



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

R47 :1991

Luft/Luft-Värmepumpar

Prestandaprov

**Per Fahlén
Christer Johansson**

V-HUSETS BIBLIOTEK, LTH



15000

400135554

Bygghforskningsrådet

R47:1991

LUFT/LUFT-VÄRMEPUMPAR

Prestandaprov

Per Fahlén
Christer Johansson

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 890864-2
från Statens råd för byggnadsforskning till Statens
Provningsanstalt, Enheten för energiteknik, Borås.

Referat

Föreliggande rapport redovisar erfarenheter från provning av nio s k komfortvärmepumpar. Provingarna har utförts vid Statens provningsanstalts VVS-tekniska laboratorium under hösten 1990 enligt provningsstandard SS 2095. Aggregaten har haft en avgiven värmeeffekt mellan 1,6 och 3,0 kW medan värmefaktorn har varierat mellan 2,0 och 2,7 vid en utetemperatur av +2 °C.

Bestämning av den avgivna ljudeffekten från värmepumparnas inomhusdelar har utförts enligt mätmetod ISO 3741. Resultaten varierar från 3,2 till 5,5 B (32 till 55 dB) beroende på aggregat och fläkthastighet.

I samband med provningarna har flera av värmepumparna haft driftsstörningar. I första hand har problemen härrört från felaktig köldmediefyllning eller köldmedieläckage. I några fall har även avfrostningssystemet krånglat.

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.

R47:1991

ISBN 91-540-5368-4
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Innehåll

	Beteckningar	4
	Abstract	6
	Sammanfattning	7
1	Inledning	8
1.1	Bakgrund	8
1.2	Projektets syfte	
1.3	Projektbeskrivning	9
2	Beskrivning av komfortvärmepumpens funktion	10
2.1	Köldmediesystem	10
2.2	Avfrostning	11
2.3	Filter 11	
2.4	Fläktar 12	
2.5	Styrsystem	12
2.6	Placering av aggregatet	12
3	Provningsprogram	14
3.1	Effekter och värmefaktor	14
3.2	Långtidfunktion med påfrysning	16
3.3	Ljudeffekt	16
3.4	Bedömning av möjligheter till service och reparation	17
4	Resultat	18
4.1	Värme- och eleffekter	18
4.2	Värmefaktorer	20
4.3	Påfrysning	21
4.4	Ljudmätningar	22
4.5	Bedömning	24
5	Diskussion	28
Bilagor		
1.	Mitsubishi Electric FK 29	
2.	Fujitsu General AS9R	
3.	Toshiba RAS 22 GKH(W)/22 GAH	
4.	Carrier 38QT/40 FQ010	
5.	Mitsubishi Clima Miniman II	
6.	Sanyo SAP-KC 92 GH5	
7.	Panasonic CS-970 KE/CU-970 KE	
8.	Corona 290 IX	
9.	Airwell SMR-230	

Beteckningar

För allmänna beteckningar, som inte återfinns nedan, hänvisas till svensk standard SS 1897. För beteckningar nedan gäller konsekvent att index "kb" används för köldbärare (köldbärarsida) och "vb" för värmebärare (värmebärarsida). Därefter tillkommer, i vissa fall, index "in" eller "ut" för att markera inlopp eller utlopp.

COP Värmefaktor

COP_{vpa} Total värmefaktor
 ΔCOP_{vpa} Feluppskattning av COP_{vpa}

c_p Specifik värmekapacitet

$c_{p,kyl}$ Specifik värmekapacitet, kylvätska, kalorimetrisk kammare

F_{kal} Förlustfaktor, kalorimetrisk kammare

P Effekt

P_{evpa} Samtliga driveffekter (utom P_{tva})
 ΔP_{evpa} Feluppskattning av P_{evpa}
 P_1 Avgiven värmeeffekt från köldmediekrets
 ΔP_1 Feluppskattning av P_1
 P_{1vpa} Totalt avgiven värmeeffekt till värmesänka
 ΔP_{1vpa} Feluppskattning av P_{1vpa}
 P_{tva} Tillsatseffekt, tillsatsvärmeanläggning
 P_{kyl} Kyleffekt, kalorimetrisk kammare
 $P_{förl}$ Förlusteffekt, kalorimetrisk kammare
 $P_{värme}$ Värmeeffekt, kalorimetrisk kammare

