrukning för 3 dygn under denna period.



Figur 7.4 Timvärden för temperaturer för tre representativa dygn under senare delen av mätperiod 1.



Figur 7.5 Timvärden för energier för tre representativa dygn under senare delen av period 1.

Yttemperaturen på peakheaterns avgaskanal (MT9) samt yttemperaturen på skorstenen (MT8) var relativt konstant ner till en utomhustemperatur på -2 till -4 °C. Avgaskanalens temperatur var då ca 65 - 70 °C och skorstenens var ca 10 - 15 °C över utomhustemperaturen.

Vid lägre utomhustemperaturer blev den oisolerade skorstenen för kall och det kondensvatten som bildades vid inloppet från peakheatern frös till is innan det hade runnit ut ur skorstenen.

Vid längre tid med låg utomhustemperatur, som i slutet av period 1, bildades då en massiv ispropp i den nedre delen av skorstenen. Yttemperaturen på skorstenen steg då till 35 - 40 °C och peakheatern stannade efter ytterligare en tid då avgasröret blockerats.

Temperaturer uppmätta på och i anslutning till skorstenen vid skilda klimatförhållanden redovisas i figurerna 7.2 och 7.4 i detta avsnitt och motsvaras av de tidigare redovisade perioderna.

Period 1 avslutades med att husets reglertermostat till värmeanläggningen gick sönder och elkassetten tog över värmeproduktionen.

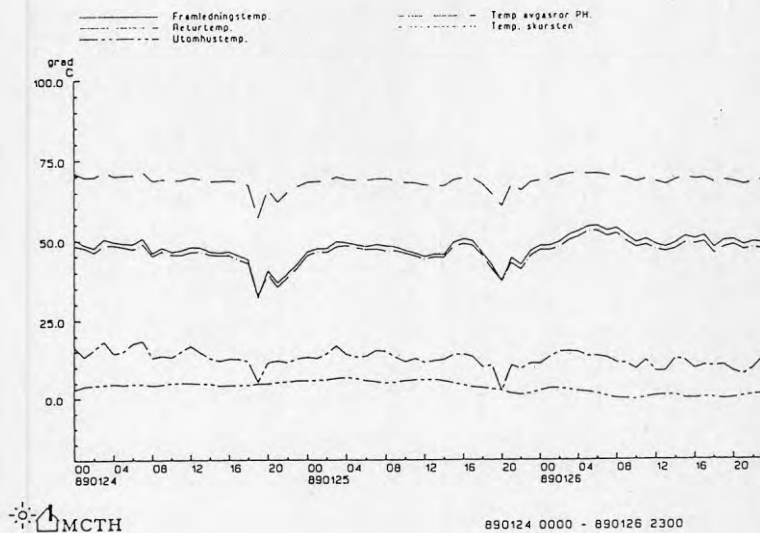
7.2 Mätperiod 2 (890119 - 890310)

Under den andra driftperioden januari till mars 1989 har peakheatern av den första typen (modell 1) utnyttjats som huvudsaklig värmekälla. Detta har åstadkommits genom att maxtermostaten på elkassetten har ställts på 30 °C.

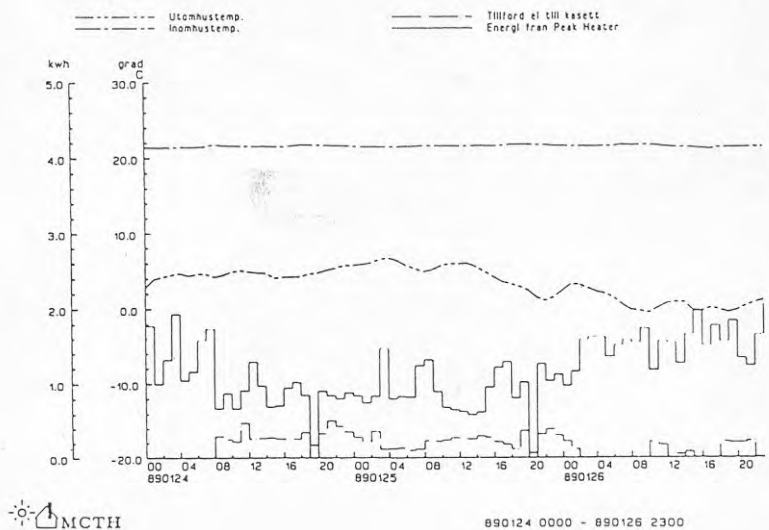
Framledningstemperaturen har under större delen av perioden överstigit 40 °C, men trots detta har elkassetten kopplats in under korta tidsintervall under hela

perioden. Detta kan bero på att elkassettsens termostat inte fungerat som avsetts.

