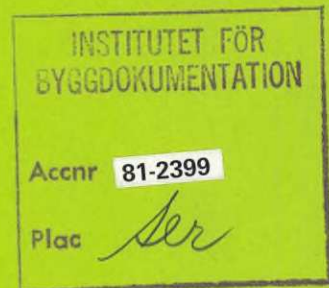


## Erfarenheter av luft-vatten värmepump med djurvärme som energikälla

Uppvärmning av personalutrymme  
vid Ökna lantbruksskola

David Jeal  
Mats Norrfors



R137:1981

ERFARENHETER AV LUFT-VATTEN VÄRMEPUMP  
MED DJURVÄRME SOM ENERGIKÄLLA

Uppvärmning av personalutrymme vid  
Ökna lantbruksskola

David Jeal  
Mats Norrfors

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 781411-6  
från Statens råd för byggnadsforskning till Södermanlands  
Läns Landsting, Tekniska Avdelningen i Nyköping.

R137:1981

ISBN 91-540-3612-7

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1981 132274

<u>INNEHÅLL</u>	<u>Sid</u>
1 FÖRORD	4
2 INLEDNING	4
- Bakgrund	4
3 SAMMANFATTNING	6
4 SYFTE	6
- Tidigare kända tekniska svårigheter	6
5 TEKNISK LÖSNING	7
- Teknisk lösning av ventilationen i ladugården	8
6 VAL AV KOMPONENTER	10
- Ventilation - ladugården	10
- Värmepump	10
- Förångare	10
7 VÄRMEBEHOVET FÖRDELAT ÖVER ÅRET	12
8 MÄTTEKNIK	14
- Mätinstrument	14
- Mätningar	14
9 DRIFTS- OCH PROJEKTERINGSERFARENHETER	24
10 MÄTRESULTAT (se Sammanfattning)	27
11 ARSVÄRMEFAKTOR	30
12 KOSTNADER OCH EKONOMI	32
13 BILDER - Fig 8 - 11	33-36

## 1 FÖRORD

En värmepump används för att utnyttja värmeenergi från en given källa och "höjer" och "lyfter" den till en användningsbar nivå. Anläggningsprestandan förbättras ju mindre temperaturskillnaden är mellan värmekällan och värmemediet.

## 2 INLEDNING

### Bakgrund

Förutsättningarna för att kunna tillämpa ovanstående tankar tycktes finnas vid Ökna Lantbruksskolas ladugård. Omplanering och modernisering av personalutrymmena vid ladugården - som är byggd 1919 - ingick i ett större ny- och ombyggnadsprojekt av hela lantbruksskolan, som K-Konsult i Nyköping utfört åt Södermanlands Läns Landsting.

Som en del av VVS-projekteringen vid skolan ingick ett fjärrvärmesystem på 3.4 MW för hela området. När diskussioner om personalutrymmen vid ladugården inleddes hade de övriga värmedistributionsfrågorna för området färdigprojekterats. Ett olöst problem kvarstod beträffande självdragsventilationssystemet i ladugården, vilket var lika gammalt som huset. Det bestämdes att man, trots de relativt höga kostnaderna, skulle investera i en värmepumpanläggning i kombination med mekanisk ventilation av ladugården.

Ett alternativ till värmepumpen, med framdraging av fjärrvärmesystemet till ladugården, kostnadsberäknades till ungefär samma investeringskostnad som för värmepumpen och den mekaniska ventilationen tillsammans.

Ett tredje och billigare alternativ hade varit direkt elvärme i personalutrymmena, men vid tidpunkten för projektering diskuterades kärnkraftens vara eller icke vara och risken för totalförbud mot användning av direktverkande elvärme var då överhängande (se bildande av Elanvändningskommittén ELAK i juni 1980).

Södermanlands Läns Landsting som ansvarade för hela anläggningskostnaden, uppgav som motiv för investeringen att man ville utnyttja värmepumpanläggning som utbildningsobjekt, för att ge lantbruksskolans elever tillfälle att studera och intressera sig för tillämpning av alternativa energiformer. Man var också medveten om att man skulle lösa de besvärliga ventilationsproblemen man hade i ladugården.

### 3 SAMMANFATTNING

Tillförlitlighet och ett relativt gott resultat har man med följande provningsserier här kunnat påvisa (se Årsvärmefaktor 3.17).

Av den totalt erhållna värmemängden under året - 29 326 KWh - var 2 815 KWh från direkta elvärmerna under två sommarmånader då värmepumpen var avstängd och 8 364 KWh i form av köpt elvärme till värmepumpens drivmotor.

Den sparade värmeenergin var således 18 147 KWh (värde 4 537:- kronor med ett elenergipris av 25 öre/KWh).

Ordet värmepump används, för att poängtera att värmeavgivningseffekten är av primärt intresse - värmepump är identisk med en kylanläggning och bör prissättas därefter.

### 4 SYFTE

Resultaten syftar till att belysa utnyttjandet av värmepump i kombination med ett väl utformat ventilationssystem för djurstallar. Resultaten beräknas vara tillämpningsbara på de flesta typer av djurstallar med samlade frånluftsflöden. Projektet avser att belysa samspelet mellan värmefaktor, kondenseringsstemperatur och erforderliga radiatorer och transmissionsförluster i mottagande klimatskärm (bostäder, personalutrymmen m m).

#### 4: Tidigare kända tekniska svårigheter

- 4:1 Dammhalten i ladugårdsventilationsluften är ungefär 1-5 mg/m<sup>3</sup> luft
- 4:2 Koncentrationen av ammoniakgas från flytgödselbrunnar kan ge korrosionsproblem på känsliga kyldetaljer, t ex Cu/Al
- 4:3 Långa transportavstånd mellan värmekälla och förbrukningsställe ger olönsamma förluster

## 5 TEKNISK LÖSNING

Följande faktorer påverkade dimensioneringen av anläggningen:

- 5:1 Ventilationssystemet dimensionerades så flexibelt som möjligt med hänsyn till det faktum, att en relativt konstant frånluftstemperatur är mera fördelaktigt för en enkel värmepumpdrift.
- 5:2 Värmepumpens kondensoreffekt anpassades till det maximala värmebehovet vid DUT (Dimensionerad utetemperatur)
- 5:3 Värmepumpen placerades så nära värmemottagaren som praktiskt var utförbart med hänsyn till ljudnivå, utrymmes- och servicebehov etc.
- 5:4 Personalutrymmena isolerades ytterst effektivt, för att värmepumpens storlek (=kostnad) skulle bli så låga som möjligt. Ett annat syfte med att hålla K-värdena låga var att man på så sätt motsvarade eller "simulerade" en äldrehuskonstruktion som tilläggsisolerat och därmed fått ett överdimensionerat radiatorsystem. Dimensioneringen av radiatorerna i personalutrymmena baserades på en framledningstemperatur av  $40^{\circ}\text{C}$  och  $30^{\circ}\text{C}$  i retur. Detta ger en dimensioneringsfaktor av 4.5 i förhållande till ett mer konventionellt dimensionerat radiatorsystem med  $80^{\circ}\text{C}$  resp  $60^{\circ}\text{C}$ .
- 5:5 Ventilationssystemet i ladugården, som samtidigt åtgärdades för att förbättra fuktförhållandena och för att eliminera kalldragproblem, löstes med 2 st fläktar med 2-hastighetsmotorer monterade överst på den befintliga självdragkanalen, som har ett format av 1.8 x 1.8 m. Luftflöden regleras stegvis av fyra medelvärdestermoster, placerade i ladugården.



5:6 Teknisk lösning av ventilationen i ladugården

Ventilationen i ladugården dimensionerades efter gängse normer. Följande faktorer var kända:

Antalet mjölkkor	70	motsvarar	70 vpe
" ungdjur	120	"	60 "
		Totalt	<u>130 vpe</u>

vpe = värmeproducerande enhet = 845 W vintertid och 465 W sommartid. C:a 25% av värmeenergin som produceras av djuren avges i form av i ånga bundet värme. Kor reglerar sin kroppstemperatur genom fuktavgivning från kroppens olika mynningar.