q Flöde

q_v Volymflöde
 $q_{v,kyl}$ Volymflöde, kylvätska, kalorimetrisk kammare

t	Celsiustemperatur
t_{kbin}	Temperatur, ingående köldbärare till värmepump
t_{kbut}	Temperatur, utgående köldbärare från värmepump
t_{vbin}	Temperatur, ingående värmebärare till värmepump
t_{vbut}	Temperatur, utgående värmebärare från värmepump
$t_{ut, kyl}$	Temperatur, utgående kylvätska från kalorimetrisk kammare
$t_{in, kyl}$	Temperatur, inkommande kylvätska till kalorimetrisk kammare
$t_{tak, kal}$	Taktemperatur, kalorimetrisk kammare
$t_{golv, kal}$	Golvtemperatur, kalorimetrisk kammare
t_{omg}	Temperatur utanför kalorimetrisk kammare
ρ	Densitet
ρ_{kyl}	Densitet, kylvätska, kalorimetrisk kammare
φ	Relativ luftfuktighet
φ_{kbin}	Relativ luftfuktighet, ingående köldbärare till värmepump
L	Ljudavgivning
L_p	Uppmätt ljudtrycksnivå i efterklangsrum
L_W	Mätobjektets ljudeffektnivå
L_{Wr}	Referensljudkällans ljudeffektnivå enligt ISO 3745
L_{pr}	Referensljudkällans ljudtrycksnivå i efterklangsrummet
SP	Statens provningsanstalt

Abstract

This report pertains to the experience gained from an evaluation of nine air conditioning heat pumps (Air/Air heat pumps). The evaluation has been carried out at the laboratory of Heating&Ventilation at the Swedish National Testing & Research Institute during the autumn of 1990 according to the Swedish testing standard SS 2095 (equivalent to the European proposal prEN 255). The tested units had heating outputs in the interval 1.6 to 3.0 kW and the coefficient of performance has varied between 2.0 and 2.7 at an outdoor temperature of +2 °C.

The sound power emitted from the indoor units of the heat pumps has been determined according to the measuring method ISO 3741. The results vary from 3.2 B to 5.5 B (32 to 55 dB) depending on the heat pump and the fan speed.

In connection with the tests several of the heat pumps have encountered operating problems. Mostly the problems have been related to incorrect refrigerant charge or refrigerant leakage. In some cases the defrost system has also caused operating problems.

Sammanfattning

Föreliggande rapport redovisar erfarenheter från provning av nio s k komfortvärmepumpar. Provningarna har utförts vid Statens provningsanstalts VVS-tekniska laboratorium under hösten 1990 enligt provningsstandard SS 2095. Aggregaten har haft en avgiven värmeeffekt mellan 1,6 och 3,0 kW medan värmefaktorn har varierat mellan 2,0 och 2,7 vid en utetemperatur av +2 °C. Resultaten ligger på ungefär samma nivå som resultaten från en liknande utvärdering gjord vid Statens Provninganstalt 1987. I samtliga fall ligger uppmätta resultat under de av leverantören angivna data på värmeeffekt och värmefaktor.

Bestämning av den avgivna ljudeffekten från värmepumparnas inomhusdelar har utförts enligt mätmetod ISO 3741. Resultaten varierar från 3,2 till 5,5 B (32 till 55 dB) beroende på aggregat och fläkthastighet.

I samband med provningarna har flera av värmepumparna haft driftsstörningar. I första hand har problemen härrört från felaktig köldmediefyllning eller köldmedieläckage. Systemen har generellt setts må fyllningsmängder och liten buffertkapacitet. De blir därmed känsliga för felaktig fyllning.

I några fall har även avfrostningssystemet krånglat. Detta har medfört otillfredsställande eller utebliven avfrostning av uteluftbatteriet.

