



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.



Utprovning av värmeväxlare för avloppsvatten för flerbostadshus

Kurt Jönsson
Karl-Erik Johansson

INSTITUTET FÖR
BYGGDOKUMENTATION

Accnr 81-1285

Plac *ser*

*U
RMB*

R74:1981

UTPROVNING AV VÄRMEVÄXLARE FÖR AVLOPPSVATTEN
FÖR FLERBOSTADSHUS

Kurt Jönsson
Lars-Erik Johansson

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
791026-2 från Statens råd för byggnadsforskning
till Axel Johnson Engineering AB, Nynäshamn.

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

R74:1981

ISBN 91-540-3528-7
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1981 153809

INNEHÅLL

	Sid.
1	INLEDNING 7
2	GRUNDLÄGGANDE PRINCIPER 8
3	SYNPUNKTER PÅ FÖRFARANDET ATT FÖRVÄRMA ALLT INGÅENDE FÄRSKVATTEN 9
4	BESKRIVNING AV VÄRMEVÄXLAREN 11
5	INSTALLATION 13
6	RENGÖRING OCH RENGÖRINGSUTRUSTNING 15
7	FLÖDEN 18
8	DRIFTSERFARENHETER 19
9	UTFÖRDA BERÄKNINGAR OCH LABORATORIE- UNDERSÖKNINGAR 20
10	VERKNINGSGRADSBEGREPPET 23
11	MÄTUTRUSTNING OCH MÄTRESULTAT 24
	LITTERATUR 31

SAMMANFATTNING

Avloppsvatten från bostäder, sjukhus, restauranger etc innehåller betydande värmemängder.

Vid Axel Johnson Engineering AB i Nynäshamn har man utvecklat en värmeväxlare för att överföra värme från avloppsvatten till färskvatten. Värmeväxlaren har installerats i ett hyreshus i Nynäshamn och provats under 9 månader.

Vid konstruktionen av värmeväxlaren har speciell vikt lagts vid att utrustningen skall vara enkel och lättskött. Det finns således ingen avloppsvattenpump, inga silar eller strypningar.

Avloppsvattnet samlas ej upp i någon behållare utan rinner rakt igenom värmeväxlaren. Ej heller behövs någon värmepump.

Vid konstruktionen av värmeväxlaren har följande fakta måst beaktas:

- a) Avloppsvattnet innehåller fasta föroreningar.
- b) Avloppsvattenflödet är intermittent och varierande.
- c) Färskvattenflödet är intermittent och varierande.

Avloppsvattnet ledes till en spridare, som fördelar vatten över insidan av ett grovt, vertikalt rör. På detta sätt erhåller man goda värmeövergångstal på avloppsvattensidan, samtidigt som kanalen är vidöppen och kan tillåta passage av fasta föroreningar.

Det inre röret omges av en mantel så att det bildas en trång spalt mellan röret och manteln. Genom denna spalt passerar cirkulationsvatten nedifrån och upp. Värmet överföres från avloppsvattnet till cirkulationsvattnet.

I cirkulationsvattenkretsen finns en värmeväxlare för färskvatten samt en bufferttank.

Återvunnet värme kan lagras i det vatten, som finns i bufferttanken till dess att nästa färskvattentappning sker.

Hela utrustningen är sammanbyggd till en enhet med höjden 2,3 m och diametern 0,7 m.

Den provade värmeväxlaren är installerad i källarvåningen i ett hyreshus. Avloppsledningarna har dragits om så att avloppsvattnet från 12 lägenheter och en tvättstuga passerar värmeväxlaren.

Installationsmässigt visade det sig fördelaktigt att låta tappkallvattnet till 48 lägenheter passera värmeväxlaren. Tappkallvattnet har vintertid värmts från 5°C till ungefär 10°C och sommartid från 16°C till ungefär 18°C. Genom att tappkallvattnet värmts har man kunnat spara på tappvarm-

vattnet. Värdet av förvämt tappkallvatten utreds närmare i rapporten.

Värmeväxlaren har arbetat helt kländerfritt. Inga störningar av avloppsfunktionen har förekommit.

En tunn beläggning har bildats på värmeväxlareytan. Efter 6 månaders drift avlägsnades beläggningen genom att ett skumplastförsedd rensdon drogs genom värmeväxlareröret. Operationen kan utföras på ett par minuter och utan att man tar isär värmeväxlaren.

Verkningsgraden sjönk från 55 % till 48 % under den första sexmånadersperioden. Efter rengöring steg verkningsgraden på nytt till 55 %.

De använda konstruktionsprinciperna kan användas även vid större installationer, t ex hela bostadsområden, sjukhus etc. Vid nybyggen kan man göra besparingar genom att anläggningen för varmvattenberedning kan göras mindre.

Det ligger ett speciellt värde i att värmeåtervinningen kan ske i närheten av bebyggelsen. Om man väntar med att återvinna värmets till dess att avloppsvattnet passerat ett reningsverk uppstår speciellt två problem. Dels avkyls vattnet under den långa transporten till reningsverket, bl a beroende på inläckning av dagvatten, dels är det svårt att finna avsättning för den utvunna värmemängden i närheten av reningsverket.

1 INLEDNING

Vid Axel Johnson Institutet för Industriforskning i Nynäshamn (efter 1/1 1981 Axel Johnson Engineering AB) har utvecklats en värmeväxlare avsedd att överföra värme från avloppsvatten till färskvatten. Systemet kännetecknas av att avloppsvattnet sprids ut över en vertikal yta och att det rinner rakt genom värmeväxlaren, d v s det samlas ej upp i någon behållare. Det är ej heller nödvändigt att använda värmepump. Härigenom har det varit möjligt att erhålla en enkel och driftssäker konstruktion.

En prototyp har provats i ett hyreshus i Nynäshamn och här nedan lämnas en redogörelse för dessa prov.

Värmeväxlaren kan göras betydligt större än den här nämnda prototypen, vilket gör att den kan användas för hela bostadsområden, sjukhus, gruppbebyggelse etc.

Det visar sig oftast lämpligt att dimensionera värmeväxlaren för en verkningsgrad av 40 %, d v s man spar 40 % av den värmemängd som det erfordrats för att producera avloppsvattnet.

På flera platser i Sverige pågår för närvarande försök att utvinna värme ur avloppsvatten som först renats i ett kommunalt reningsverk.

Den här visade tekniken visar flera fördelar jämfört med ovanstående:

- a) Utvunnet värme kan användas i närheten av den plats där det utvunnits. Man slipper således långa överföringsledningar.
- b) Då avloppsvattnet rinner till reningsverket går mycket värme ut i marken som omger avloppsledningen och temperaturen sänks även genom att dagvatten läcker in i den sanitära avloppsledningen. Dessa nackdelar undviks om man utvinner värmets i närheten av bebyggelsen.