Lantbruksstyrelsens byggnadsmeddelande nr 10 1976-04-20 (Klimat i djurstallar) uppger

minimum luftflöde/vpe = 12.5 l/s (45 m<sup>3</sup>/h) och

maximum luftflöde/vpe = 93.0 l/s (335 m<sup>3</sup>/h)

$$\text{Min ventilation vintertid} = \frac{12.5}{1000} \cdot 130 = \underline{1.625 \text{ m}^3/\text{s}}$$

$$\text{Max ventilation sommartid} = \frac{93}{1000} \cdot 130 = 12.0 \text{ m}^3/\text{s}$$

Vid 0.67 kJs/kg ånga och 25% av max värmeenergi erhålls

$$\frac{25}{100} \cdot \frac{845}{669} = 0.316 \text{ kg ånga/vpe h}$$

$$Gv = \frac{0.316 \cdot 1000}{7} = \underline{316}$$

$$Gv = \frac{0.316 \cdot 1000}{7} = \frac{316}{7} = 45.15 \text{ kg/vpe h}$$

Gv = 54 m<sup>3</sup>/vpe h eller 16 l/vpe s

eller 1.956 m<sup>3</sup>/s totalt med 130 vpe

(Gv = Grundventilation) för att klara fuktproblemen

Vid öka är c:a 80% av djurbesättningen ute på sommarbete från juni till slutet av augusti. Därför behövdes inte de största teoretiska luftflödena.

Följande flätkörningsförfarande valdes:

Antal fläktar i drift	Luftflöde m <sup>3</sup> /s	Varvtalsförfarande	Rådande utetemperatur °C
2 st	8.33	2 x 1/1	över +10°C
2 st	5.83	1x1/1 + 1 x ½	± 0°C - + 10°C
1 st	4.16	1 x 1/1	- 10°C - ± 0°C
1 st	1.66	1 x ½	- 20°C - -10°C

Konstant temperatur i ladugården vid en besättning motsvarande 130 vpe = 13-15°C, således med utetemperaturer mellan - 20°C och + 12°C.

Samtliga faktorer iaktogs för att förenkla systemet så mycket som möjligt, dels för att minska kostnaderna, men också för att göra anläggningen så anpassningsbar till äldre ladugårdar som möjligt.

## 6 VAL AV KOMPONENTER

### 6:1 Ventilation - ladugården

Med hänsyn till att man ville skapa en trivsam klimatmiljö för såväl djurbesättning som för personalen i ladugården, valdes lågvarviga axialcentrifugalfläktar med bakåtböckade fläktskovlar, som har den fördelen att ge stora luftflöden med låga varvtal och relativt hög tryckupsättning, d v s har hög verkningsgrad och ger relativt låg ljudnivå. Man satte som krav 60 dB (A) som högsta varaktiga ljudnivå 2 m från luftschaktens mynning i stallet.

### 6:2 Värmepump (kompressor/kondensor)

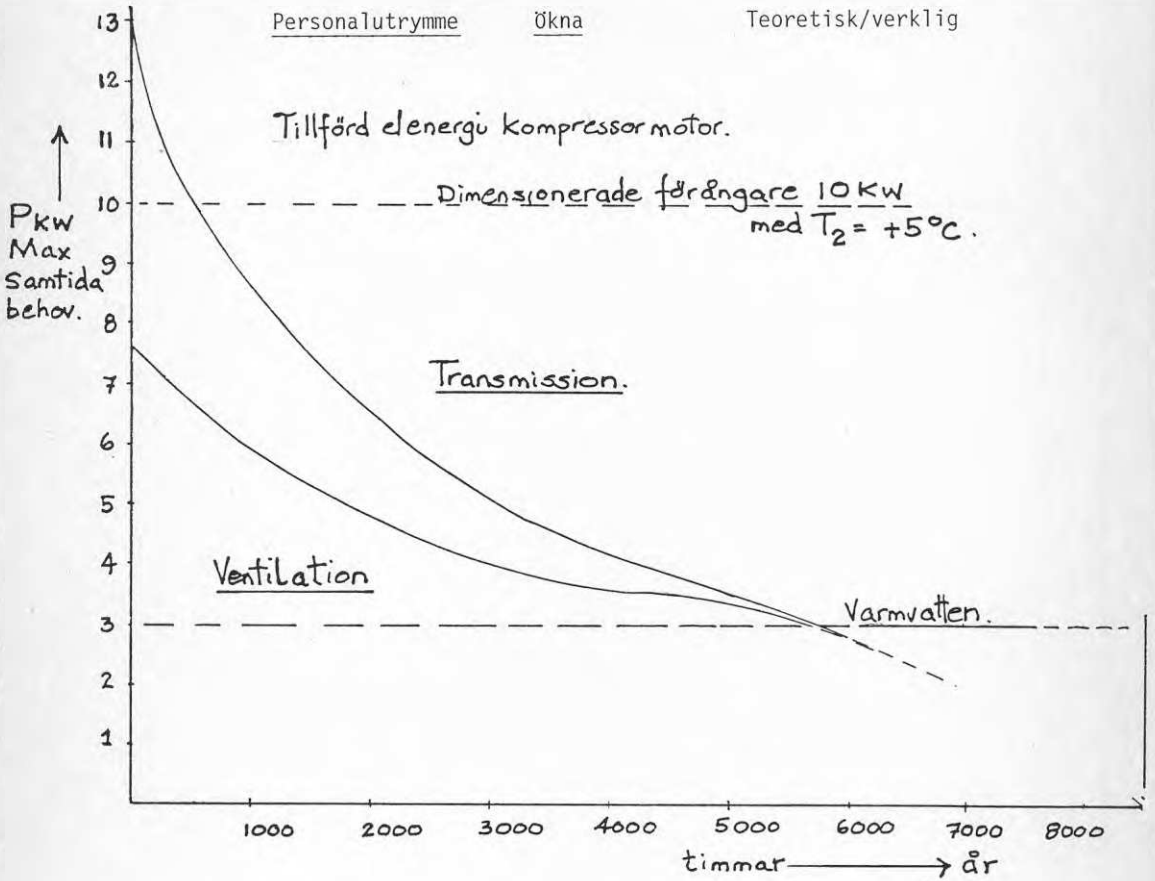
Ett kolvkompressoraggregat med semihermetisk kompressor avsett för köldmedium R 22 Valdes. Kompressorn är utrustad med separat kylfläkt och relä för undvikande av för tätta starter. Aggregatet styrs av en givare i inloppet till kondensorns vattensida. Denna stänger vid c:a + 43<sup>0</sup>C en magnetventil före förångaren och aggregatet brytes därefter av lågtryckspressostat.

### 6:3 Förångare

Förångaren är placerad horisontellt i den kvadratiske kanal - format 1700 x 1700 mm - och har en förångningsyta av c:a 85 m<sup>2</sup>. Ventilationsluftmängden varierar mellan 4.0 och 6.25 m<sup>3</sup>/s . Större delen av året under låga utetemperaturer (- 10<sup>0</sup>C till - 25<sup>0</sup>C) sänkes luftflödet till 2.1 m<sup>3</sup>/s och vid uteluft över + 10<sup>0</sup>C är luftflödet 8.4 m<sup>3</sup>/s. Förångaren har en lamelldelning av min 8 mm och är utrustad med droppskärm med dränering. Förångaren har spolats med rent vatten 2 ggr/vecka från ett högtrycksreningssaggregat. Spolningen har ingått i ladugårdens normala skötselrutiner. Spolning sker också efter utgödsling av gödselbrunnar med svämmgödselprincip (gödsel blandat med vatten återförs till ladugårdens gödselrännor från gödselbrunnar med speciell pump för utspolning av nytillkommen gödsel).

Denna metod medför att höga koncentrationer av ammoniak tillförs ladugården under en kortare period. Gödselrännorna är utrustade med ett separat fläktsystem för bortförande av ammoniakgasen, för att förhindra fickbildning. På grund av densiteten ( $\rho = 0.761 \text{ kg/m}^3$  vid  $0^\circ\text{C}$ ) stiger gasen relativt lätt i lokalen vid utgödslingstillfällena. (Personalen tvångskör huvudfläktsystemet för att vädra ut gasen så fort som möjligt).