Temperaturnivåerna på framledning , returledning samt rökgas och skorsten överensstämmer bra med vad som uppmätts under den första perioden. I figur 7.6 och figur 7.7, redovisas temperaturnivåer och energiflöden för 3 representativa dygn under denna mätperiod.



Figur 7.6 Timvärden för temperaturer för tre representativa dygn under mätperiod 2.



Figur 7.7 Timvärden för energier för tre representativa dygn under period 2.

Efter ett antal korta driftsstörningar på peakheatern under andra delen av februari övergick den till kontinuerlig drift, men med väsentligt reducerad effekt, innan den definitivt stoppade den 10 mars 1989.

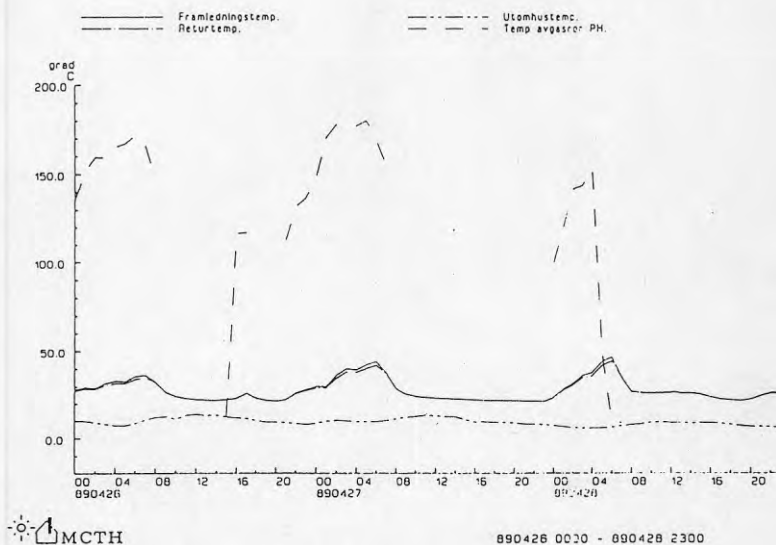
Peakheatern demonterades ur huset och undersöktes på Svenska Eberspächer AB verkstad. Där konstaterades att utrustningen var igensotad samt att värmeväxlaren på avgasröret var sönderbränd. Dessa skador beror på att peakheatern har arbetat med för låg avgastemperatur.

7.3 Mätperiod 3 (890420 - 890430)

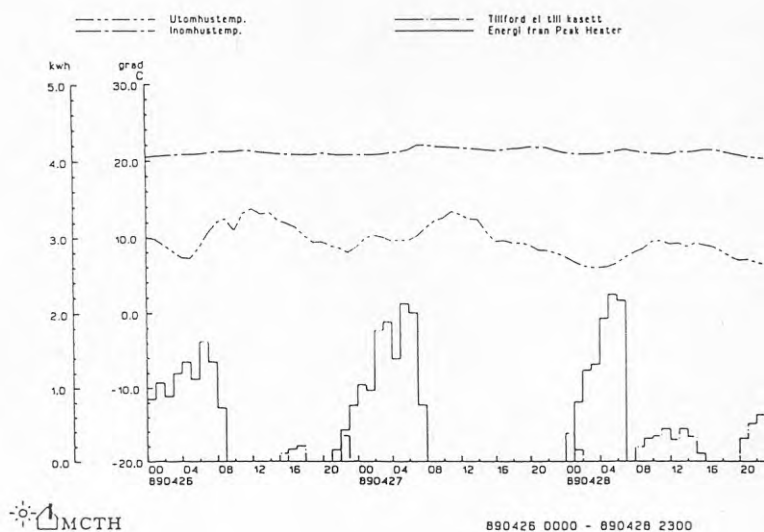
En ny peakheater (modell 2) installerades i huset och togs i drift den 26 april 1989. Den relativt höga utomhustemperaturen samt den korta mätperioden innebär att några slutsatser om peakheaterns funktion och prestanda ej kan redovisas.