En grov uppskattning visar att man i Sverige i dag förbrukar 2.000.000 m³ olja/år för produktion av varmvatten i bostäder, hotell, sjukhus och badhus.

Besparingen kan alltså teoretiskt uppgå till 800.000 m³ olja/år om verkningsgraden är 40 %. Praktiskt är detta en omöjlighet, men redan en bråkdel kan vara av intresse.

2 GRUNDLÄGGANDE PRINCIPER

Om man önskar utvinna värme ur avloppsvatten på ett ekonomiskt sätt måste utrustningen vara enkel och lättskött. Om man kan uppnå en god och långvarigt relativt konstant verkningsgrad med en enkel och pålitlig utrustning med obetydligt underhållsbehov ger detta i praktiken vanligen ett bättre ekonomiskt utbyte än en mera komplicerad och dyrare utrustning som i och för sig kan uppnå en hög verkningsgrad men vars praktiska verkningsgrad på grund av snabb försmutsning och lägre tillgänglighet (effektiv driftstid) ej ger så mycket mer värmeåtervinning per år men väl kräver betydligt större drifts- och underhållskostnader.

Den här visade värmeväxlaren kan arbeta utan hjälp av avloppsvattenpump, utan silar eller andra strypningar och utan att avloppsvattnet samlas upp i någon tank. Värmeytan är slät och lätt att rengöra. Det krävs ej heller någon värmepump. Förutom att en värmepump är en komplicerad apparat är det svårt att föra in den i systemet om man håller fast vid ovan nämnda tankegångar.

Kännetecknande för avloppsvatten- och färskvattenflöden till bostäder är att de varierar starkt. Att installera en värmepump, som är så stor att den klarar de största effekttopparna, är oftast ekonomiskt omöjligt. Detta gäller i varje fall för små installationer. Man måste införa buffertvolymmer.

Visserligen kan man lagra värmets i uppvärmt färskvatten och undvika den obehagliga lagringen av avloppsvatten, men det har ändå bedömts som önskvärt att utesluta värmepump.

I så fall återstår endast en väg om man önskar uppnå rimligt hög verkningsgrad. Denna väg består i att man förvärmer allt ingående färskvatten till fastigheten.

Om endast det vatten, som leds till varmvattenberedning, förvärmes blir verkningsgraden ofta så låg som 20 %, d v s hälften av vad som annars kan uppnås.

Då ett förfarande, som innebär att man värmer allt ingående färskvatten, av många upplevs som kontroversiellt ägnas frågan här ett särskilt kapitel.

3 SYNPKTER PÅ FÖRFARANDET ATT FÖRVARMA ALLT INGÄENDE FÄRSKVATTEN

Mätningar har visat att avloppsvattnet från ett bostadsområde har en medeltemperatur av ungefär 22°C året om, medan motsvarande värde för sjukhus angivits till 25-30°C.

I Nynäshamn varierar färskvattnets temperatur från 5°C i månadsskiftet april-maj till 16°C i månadsskiftet augusti-september.

Om verkningsgraden är 40 % och man antar att avloppsvatten- och färskvattenflödena är lika stora erhålles följande temperaturhöjning på färskvattnet:

a) Då färskvattentemperaturen är 5°C:

$$\text{Temperaturhöjningen} = 0,40 (22 - 5) = 6,8^{\circ}\text{C}$$

Det uppvärmda färskvattnet får således temperaturen $5 + 6,8 = 11,8^{\circ}\text{C}$.

b) Då färskvattentemperaturen är 16°C:

$$\text{Temperaturhöjningen} = 0,40 (22 - 16) = 2,4^{\circ}\text{C}$$

Det uppvärmda färskvattnet får således temperaturen $16 + 2,4 = 18,4^{\circ}\text{C}$.

Färskvattentemperaturen kommer således att variera mellan 11,8°C och 18,4°C i stället för som tidigare mellan 5°C och 16°C.

Den resulterande temperaturstegringen är som synes måttlig. På många platser har man redan idag tappkallvattentemperaturer som är högre än 18,4°C under sommarmånaderna. Trots detta reser man invändningar mot det här beskrivna förfarandet.

De vanligaste argumenten är:

a) Det är slösaktigt att värma kallvattnet.

b) Tappkallvattnet kommer att smaka illa.

Då man analyserar användningen av vatten i ett hushåll finner man att det mesta av kallvattnet blandas med varmvatten innan det användes. Undantag är främst spolvatten till toalettstolen, sköljvatten till disk- och tvättmaskiner, dricksvatten och möjligen vatten till kalldusch. Biltvätt, trädgårdsbevattning och brandbekämpning lämnas i detta sammanhang utanför diskussionen.

Beträffande toalettspolvattnet kan sägas att det i de allra flesta fall värms till högre temperatur än 17°C då det står i spolbehållaren. Under uppvärmningen kondenserar vattenånga på utsidan av behållaren på ett otrevligt sätt.

Om man värmer toalettspolvattnet spar man alltså värme i lägenheten.

Om sköljvattnet till disk- och tvättmaskiner är förvämt är också det en bestämd fördel. Värmeförbrukningen i de efterföljande torkstegen blir mindre, och när det gäller tvättmaskiner slipper man sätta händerna i det starkt nerkylta tvättgodset. I många tvätterier använder man varmt sköljvatten av just denna anledning.

Dricksvattnet utgör ju en ytterst liten del av den totala vattenförbrukningen. Under stor del av året kommer dricksvattentemperaturen trots uppvärmningen att vara tillräckligt låg för att kunna accepteras. Under resten av året får den som så önskar kyla vattnet i kylskåpet på samma sätt som man gör med mjölk, saft, läskedrycker etc.

För den som önskar duschvatten som är kallare än 11-18⁰C innebär det här föreslagna sättet att spara energi en försämring.

Av det här anförda framgår att det verkligen är en besparing att förvärma allt inkommande färskvatten.

Vad gäller den här beskrivna installationen har ingen anmärkning framförts från någon hyresgäst. Axel Johnson Institutet har även praktiskt provat andra typer av avloppsvattenvärmeväxlare (villatyp). Ej heller i något av dessa fall har konsumenten funnit vattentemperaturen vara för hög.

Vid nyinstallationer kan man göra betydande besparingar genom att anläggningen för beredning av varmvatten kan göras mindre och genom att man slipper isolera kallvattenledningarna. (Oftast måste ju dessa isoleras för att man skall slippa kondensvattenutfällning.)

4 BESKRIVNING AV VÄRMEVÄXLAREN

Vid konstruktionen av värmeväxlaren har följande fakta måst beaktas:

- a) Avloppsvattnet innehåller fasta föroreningar.
- b) Avloppsvattenflödet är intermittent och varierande.
- c) Färskvattenflödet är intermittent och varierande.

En principbild av den valda konstruktionen visas i figur 4.1.