## 7 VÄRMEBEHOVET FÖRDELAT ÖVER ÅRET



$$\begin{aligned} \text{Teoretisk varmvattenförbrukning} &= 12 \cdot 80 \cdot 200 \cdot \frac{4.18 \cdot 30}{3600} \cdot 10^{-3} \\ &= 6.688 \text{ KWh} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Teoretiska uppvärmnings-} &= 4150 \cdot \frac{20 - +6.0}{20 - -20} \cdot 24 \cdot 250 \cdot 1.16 \\ \text{förluster 5200 tim/år} &= 10\,109 \text{ KWh/år} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Teoretiska förluster venti-} &= 0.68 \cdot 0.34 \cdot 1.2 \cdot 50000 \cdot \frac{8}{12} \cdot \frac{5}{7} \cdot 10^{-3} \\ \text{lation maxdrift 2000 h/år} &= 6.600 \text{ KWh/år} \end{aligned}$$

$$\text{Totala teoretiska energibehov} = 23\,397 \text{ KWh/år}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Uppskattade värmeeffektbehov} &= 23\,397 \text{ kWh/år} \\
 \text{Uppmätta " } &= \frac{29\,326 \text{ kWh/år}}{5\,929 \text{ kWh/år}}
 \end{aligned}$$

Uppskattade värmeeffektbehov baserade på årsmedeltemperatur av  $5.9^{\circ}\text{C}$ .

$$\text{Verklig årsmedeltemperatur Ökna 1979-80} = \frac{+ 3.25^{\circ}\text{C}}{\text{(se mätresultat)}}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Uppskattad varmvattenförbrukning} &= 12 \cdot 80 \cdot 200 = 192\,000 \text{ l/år} \\
 &= 192 \text{ m}^3 \text{ (6.688 kWh/år)}
 \end{aligned}$$

$$\text{Verkligt uppmätt vv-förbrukning} = 51.4 \text{ m}^3 \text{ eller } 51\,400 \text{ l/år}$$

(Normal hushållsförbrukning i Sverige 500 W/h år eller mellan 4 000 - 5 000 kWh/år)

## 8 MÄTTEKNIK

8:1 Följande mätinstrument användes under mätperioden:

1 st	Honeywell	12-punktskrivare med mätområde - 50°C - + 150°C Termoelement Cu/konstantan
1 st	Camille Bauer	Linjeskrivare med mätvärdesomvand- lare för 3-fas effekt
1 st	Nordarmatur Saab-Scania	Gastryckmätare, högtryck R22
1 st		Tryckomvandlare
1 st	Nordarmatur Saab-Scania	Gastryckmätare, lågtryck R22
1 st	AB Svensk Värmemät- ning AB	Flödesmätare med integreringsverk typ SVMV + SVME
1 st	"	Flödesmätare (varmvattenförbruknings-) typ SVMV
1 st		Drifttidsmätare - kompressor
1 st	"	- reservvärmepatron (E1) 12 kW

8:2 Mätningar

Tolvpunktskrivaren monterad i undercentral, se bild Fig B tillsammans med de andra instrumenten. Följande temperaturer har registrerats:

- 1)  $t_1$  = förångningstemperatur (ledningstemperatur vid kompressor)
- 2)  $t_2$  = kondensstemperatur till förångare
- 3)  $t_3$  = hetgasledning mellan kompressor och kondensor
- 4)  $t_4$  = temp i omklädningsrum, lufttemp °C
- 5)  $t_5$  =  $t_{r_i}$  radiatorsystemets framledningstemp °C
- 6)  $t_6$  =  $t_{r_u}$  radiatorsystemets returledningstemp °C
- 7)  $t_7$  =  $t_{ute}$  uteluftstemperaturen vid husgavel mot norr °C

- 8)  $t_8 = t_{\text{luft}}$  inblåsningstemp ventilation °C
- 9)  $t_9 = t_{\text{ru}}$  anslutning till värmepump från värme-  
system (returledning) °C
- 10)  $t_{10} = t_{\text{ri}}$  anslutning från värmepump till värme-  
system (framledning) °C
- 11)  $t_{11} = t_{\text{luft}}$  frånluftstemp i personalutrymmen °C
- 12)  $t_{12} =$  utomhustemperatur vid långsidan av huset  
mot nordost.



## Mätinstrumentplacering

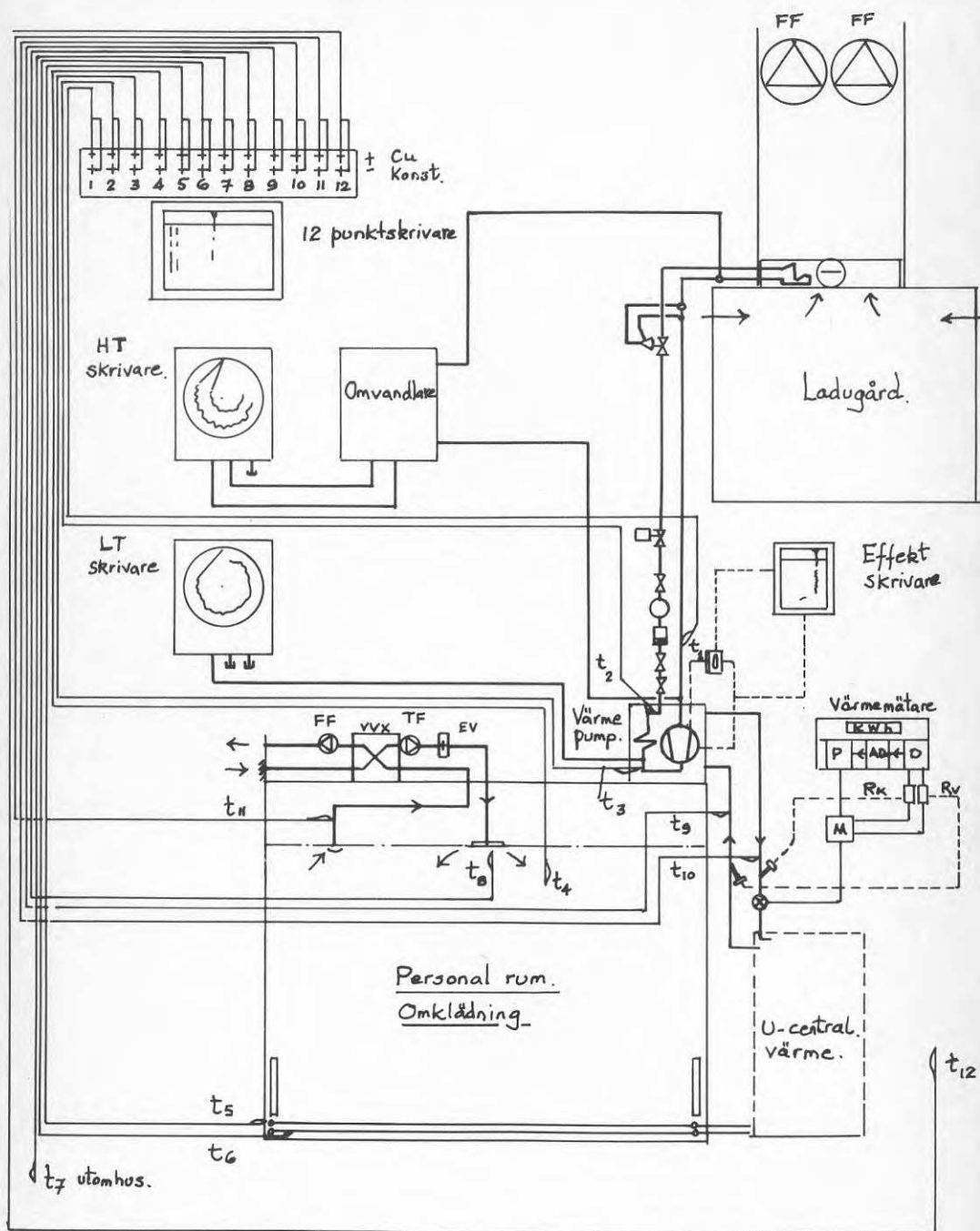
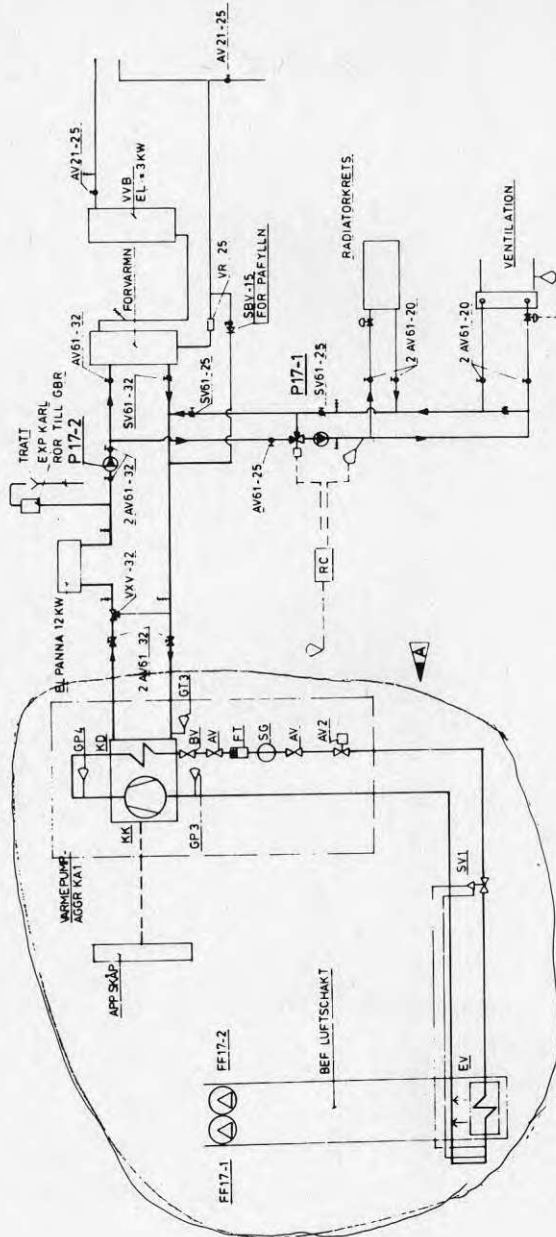