1 Inledning

1.1 Bakgrund

I Sverige finns ett mycket stort antal hus med uppvärmning enbart genom direktverkande elradiatorer. Dessa hus saknar både värmedistributionssystem och skorsten och är därför svåra att utrusta med alternativa system för tillförsel av värme. Ombyggnad till ett vattenburet värmesystem ställer sig orimligt dyrt i förhållande till den eventuella driftskostnadsbesparing som kan uppnås med dagens alternativ till uppvärmning med el.

Sedan slutet av 1970-talet har det i Sverige sålts enkla värmepumpar med uteluft som värmekälla och cirkulerande inomhusluft som värmesänka. Driften kan reverseras för att antingen kyla eller värma luften i byggnaden. Dessa värmepumpar tillverkas i stort antal i framförallt USA och Japan huvudsakligen för luftkonditionering (s k komfortkylning). Genom den stora tillverkningen blir priset för denna typ av värmepump förhållandevis lågt. Dessutom är installationen enkel och totalkostnaden för en färdig anläggning i ett småhus blir därmed också låg (ca 25 - 35 000 kr år 1990).

Genom bristen på andra, ekonomiskt överkomliga, alternativ har dessa värmepumpar börjat säljas i förhållandevis stort antal, uppskattningsvis 9 - 10 000 st år 1990. Som försäljningsargument framhålls i första hand en förbättrad uppvärmningsekonomi men även möjligheten till komfortkylning på sommaren samt en förbättring av inomhusluften genom inbyggd filtrering. Det finns därmed ett starkt konsumentintresse av att utvärdera denna typ av värmepump för att se om förutsättningar finns att verkligen er hålla de energi- och driftskostnadsbesparingar som investeringskalkylerna förutsätter.

1.2 Projektets syfte

För att erhålla den förväntade driftsekonomi med en värmepumpinstallation måste ett antal villkor vara uppfyllda. Nedan följer några viktiga aspekter som måste beaktas:

- Husets verkliga energibehov för uppvärmning, varmvatten och hushållsel måste vara tillräckligt väl kända.
- Värmepumpens storlek måste optimeras med hänsyn till husets verkliga energibehov, värmepumpanläggningens investeringskostnad och värmepumpens energibesparing.
- Den värme som värmepumpen kan leverera måste hela tiden kunna tillföras huset så länge behov föreligger (värmepumpens utnyttjandegrad måste vara hög, se även 2.6).
- Värmepumpens verkliga prestanda måste överensstämma med de värden som använts i kalkylen.
- Värmepumpen får inte påverka boendemiljön negativt, t ex beträffande ljudnivå, termisk komfort, ventilation m m.

Det projekt som redovisas i denna rapport behandlar i huvudsak de två sistnämnda punkterna. Syftet är att bestämma avgiven värmeeffekt, tillförd eleffekt och avgiven ljudeffekt för ett antal av de vanligaste komfortvärmepumparna på den svenska mark-

naden. Genom att presentera dessa och övriga tekniska data efter en av SP framtagen standardiserad mall underlättas dessutom jämförelser mellan olika fabrikat.

1.3 Projektbeskrivning

Projektet har genomförts vid SP's laboratorier för VVS-teknik och akustik i Borås. Utvärderingen omfattar nio olika fabrikat av komfortvärmepumpar enligt förteckningen i tabell 1.1 nedan.

Tabell 1.1. Förteckning över provade komfortvärmepumpar.

Värmepump	Tillverkningsland	Leverantör
Airwell SPMR230	Frankrike	Essén Company
Carrier 38 QT/40 FQ 010	USA	Carrier Försäljnings AB
Corona (Gester Air)	Japan	Gester & Co AB
Fujitsu General AS9R	Japan	AKA Industriprodukter AB
Mitsubishi Clima Miniman II	Japan	Clima Sverige AB
Mitsubishi Electric FK29	Japan	IVT Energy AB*
Panasonic CS-970KE	Japan	Kinnan AB
Sanyo SAP-KC92GH5	Japan	Ahlsell Kyl AB
Toshiba RAS 22	Japan	Ventilationsutveckling AB

*Efter provningens genomförande har agenturen för denna värmepump övertagits av Mitsubishi Electric AB.