Avloppsvattnet ledes till en spridare, som fördelar vattnet över insidan av ett vertikalt rör. På detta sätt erhåller man goda värmeövergångstal på avloppsvattensidan samtidigt som kanalen är vidöppen och kan tillåta passage av fasta föroreningar.

Det inre röret omges av en mantel så att det bildas en trång spalt mellan röret och manteln. Genom denna spalt passerar cirkulationsvatten nedifrån och upp. Värmet överföres från avloppsvattnet till cirkulationsvattnet.

Manteln omges av rörslingor som leder färskvatten. Omedelbart utanför rörslingorna finns ytterligare en mantel.

Cirkulationsvattnet, som passerat den inre spalten, drivs ned mellan mantlarna och passerar därvid de ovan nämnda rörslingorna. Därefter leds cirkulationsvattnet ut i en bufferttank och till en pump, som driver in det i den förut nämnda spalten och cirkulationskretsen är sluten.

Värmet kan lagras i det vatten, som finns i bufferttanken, till dess att nästa färskvattentappning sker.

Det antas att den största vattenmängd som man kan lagra i en lägenhet är 200 l, d v s ett badkar. Detta innebär att sedan maximalt 200 l avloppsvatten runnit genom värmeväxlaren måste en färskvattentappning ske.

Bufferttanken kan således ges en begränsad volym. Den valda storleken är i detta fall 400 l.

Bufferttanken har också en temperaturutjämnande verkan. Utan den skulle färskvattnet tillfälligt kunna bli mycket varmt, om man leder ut hett vatten i avloppssystemet.

För att minska elbehovet för cirkulationspumpningen har en temperaturregulator installerats. Pumpen startas först då temperaturen i avloppsledningen överstiger bufferttankens temperatur med 1°C . Detsamma gäller om färskvattnet kylt vattnet i botten av bufferttanken i förhållande till vattnet i dess övre del.

Det måste således tillföras antingen varmt avloppsvatten eller kallt färskvatten för att pumpen skall starta. Detta innebär att den för det mesta står still nattetid.

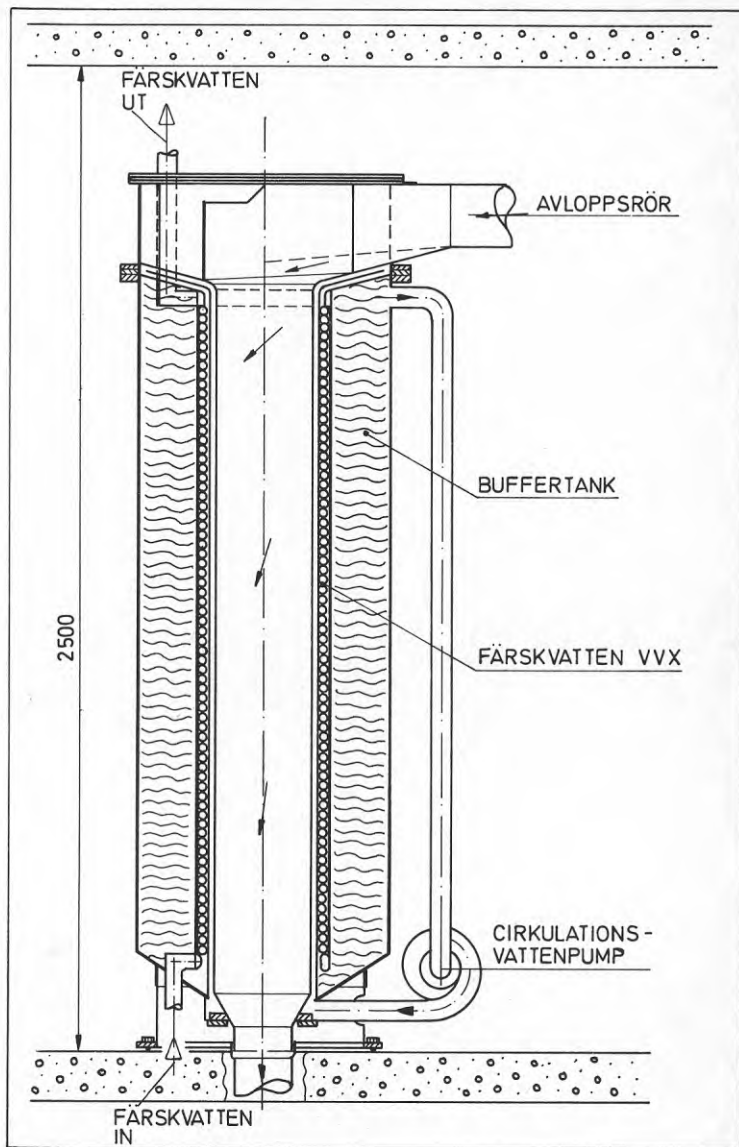


Fig. 4.1. Vertikal
avloppsvattenvärme-
växlare.
Principskiss.

5 INSTALLATION

Värmeväxlaren har installerats i ett 6-vånings hyreshus i Nynäshamn. (Se fig. 5.1.)

Dimensioneringen är gjord sådan att den får plats i källaren.

Två avloppsvattenstammar drogs om och leddes till värmeväxlaren. På så sätt anslöts 12 lägenheter på avloppsvattensidan.

Det visade sig lämpligt att ansluta den näraliggande tappkallvattenstammen till färskvattenvärmeväxlaren. Det innebär att 48 lägenheter blev anslutna. Färskvattenflödet blev på detta sätt uppskattningsvis 3,1 ggr så stort som avloppsvattenflödet. Därvid har förutsatts att:

- a) Alla lägenheter förbrukar lika mycket vatten.
- b) Tappkallvattenflödet utgör $2/3$ av det totala vattenflödet.
- c) Dragningen av avloppsledningarna från de 12 lägenheterna är sådan att endast 85 % av avloppsvattnet ledes till värmeväxlaren.

Detta innebär att verkningsgraden blev bättre än om flödena varit lika stora. Dessutom blev temperaturstegringen på tappkallvattnet ej så stor.

En närbelägen tvättstuga anslöts också. Eftersom den låg i samma plan som värmeväxlaren installerades en pump för vatten från tvättmaskinerna.