Fig 1 - Principschema Värmepump



A. 1	ANSL. VÄRMEPUMPA	D. J.	78 05 01
REG. AVT.	REGISTRERINGS ÅR	SKALA	DATUM
<b>OKNASKOLAN</b> HUS 17 LADUGÅRD OMBYGGNAD FÖR PERSONALUTRYMME PRINCIPSCHEMA LUFT / VATTEN VÄRMEPUMPSYSTEM			
RÖRTEKNIK <b>R59 · 1703</b>			SKALA R59
NYKÖPING 78 05 31			
27007-143-41			





Fig 4 - Kylledningsdragning från förångaren till kompressor  
(värmekälla till värmesänka)

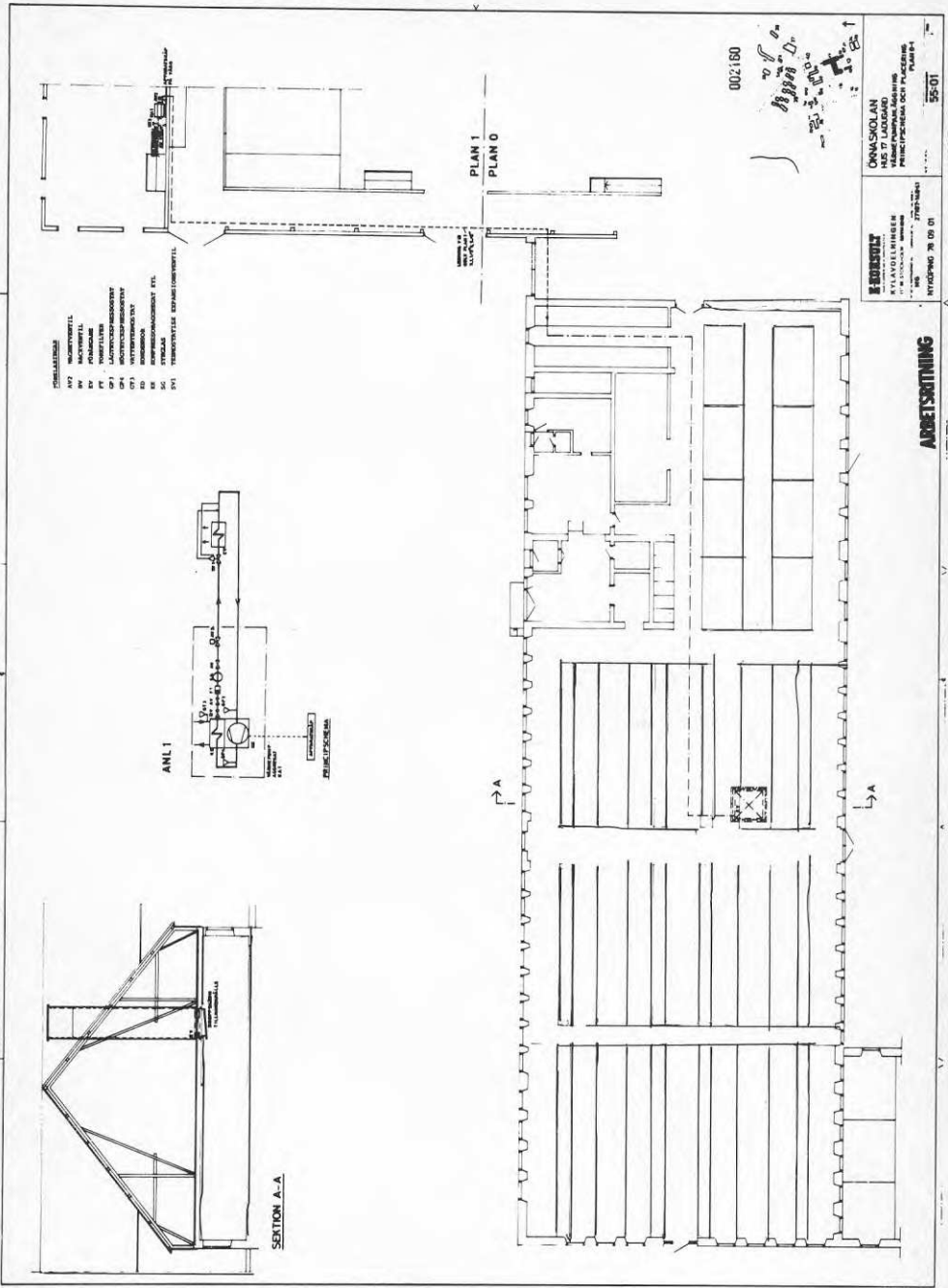
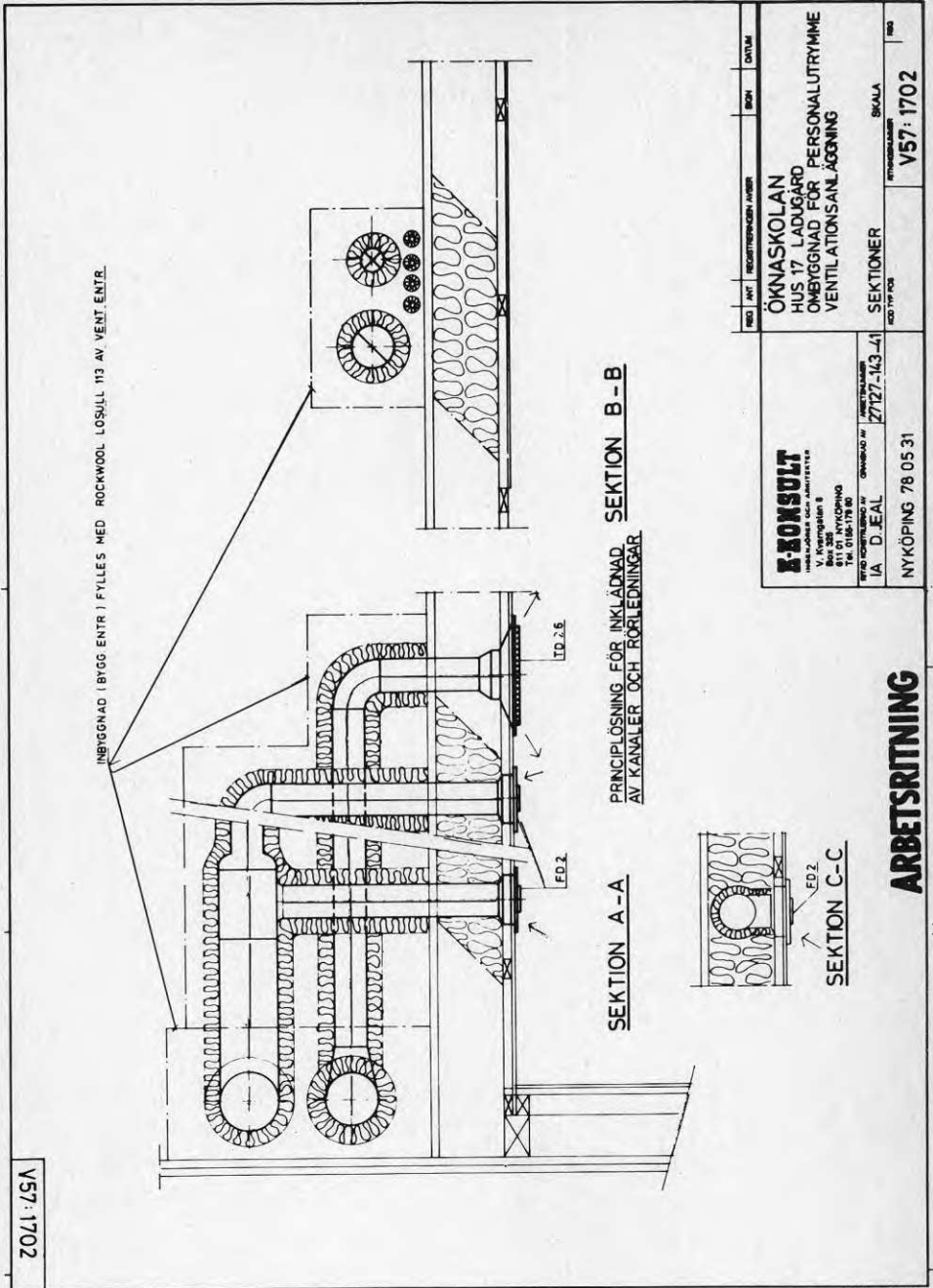