Det kan dock konstateras att rögkastemperaturerna nu är betydligt högre än tidigare, maxtemperaturer om ca 200 °C har uppmätts vid kontinuerlig drift under 1 timma. Detta torde innebära att de förhållanden som gjorde att den första installerade modellen av peakheater sotade igen och brände sönder inte längre existerar, utan att utrustningen får arbeta vid avsedd driftstemperatur.

Driftsförhållanden under 3 dygn i slutet av april 1989 redovisas i figurerna 7.8 och 7.9.



Figur 7.8 Timvärden för temperaturer under tre representativa dygn under mätperiod 3.



Figur 7.9 Timvärden för energier för tre representativa dygn under period 3.

8 SLUTSATSER

Den först installerade peakheatern med oisolerad skorsten klarade inte de krav som ställs på en värmepanna till småhus med avseende på drift och säkerhet.

Den senare och betydligt förbättrade versionen av peakheater, som tillverkaren anser vara produktionsmodellen, har inte undersökts tillräckligt i detta projekt för att kunna ge uppgifter om temperaturnivåer, effekter och tillförlitlighet.

Den isolerade skorstenen och den enklare installationen med separat värmeväxling bör fungera betydligt bättre än den ursprungliga installationen. Peakheatern kommer med denna konstruktion att arbeta med en högre temperatur på avgaserna vilket minskar sotbildningen men samtidigt försämras verkningsgraden.

Att använda en peakheater i ett värmesystem fordrar en genomtänkt styr och reglerstrategi. Det krävs en reglercentral, som styr energiproduktionen från olika producerande komponenter med avseende på aktuell tid, effektbehov och kostnadsläge. Sådan reglercentral saknades i detta projekt.

Att använda komponenter, som drivs med lågspänning (12 V dc) för drift av fast installerade värmesystem är diskutabelt med avseende på driftsäkerheten. Den fördel, som detta ger vid elavbrott, uppväges av de högisolerade småhusens okänslighet för kortare avbrott i värmertilförseln.

Mätperioden, som omfattade 880501 till 890430 var ovanligt varm. Detta medför att drifttiden för peakheatern har varit avsevärt kortare än för ett normalår.

Kostnaden för konvertering av energisystemet enligt denna modell beräknas i dag till 55,000 kr. Rätt använd och med riktigt utfört reglersystem finns möjlighet att dels minska den fasta elkostnaden, eftersom mindre huvudsäkringar kan användas, dels minska driftkostnaderna eftersom el kan användas den tid under dygnet då elkostnaden är låg och olja kan användas under övriga tider.

I detta projekt har det inte funnits något optimerat reglersystem och elkostnaden har varit densamma över hela dygnet. Detta har medfört att man egentligen inte kunnat göra några ekonomiska besparingar utan projektet har mest avsett funktionskontroll av anläggningen.

9 MÄTDATAINSAMLING

Insamling av data har utförts med en datalogger av typ Datataker DT100. Denna logger var kopplad via telefonmodem till en central utvärderingsdator på Mätcentralen i Göteborg. Samtliga lagrade data har sparats som timvärden. Temperaturerna är medelvärdesbildade ur kontinuerligt insamlade 2-minutersdata. Energierna är summerade data under aktuell timma. Drifftider är summerade data med utgångspunkt från momentana 2 minuters mätningar.

9.1 Temperaturmätningar

Samtliga registrerade temperaturer har uppmätts med termoelement av typ T (koppar - konstantan).