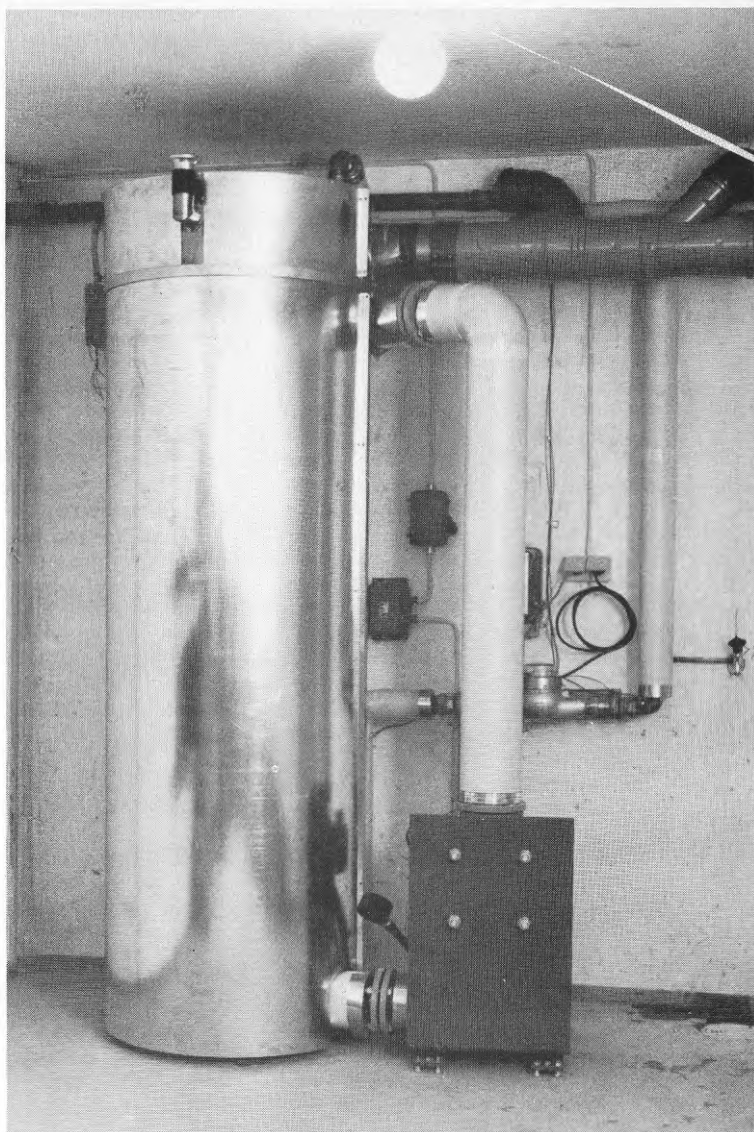


Fig. 5.1. Den installerade värmewäxlaren.

6 RENGÖRING OCH RENGÖRINGSUTRUSTNING

De ytor som kommit i beröring med avloppsvatten har alla bestått av rostfritt stål. Den beläggning som bildats under 6 månaders drift framgår av figur 6.1.

Man kan anta att beläggningen uppstått därför att avloppsvattenrester torkat fast på väggarna. Avloppsventilationen på det aktuella stället är mycket god och det är ofta lång tid mellan avloppsvattentömningarna. Mätningar (4/2 1981) visade att luftflödet genom värmeväxlaren var $34 \text{ m}^3/\text{timme}$. Lufttemperaturen inne i värmeväxlaren var $10,5^\circ\text{C}$.

Av dessa siffror kan man dra slutsatsen att avloppsventilationen medför betydande nackdelar. Dels befrämjar den bildandet av beläggningar på värmeväxlareytan, dels bortför den betydande värmemängder.

Problemet kan minskas genom att man installerar sk vacuumventiler i ventilationsledningarna. Dessa ventiler medger luftflöde endast i det fall att det uppstår undertryck i ventilationsledningen, vilket är en mycket tillfällig företeelse.

De erhållna beläggningarna har ej varit besvärande och de har lätt kunnat avlägsnas med hjälp av en skumplastklädd rensningsanordning (fig. 6.3).

Rensningsanordningen har dragits upp och ner genom värmeväxlaren några gånger samtidigt som man sett till att avloppsvatten tillförts.

Effekten av rengöringen framgår av fig. 6.2.

Man kan anta att beläggningarna skulle blivit mindre om flera lägenheter varit anslutna till värmeväxlaren, ty då skulle det varit kortare tid mellan avloppsvattentömningarna. Tjugo lägenheter bedöms som ett lämpligt antal.

Den uppmätta verkningsgraden har under ett halvårs drift utan rengöring sjunkit från 55 % till 48 %.

Varje rengöring kan utföras på ett par minuter och utan att värmeväxlaren tas isär.

Om man önskar bibehålla den höga verkningsgraden 55 % bör man rengöra värmeväxlaren en gång per månad.



Fig. 6.1. Beläggning på värmeväxlareytan efter 6 månaders drift.

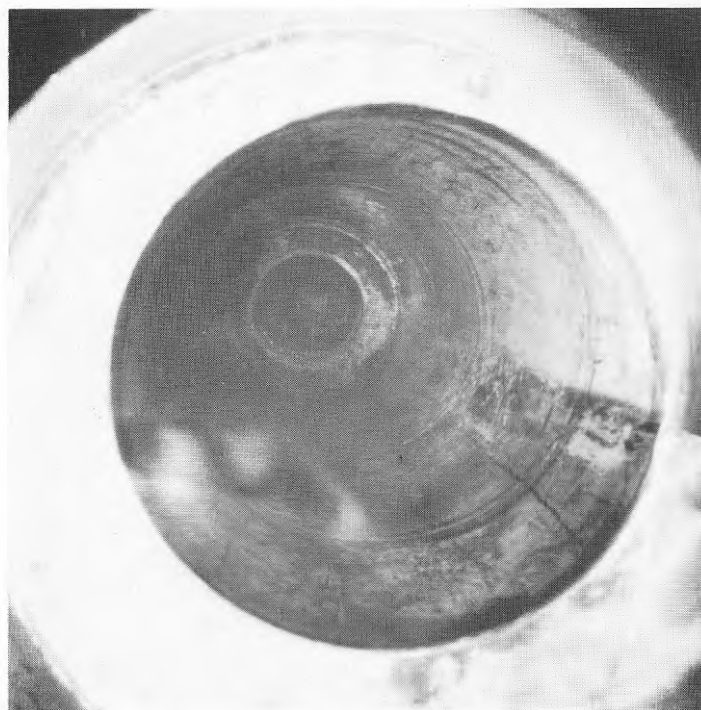


Fig. 6.2. Värmeväxlareytan efter rengöring.