Fig 7 - Detaljer kring isolering av VVS-anläggning





Som redan påpekats i rapporten vill man inte komplicera anläggningen mer än nödvändigt.

Flera sådana "komplikationer" diskuterades under projekterings gång bl a diskuterades kapacitetsreglering av anläggningen. Man kan tänka sig en kapacitetsreglering i form av effektregering av kompressormotorn med transformator eller tyristorreglering eller kapacitetsreglering av förångarens upptagningseffekt med kapacitets-tryckreglerande ventiler. I det första fallet kostar transformatorer med tillhörande reglerautomatik eller tyristorer så pass mycket pengar, att den insparade elenergin inte skulle betala för den extra investeringskostnaden under överskådlig tid. I det andra fallet skulle elenergibesparing med kapacitetsreglerande ventiler vara lika med noll.

Vi ansåg således att den kylkompressor vi hade föreskrivit inte krävde någon kapacitetsreglering, då förångaren var uttagen för luftflöden 4.2 m<sup>3</sup>/s, som är det luftflöde som råder under 4-5 månader/år (under eldningsssäsongen dessutom) med full djurbesättning i ladugården. Fläktkapaciteten skall visserligen variera mellan 1.67 m<sup>3</sup>/s - 8.34 m<sup>3</sup>/s, men vi beräknade att det lägsta luftflödet rådde under ett normalt år vid endast 6-8 dagar/år och att maxluftflödet 8.33 m<sup>3</sup>/s endast kunde förbättra förångningstemperaturen och således öka värmefaktorn.

Tyvärr visade det sig, att när kompressorn valdes av entreprenören vid upphandlingstillfället, gjordes detta till det resonemanget att man valde en kompressor en storlek större än den föreskrivna, för att vara på "den säkra sidan". Detta har resulterat i att man fått en sämre årsvärmefaktor, än man kunde ha fått, p g a många starter (till- och fränslag) under året. Kompressorn är utrustad med ett fördröjningsrelä (för undvikande av för täta starter), som fördröjer återstart inom c:a 15 minuter. Hade man inte valt denna utrustningsdetalj är det tveksamt om kompressorn hade hållit för påfresningarna under det gångna året.

Man valde att stänga av värmepumpen under juli månad och startade den igen 20 augusti. Under den tiden var en 12 KW reservvärmekassett inkopplad sammanlagt 232 timmar för att producera varmvatten. Med hänsyn till värmepumpens överkapacitet sommartid och det onödiga slitaget det innebär, att köra värmepumpen vid höga förångningstemperaturer, skulle en längre uppehållstid varit att föredra.

Vid dimensionering av ventilationssystemet i ladugården (värmekällan) valdes lufthastigheten 1.5 m/s som en lämplig insugningshastighet för tilluftsdonen. Dessa är dimensionerade för nominella 1.5 m/s vid maxflöden 8.33 m<sup>3</sup>/s och fullt öppna trottelspjäll. Varje sådant intagsdon med handmanövrerade spjäll inställs efter önskemål av ladugårdspersonalen under övriga tider på året. Ventilationsreglerautomatiken till ladugården är förberedd för möjligheter till automatisering av dessa spjäll med motorer som skall styras från medelvärdestermostater, som reglerar varvtalsfrekvensen för fläktarna.

Praktiska erfarenheter har visat att den levererade värmemängden under året överstiger den teoretiska med c:a 6000 KWh. Detta kan delvis bero på det faktum, att man haft belysningen i personalrum tänd längre än beräknat (ventilationen i personalrum styrs från belysningsströmbrytare via ett 3-timmars fördröjningsrelä) samt delvis på det faktum att man från början inte hade räknat med värmeförluster från kondensorns yttermantel till omgivningen = utomhustemperatur (den delen av ladugården, där värmepumpen är placerad, är uppvärmd vintertid).

Erfarenheterna från ladugårdens ventilationsanläggning har varit positiva, fuktproblemen är lösta, nedisningen av fönster vintertid är avhjälpt, den valda lufthastigheten för insugningsluft - c:a 1.5 m/s - ger ett bra blandningsförhållande som förhindrar kondens och isbildning på taket och orsakar inte kallras på djuren. Detta har varit ett stort problem tidigare med självdragsventilationslösningen. Lite isbildning har förekommit omkring trottelspjällen, som har varit svåra att kondensisolera. Detta kunde ha inneburit svårigheter om man hade valt helt automatiserade spjäll.

Det enda tekniska missöde som inträffat - än så länge - är att det inträffade ett brott i hetgasledningen mellan kompressorn och kondensorn c:a 1 år efter igångkörningen. Detta berodde på en från fabriken felmonterad vibrationsdämpare, som var avsedd att uppta den horisontella rörelsen, men monterades för den vertikala. Ett brott uppstod i röranslutningen till cylinderblocket och c:a 5-10 kg R22 läckte ur systemet, som under drift totalt innehåller 25 kg R22.

Värmesystemet i personalutrymmet har fungerat bra under hela året. Värmepumpen har klarat några enstaka nätters temperatur-sänkning till c:a  $-25^{\circ}\text{C}$ , utan att behöva ta extra värme från reservpatroner (se synpunkter beträffande överdimensionering av anläggningen).

Maximalt tappvarmvattenbehov infaller efter kvällsmjölknigen vid 17.00 - 18.00 tiden, vid vilken tidpunkt belastningen är extra hög, när utetemperaturen är låg.