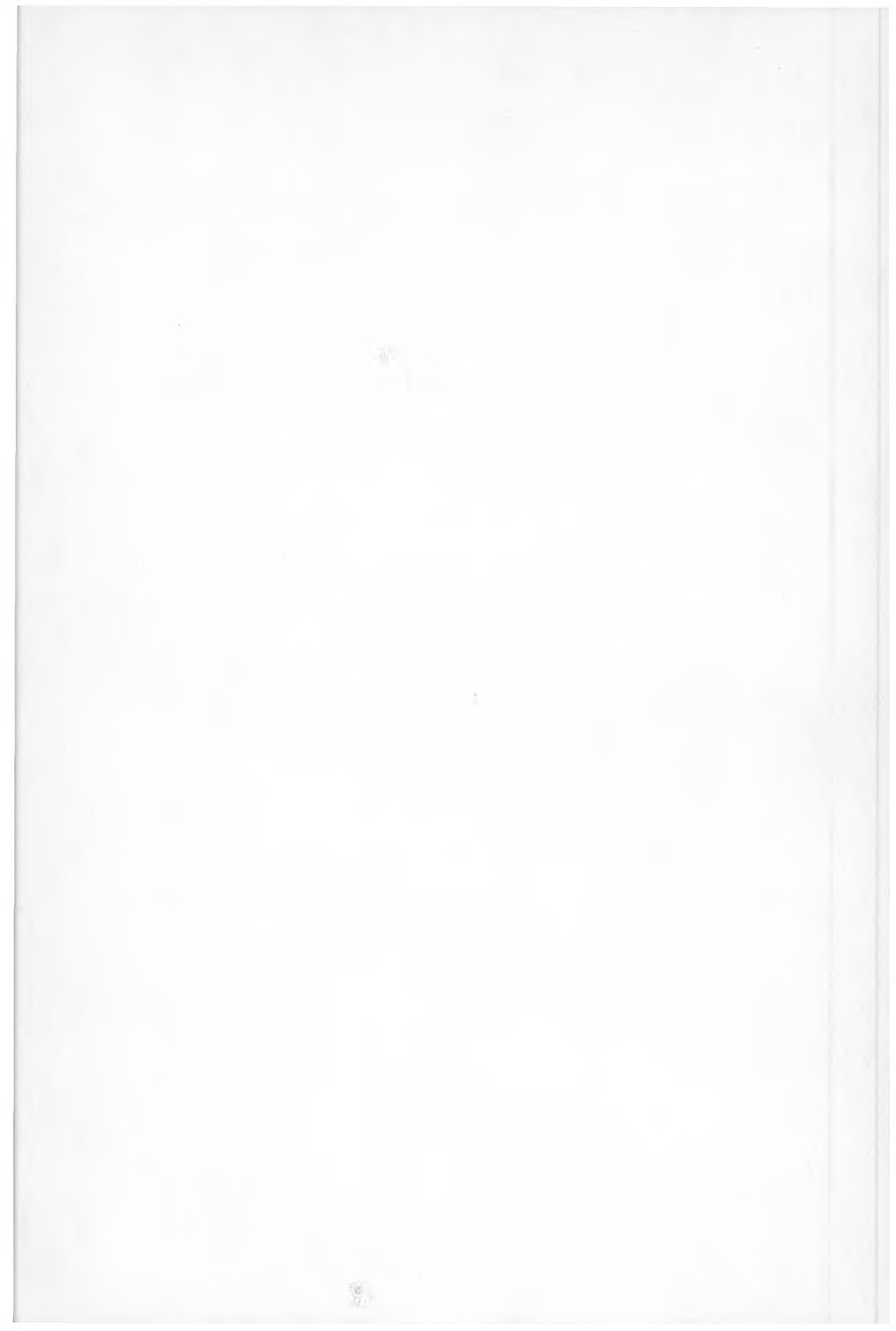
Temperaturgivarna och registreringsenheten kontrollerades i vattenbad mot certifierad termometer, och en onogranhet inom det aktuella mätområdet på $\pm 0,2$ °C konstaterades.

9.2 Värmemängdsmätning

Värmemängden registrerades med vätskeflödesmätare av fabrikat Clorius typ T3, samt med 2 stycken PT-100 temperaturgivare. Dessa givare kopplades till ett intergrerings-verk och pulserna från detta registrerades i datainsamlingsystemet som en puls/125 Wh. Flödesmätaren kontrollerades före monteringen varvid felet visade sig vara mindre än 1% av aktuellt flöde.

9.3 Drifftidsmätning

Drifftiden uppmättes genom att statusreläer avlästes med två minuters intervall. Dessa data summerades för varje timma och redovisas som timvärden.



Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 880248-4
från Statens råd för byggnadsforskning till Mätcentralen
vid Chalmers tekniska högskola, Göteborg.

R115: 1989 Konvertering av direktelvärmee till vattenburet system H Bäckberg, K Schroeder

R115: 1989

ISBN 91-540-5144-4

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6709115

Abonnemangsgrupp:
Ingår ej i abonnemang

Distribution:
Svensk Byggtjänst
171 88 Solna

Cirkapris: 33 kr exkl moms