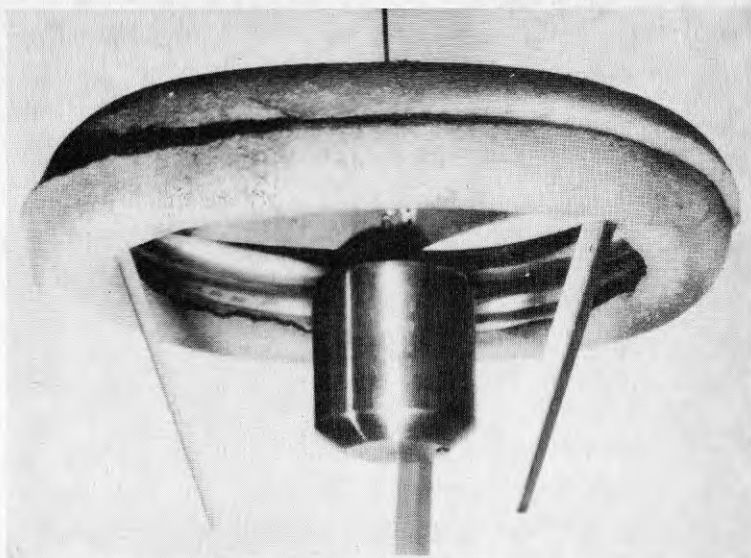


Fig. 6.3. Rensnings-
anordning för
värmväxlareytan.

7 FLÖDEN

Som känt varierar avloppsvattenflödena starkt. Från noll upp till 120 l/min vid en toalettspolning.

Ett vanligt flöde är 20-40 l/min. Det inträffar t ex då man tömmer ett badkar.

Den av oss installerade pumpen i tvättstugan har kapaciteten 20 l/min.

Värmeväxlaren har dimensionerats för flödet 20-40 l/min.

Sammanlagring av avloppsvattenflöden från flera lägenheter förekommer knappast, då antalet anslutna lägenheter är mindre än 20.

Den här provade storleken kan således med fördel användas för 20 lägenheter.

Om antalet är ännu större kommer verkningsgraden förmodligen att sjunka något, men ekonomin kommer att förbättras därför att den överförda värmemängden blir större.

8 DRIFTSERFARENHETER

Med tanke på att den provade utrustningen är en prototyp har driftserfarenheterna varit mycket goda.

Inledningsvis erbjöd pumpen i tvättstugan vissa problem genom att ludd förorsakade igensättningar, men sedan silar och andra hinder tagits bort så att luddet kan passera pumpen har driften varit problemfri.

Det temperaturstyrda reläet till cirkulationspumpen var från början för klent dimensionerat för att klara alla till- och frånslag. Efter utbyte och installation av gnistsläckare har det fungerat väl.

Själva värmeväxlaren har arbetat klanderfritt hela tiden.

Ingen hyresgäst har framfört något klagomål.

9 UTFÖRDA BERÄKNINGAR OCH LABORATORIEUNDERSÖKNINGAR

Ett omfattande beräknings-, konstruktions- och laboratoriearbete har utförts innan värmeväxlaren installerades i det aktuella hyreshuset.

Två driftsfall (kontinuerligt och diskontinuerligt flöde) har ägnats särskilt intresse.

Vid kontinuerliga flöden har färskvatten och avloppsvatten runnit hela tiden.

Vid diskontinuerliga flöden har växelvis färskvatten och avloppsvatten varit inkopplade.

I fig. 9.1 och fig. 9.2 redovisas resultaten. Som framgår av figurerna är överensstämmelsen mellan beräknade och uppmätta värden god.

Som framgår av kapitlet "Mätutrustning och mätresultat" erhöles verkningsgraden 55 % vid provningen i hyreshuset. Om färskvattenflödet är 3 gånger så stort som avloppsvattenflödet motsvarar detta ett avloppsvattenflöde av 35 l per minut (se fig. 9.2).

Om färskvatten- och avloppsvattenflödena i stället varit lika stora skulle verkningsgraden blivit 40 %.

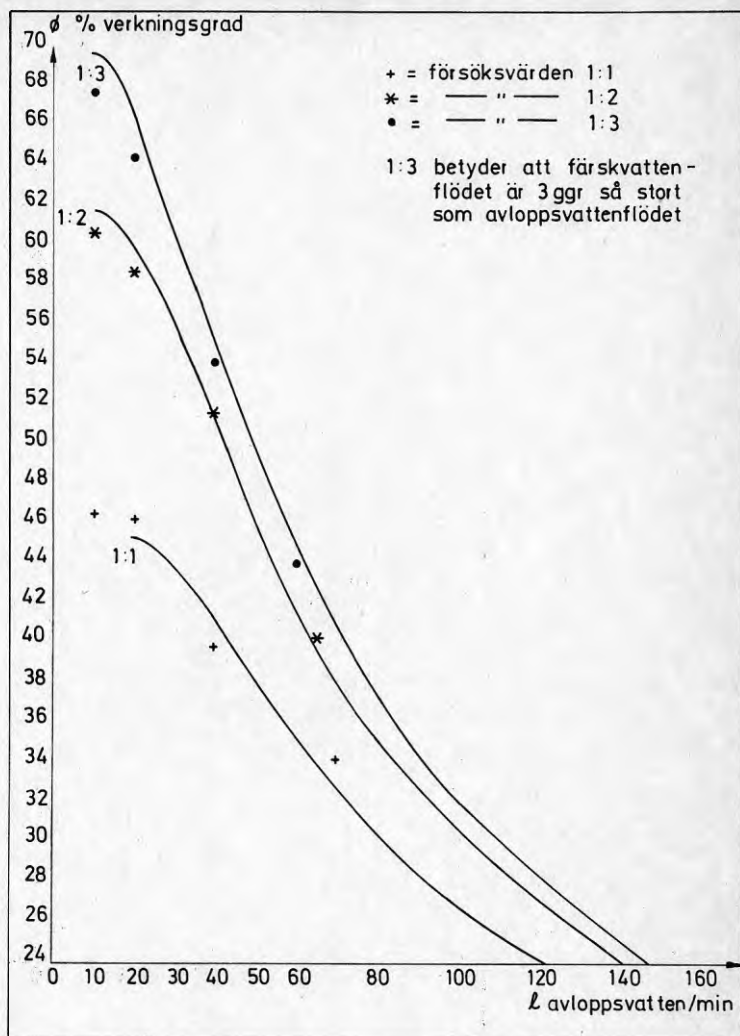


Fig. 9.1. Jämförelse mellan beräknade värden (linjer) och laboratorieprov (punkter). Kontinuerlig drift.