## 10 MÅTRESULTAT

Erhållen värmemängd	29 326 KWh under året
Erhållen värme från värmepump	26 511 KWh under året
Direkt elvärme under sommaren	2 815 KWh (2 månader)

Köpt el till värmepumpens drivmotor 8 364 KWh under året

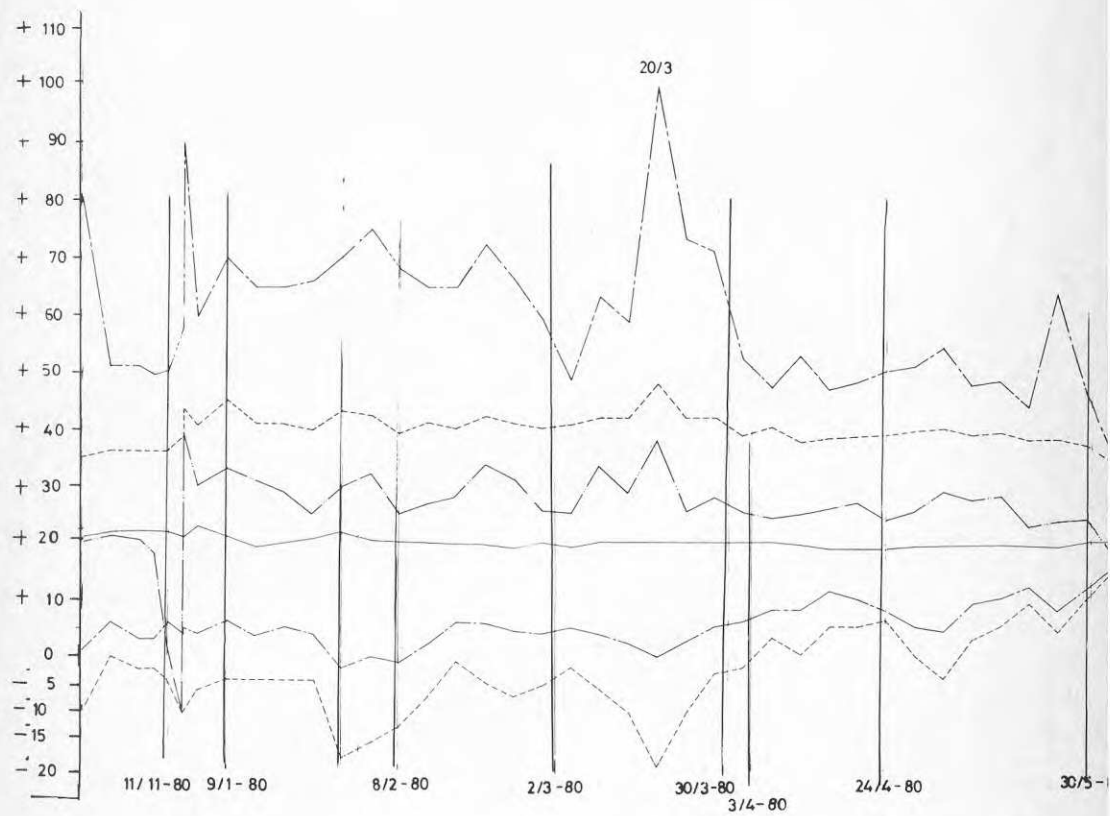
Hetgas - medeltemp under året	56.7°C
Kondensreturtemp till förångaren (medeltemperatur under året)	39.6°C
Underkylning - medelvärde för året	25.6°C
Rumstemp - personalhus	20.0°C
Förångningstemp	7.1°C
Uteluft	0.95°C
Uteluft under året	3.25°C
OBS! Årsmedeltemp för närmaste tätort (Nyköping)	+ 6°C

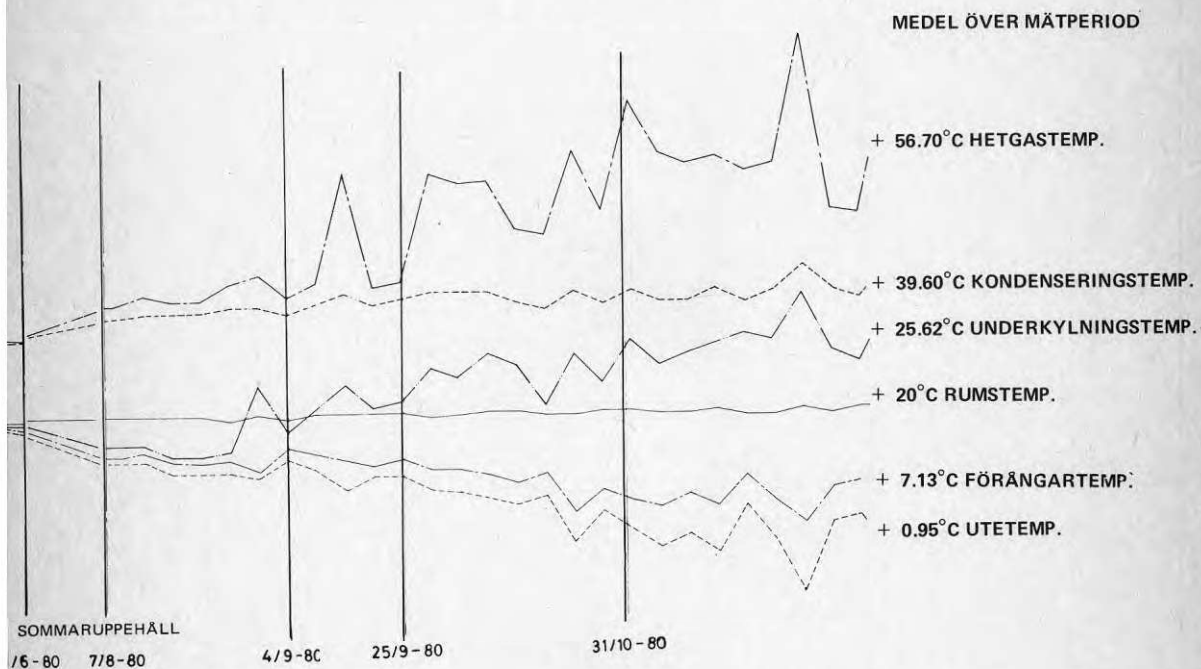
Antalet starter under året	15 218 st
vilket motsvarar en extra effekt- förbrukning av	130 KWh
under året, jämfört med om värme- pumpen skulle ha gått kontinuerligt	

Uppmätt varmvattenförbrukning	51.4 m <sup>3</sup> under året
-------------------------------	--------------------------------

Ljudnivå i ladugård - uppmätt	..... <sup>65</sup> dB(A)
Ljudnivå i personalrum med värme- pump i drift	..... <sup>34</sup> dB(A)

Ljudnivå i ladugård uppmätt med fläktvarvtalsförfarande  
1 x 1/1 + 1 x 1/2 2 m från luftschtakt.  
Ljudnivå i personalrum uppmätt mitt i lokalen.





## 11 ÅRSVÄRMEFAKTOR

En definition av värmefaktorn är den från värmepumpen angivna energin, dividerad med köpt tillförd elenergi. De från mätresultaten erhållna värdena ger årsvärmefaktorn

$$\frac{29\,326 - 2\,815}{8\,364} = \underline{3.17}$$

Detta kan jämföras med den teoretiskt beräknade värmefaktorn

$$\underline{2.99}$$

d v s

$$\text{Idiella } \bar{\eta} = \eta_{\text{ct}} + \epsilon_{\text{ct}} + 1 = 3.99$$