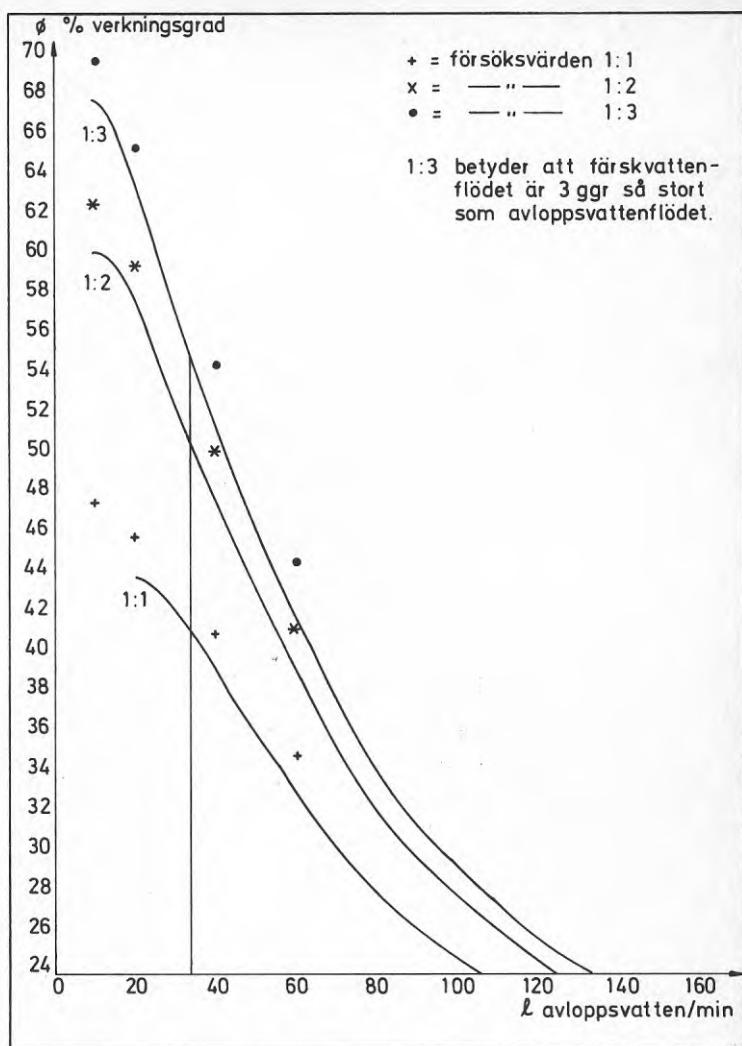


Fig. 9.2. Jämförelse mellan beräknade värden (linjer) och laboratorieprov (punkter). Diskontinuerlig drift.

10 VERKNINGSGRADSBEGREPPET

Verkningsgraden har angivits som

$$\phi = \frac{\text{återvunnen energi} \times 100}{\text{tillförd energi}}$$

Återvunnen energi har bestämts med hjälp av en energimätare av typ SVM 60 från AB Svensk Värmemätning och utgörs av produkten av temperaturstegringen på färskvattnet x x färskvattenmängden.

Tillförd energi har bestämts på följande sätt:

Från varmvatten:

I varje lägenhet finns en mätare för varmvattenförbrukning (60°C). Tillförd energi har beräknats som varmvattenmängd x (60 - färskvattnets temperatur) x 0,85.

Faktorn 0,85 betingas av att avloppsnätet är draget så att endast 85 % av tillfört varmvatten ledes till värmväxlaren.

Till detta kan fogas följande kommentarer:

- a) en stor del av ovan nämnda energimängd kommer ej avloppsvattnet till godo. I samband med bad och dusch t ex kyls vattnet betydligt genom att en del vatten avdunstar. Vidare kyls varmvattnet i rörledningar inom lägenheten etc.
- b) En del värme tillföres avloppsnätet utöver vad som framgår av den ovan gjorda beräkningen. Detta gäller främst vatten som värmts på spisen i lägenheten (potatisvatten etc).

De under a) och b) nämnda värmemängderna anses ta ut varandra.

- c) Energi tillföres genom att färskvattnet värmts i värmväxlaren. Härvid anses att tillfört avloppsvatten kommit från 12 lägenheter medan förvämt färskvatten distribuerats till 48.
- d) I de aktuella lägenheterna finns inga disk- och tvättmaskiner installerade.

Formeln för verkningsgraden blir därför:

$$\phi = \frac{\text{Å} \times 100}{0,85 \times \text{VV} + \text{Tvätt} + \frac{12}{48} \times \text{Å}}$$

där Å = återvunnet värme

Tvätt = Elenergi som tillförts tvättmaskinerna

VV = Energi som tillförts med varmvattnet

11 MÄTUTRUSTNING OCH MÄTRESULTAT

Bild 11.1 visar en sammanställning av mätutrustningen.

Vissa komponenter har redan omnämnts i kapitlet "Verkningsgradsbegreppet".

Utöver dessa har även en temperaturskrivare använts. Den har periodvis kopplats in på mätpunkterna TR 1-3.

Resultaten redovisas i figurerna 11.2 och 11.3. Vid tolkningen av kurvorna bör man hålla i minnet att såväl avloppsvatten- som färskvattenflödena är starkt varierande.

Avloppsvattentemperaturerna har angivits med korta streck just för att markera att flödet är intermittent. Temperaturskrivaren visar en kontinuerlig kurva, men under större delen av tiden har det ej runnit något vatten.

Kurvorna ger en bild av hur såväl avloppsvattnets som det förvärmade färskvattnets temperatur varierat. Den ena figuren visar förhållandena då inkommande färskvatten är som kallast och den andra då det är som varmast.

Genomsnittliga temperaturhöjningen av färskvattnet var under den kalla perioden $5,5^{\circ}\text{C}$ och under den varma $2,8^{\circ}\text{C}$.

En sammanställning av mätresultaten visas i figur 11.4.

Längst upp visas den uppmätta verkningsgraden. Som synes sjönk den från 55 % vid starten till 48 % strax före rengöringen av värmeväxlaren (driftsvecka 26).

Efter rengöringen steg verkningsgraden ånyo till 55 %.

Den taggiga kurvan under verkningsgradsangivelserna visar återvunnen värmemängd per vecka.

Vissa perioder har den återvunna värmemängden varit mindre än vad man kunnat vänta. Förklaringen har varit de tidigare redovisade driftsstörningarna, d v s att pumpen i tvättstugan satt igen sig med ludd respektive att reläet till cirkulationspumpen gått sönder.

Det är intressant att jämföra kurvan för återvunnen värmemängd med kurvan som visar det inkommande färskvattnets temperatur.

Det framgår tydligt att den återvunna värmemängden är störst, då färskvattentemperaturen är låg och vice versa.

Detta är ett mycket gynnsamt förhållande, ty det innebär att färskvattnets temperatur stiger mest då man mest önskar det. Att man slipper använda sig av riktigt kallt vatten måste ju anses vara en standardhöjning.

Under perioden 800304 - 801202 återvanns ur avloppsvattnet 13590 kWh.

Den under ett helt år återvunna värmemängden kan uppskattas till 20000 kWh. Det är att märka att den ej redovisade perioden 2/12 - 4/3 är den, under vilken värmeväxlaren är som mest effektiv och den största värmeåtervinningen sker.

Pumpmotorn har en märkeffekt av 180 watt. Den utnyttjade effekten har uppmätts till 135 watt.

Pumpens driftstid kan uppskattas till cirka 17 timmar per dygn.

Förbrukad elenergi blir således:

$$\frac{135 \times 17 \times 365}{1000} = 800 \text{ kWh/år}$$

Av denna värmemängd återvinnes en del genom att cirkulationsvattnet och därigenom även färskvattnet värmes.

Som synes är den förbrukade elenergin försumbar jämförd med den värmemängd som återvunnits.

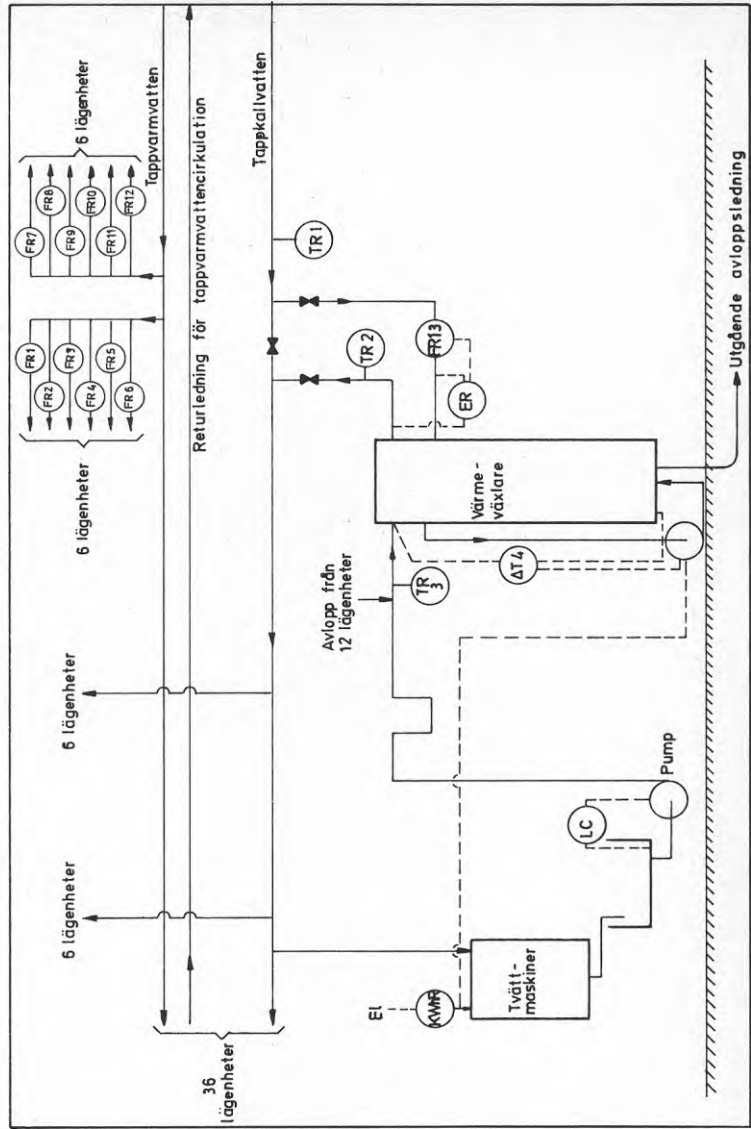


Fig. 11.1. Mätutrustning

- FR (1-12) Vattenmätare för tappvarmvatten (60°C)
- FR 13 Vattenmätare för färskvatten
- TR 1 Temp.skrivare för inkommande färskvatten
- TR 2 Temp.skrivare för utgående färskvatten
- TR 3 Temp.skrivare för inkommande avloppsvatten
- ΔT_4 Differenstemp.-mätning
- ER Energimätare
- KWH-R Kilowattimme-mätare
- LC Nivåregulator

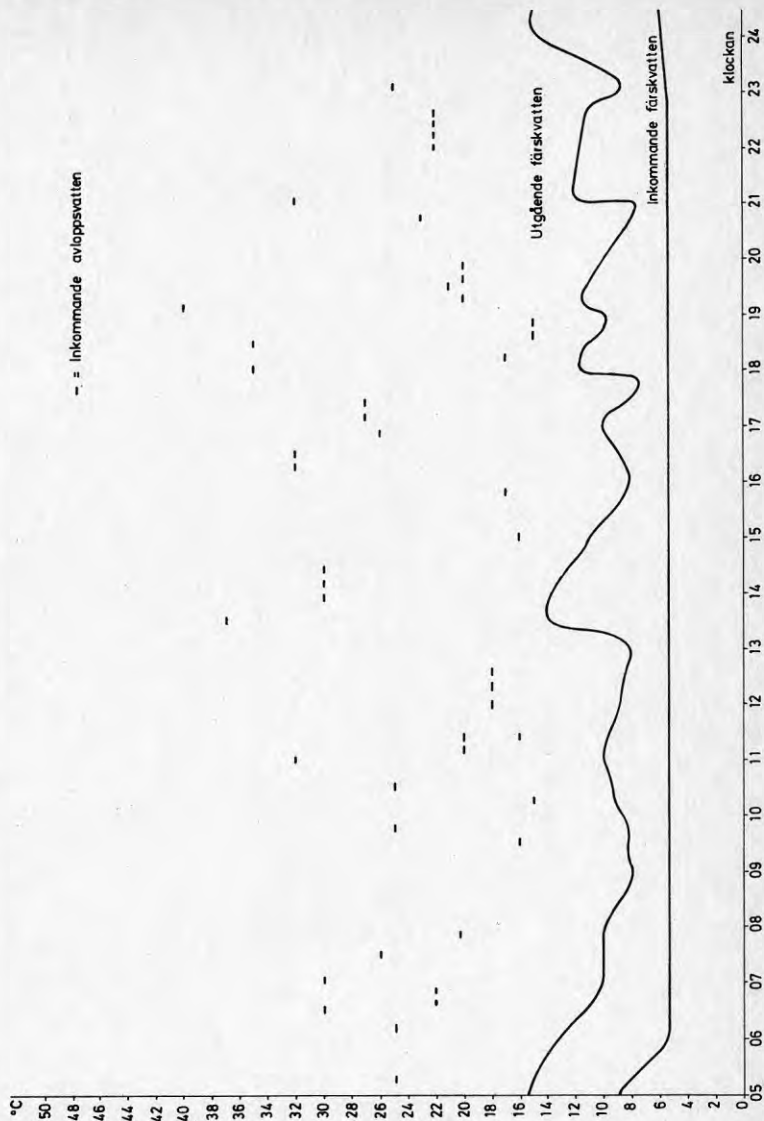


Fig. 11.2.
 Temperaturer torsdag
 1980-04-17.