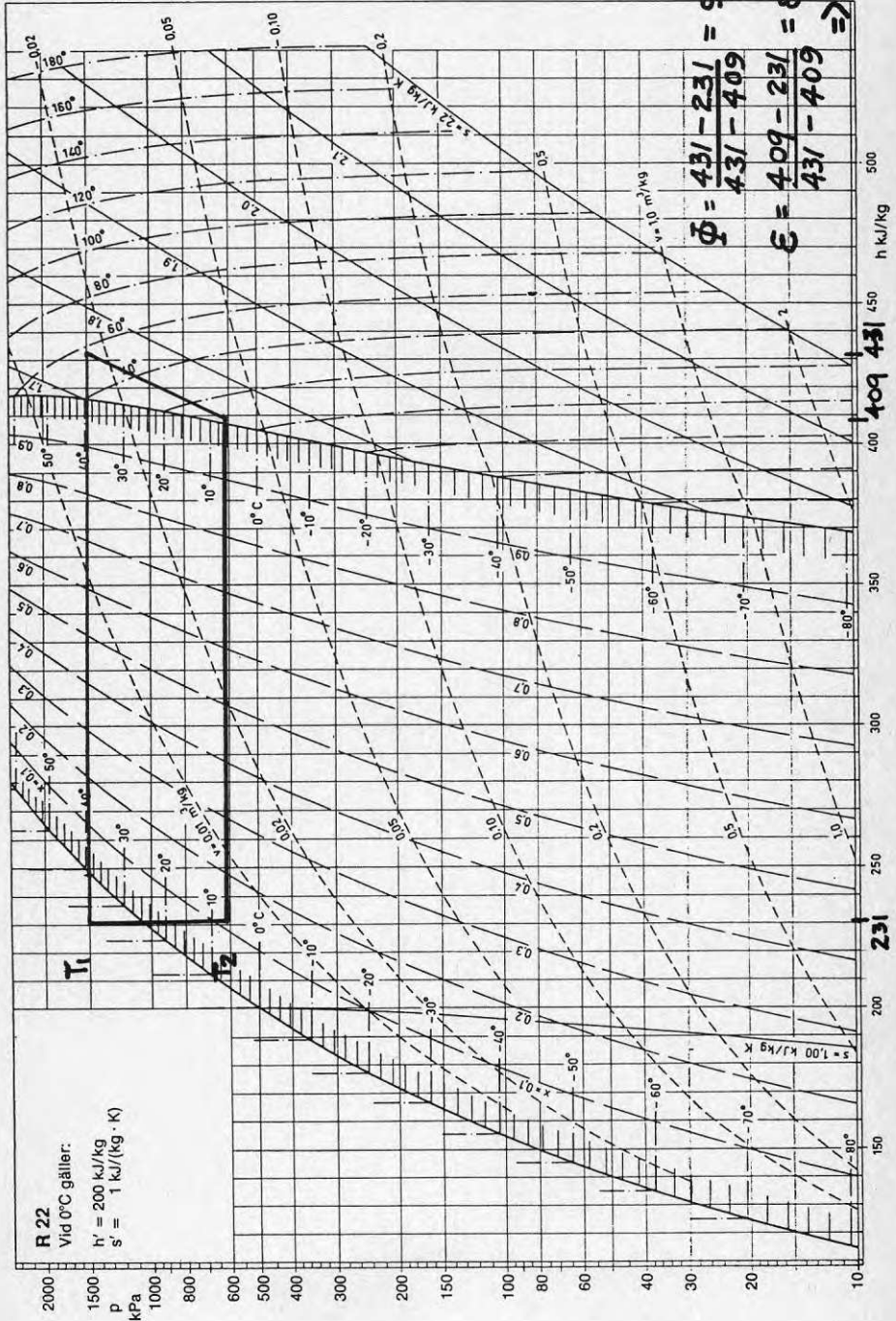
Se h - log p diagram för R22, Sid **27**.

$$\eta_{\text{ct}} = 0.37 \text{ (Enl Bäckström "Kylteknikern")}$$

$$\epsilon_{\text{ct}} = \eta_{\text{ct}} \epsilon = \frac{409 - 231}{431 - 409} \cdot 0.37$$

$$= \underline{2.99}$$

h-log p-diagram för monoklordifluormetan, R 22, CHClF<sub>2</sub>





## 12 KOSTNADER OCH EKONOMI

Anläggningskostnaden för hela anläggningen inkl värmepump och ventilation i ladugården, men exkl värme-, sanitets- och ventilationsanläggningar till personalutrymme var Kr 217 500:-, upphandlat den 790615 av Södermanlands Läns Landsting.

Uppdelning av kostnaderna enligt nedan:

Elinstallation	33 500:-
Ventilation/Kyla	133 000:-
Bygg, Administration	51 500:-
<u>Totalt kronor</u>	<u>217 500:-</u>

Inga försök har gjorts för att göra en övergripande lönsamhetskalkyl för hela anläggningen med alla faktorer inräknade, eftersom det är svårt att beräkna effekterna på den förbättrade miljön i ladugården.