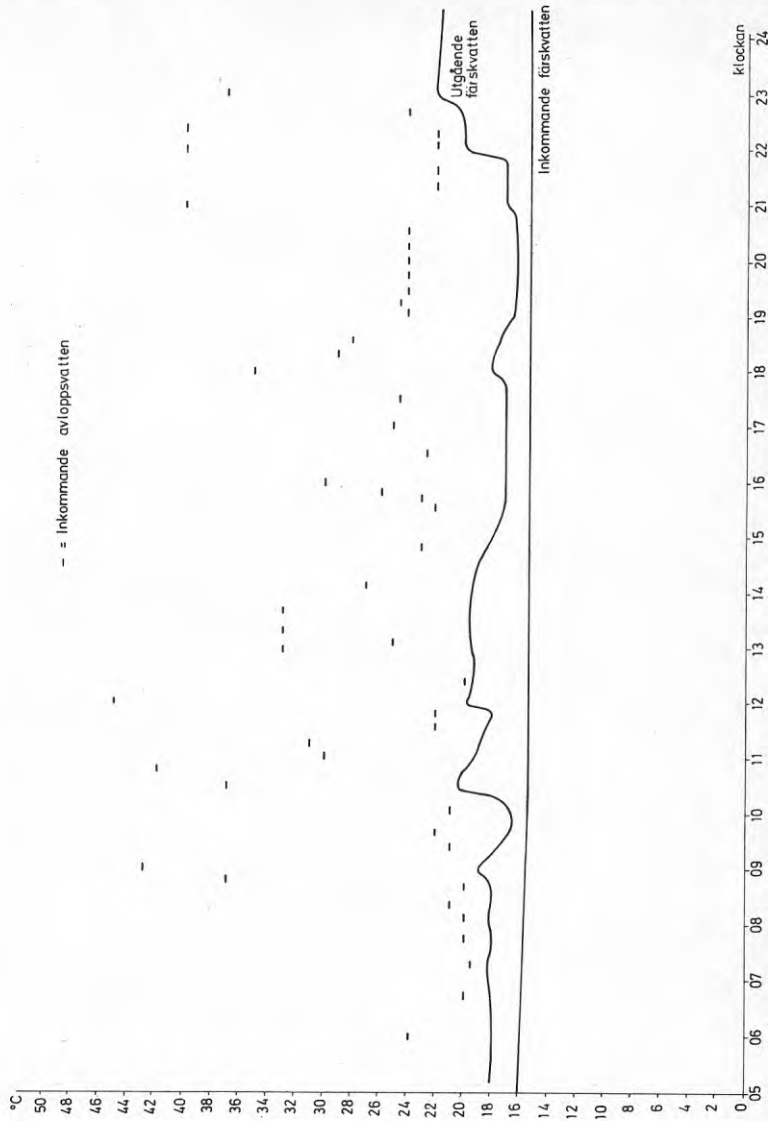


Fig. 11.3.
 Temperaturer måndag
 1980-08-18.

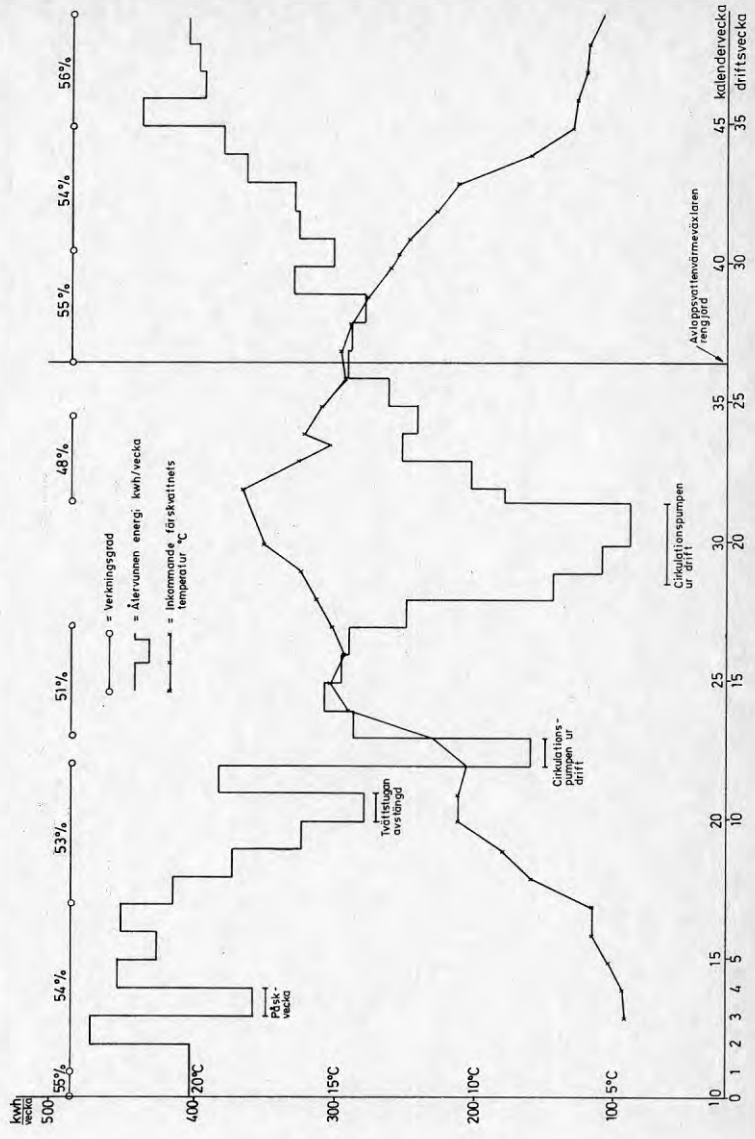


Fig. 11.4. Mätresultat.

LITTERATUR

Davin, B & Johnsson, H & Sandart, K, 1979, Energiförbrukning och potentiell energibesparing vid badanläggningar. (Statens råd för byggnadsforskning.) Rapport 49. Stockholm.

Hedlund, A & Litzberg, L, 1979, Värmeåtervinning ur avloppsvatten - Försök med skalmmodell. (Statens råd för byggnadsforskning.) Rapport 95. Stockholm.

Lindblad, H & Nylund, J, 1980, Energiåtervinning från spillvatten i sjukvårdsbyggnader. (Statens råd för byggnadsforskning.) Rapport 22. Stockholm.

Andersson, B & Backman, A & Wahlberg, H, 1980, Värmeåtervinning ur avloppsvatten, Förprojektering i Falun. (Statens råd för byggnadsforskning.) Rapport 42. Stockholm.

Hedlund, A, 1980, Värmeåtervinning ur avloppsvatten från Blackebergs sjukhus, Teknisk/ekonomisk förstudie. (Statens råd för byggnadsforskning.) Rapport 47. Stockholm.

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
791026-2 från Statens råd för byggnadsforskning
till Axel Johnson Engineering AB, Nynäshamn.**

R74: 1981

ISBN 91-540-3528-7

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6700374

**Abonnemangsgrupp:
W. Installationer**

**Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 7853
103 99 Stockholm**

Cirkapris: 20 kr exkl moms