Fig 8 Del av mätutrustning



Fig 9 - Förångaren (värmekälla) med dropplådor, ladugård



Fig 10 - Värmepump­anl­aggn­ing (v­armes­an­kan) o­van personal­utrym­me

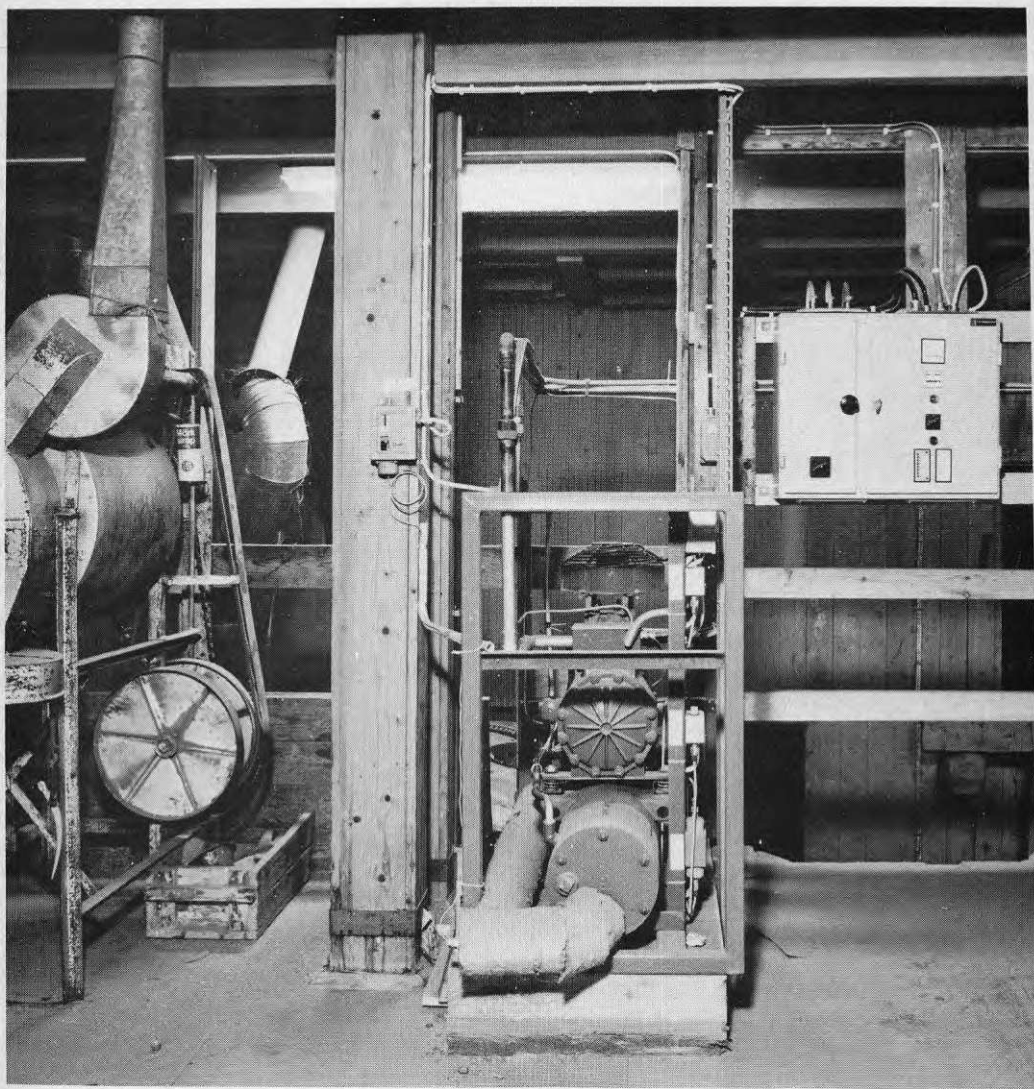
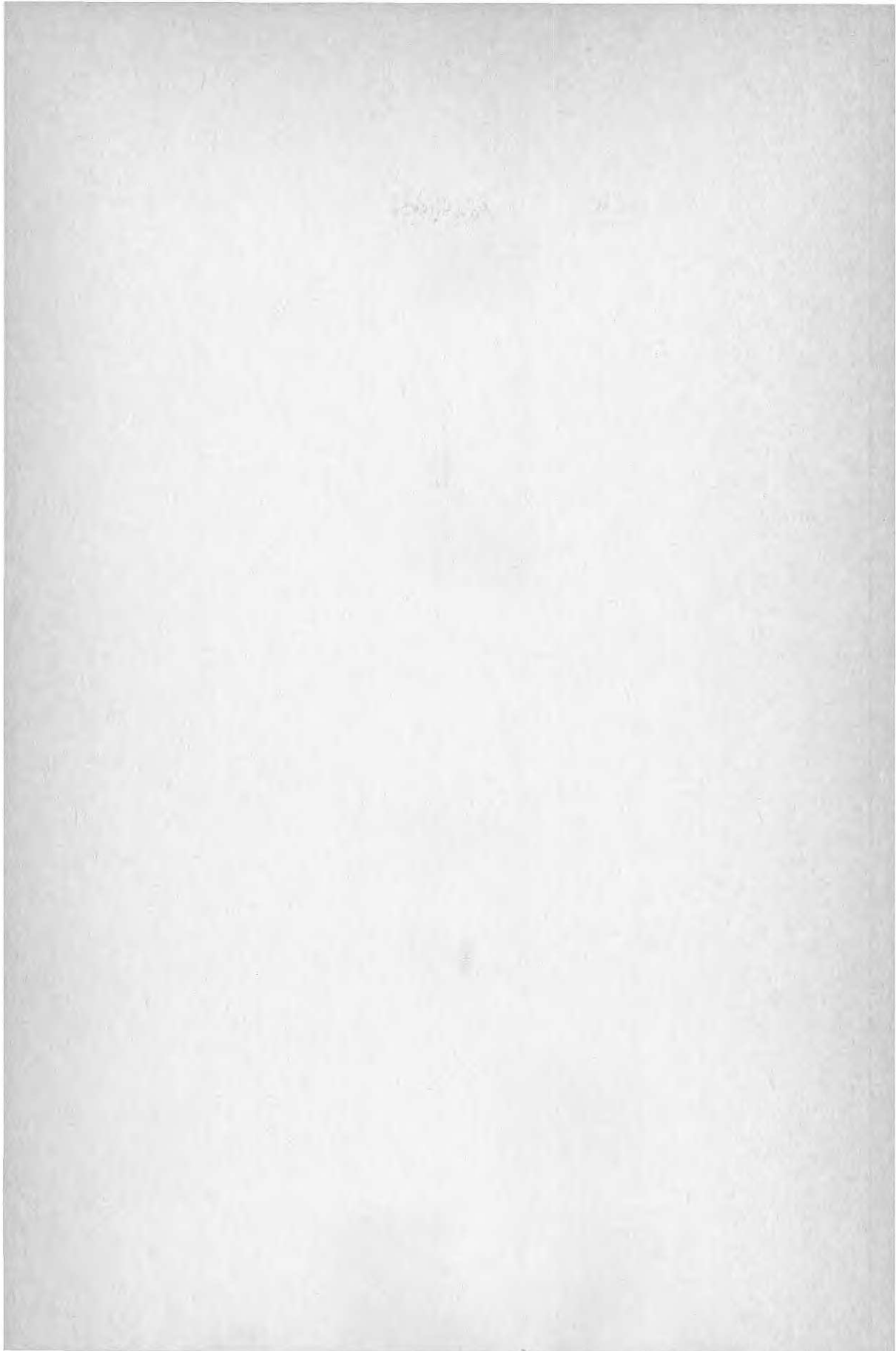
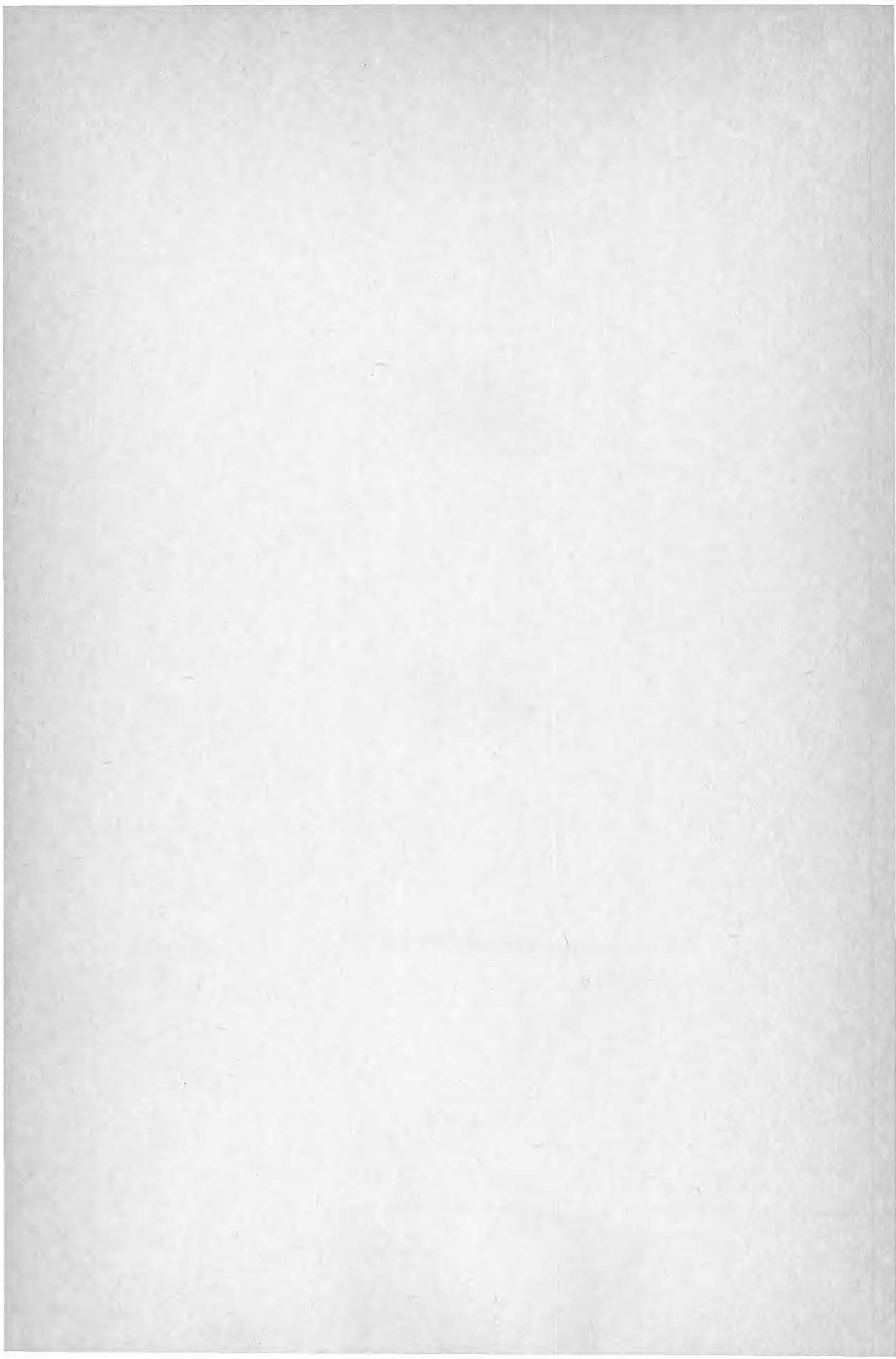


Fig 11 - Ventilationsfläktar, ladugård













**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag  
781411-6 från Statens råd för byggnadsforskning  
till Södermanlands Läns Landsting, Tekniska  
Avdelningen i Nyköping.**

**R137: 1981**

**ISBN 91-540-3612-7**

**Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm**

**Art.nr: 6700437**

**Abonnemangsgrupp:  
W. Installationer**

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

**Cirka pris: 25 kr exkl moms**