Kostnaden för provningarna har delats av Konsumentverket, Statens Råd för Byggnadsforskning, de medverkande leverantörerna av värmepumpar samt till viss del av SP. Värmepumparna har godtyckligt valts ut i leverantörens lager genom Konsumentverkets försorg och sedan skickats till SP. Installation och igångkörning i laboratoriet har ombesörjts av leverantören eller av denne utsedd kylinstallatör.

Prestandaprovningen har omfattat drift vid fyra olika utetemperaturer och har utförts enligt svensk standard SS 2095 (ref. 7). Provningsmetoden beskrivs utförligare i avsnitt 3.1 och bilaga 10. Dessutom har extra mätningar med avseende på avfrostningsfunktionen vid lång drift med svåra påfrysningförhållanden utförts på några aggregat vid utemperaturen +2 °C (se även avsnitt 3.2).

Den ljudeffekt som avges från värmepumpens inomhusdel har bestämts enligt internationell standard ISO 3741. Mätmetoden finns sammanfattad i avsnitt 3.3.

2 Beskrivning av komfortvärmepumpens funktion

Komfortvärmepumpen arbetar med uteluft som värmekälla och cirkulerande inomhusluft som värmesänka. Värmepumpar betecknas generellt med hjälp av medierna för värmeupptagning (köldbärare) och värmeavgivning (värmebärare) enligt svensk standard SS 2095. Komfortvärmepumpen klassificeras därmed som en luft/luft värmepump och kommer i framtiden att betecknas A/A (Air/Air) enligt en kommande eurostandard för värmepumpar.

Värmepumpens huvudkomponenter sitter monterade i en utomhusdel och en inomhusdel. I utomhusdelen ingår kompressor, stryporgan, fyrvägsventil, förångare och uteluftfläkt. Inomhusdelen innehåller kondensator, fläkt för inomhusluften, luftfilter samt en styrenhet.

2.1 Köldmediesystem

Samtliga värmepumpar som ingår i utvärderingen arbetar med köldmediet R22 (HCFC22). Fyllnadsmängden varierar mellan 0,85 kg och 1,2 kg. Detta är förhållandevis små mängder i förhållande till vad som tidigare varit brukligt. Reduktionen i fyllnadsmängd är ett viktigt led i arbetet för att minska miljöpåverkan genom köldmedieutsläpp. Samtidigt innebär den låga fyllnadsmängden att systemet blir känsligt för avvikelser från det korrekta värdet. Inget av aggregaten har någon egentlig buffertförmåga (s k receiver).

Köldmediesystemen är av delad typ, s k splitaggregat. Detta medför att köldmediesystemet i inomhusdelen måste förbindas med köldmediesystemet i utomhusdelen i samband med montaget i huset. Sammankopplingen görs med färdiga, förfyllda rör med särskilda snabbkopplingar eller med vanliga kylkopparrör, som skarvas och vakuumsugs på plats. Slutlig fyllning av köldmedium utförs genom anslutning av en köldmedieflaska till köldmediesystemet med hjälp av en Schraderventil. Den tillförda mängden bestäms genom vägning av köldmedieflaskan under fyllningen.

Kompressorerna är hermetiska rotationskolvkompressorer och samtliga drivs med elektriska enfasmotorer. Alla kompressorer, utom den som sitter i värmepumpen från Corona, arbetar med konstant varvtal. Coronavärmepumpen är försedd med en statisk frekvensomriktare, s k transistorinverter, med vilken kompressorns varvtal kan ändras steglöst.

Stryporganen utgörs av kapillärrör, termostatisk expansionsventil eller kombinationer av dessa. Samtliga värmepumpar är utrustade med fyrvägsventil för att kunna arbeta med både kyl- och värmedrift samt för att kunna avfrosta vid värmedrift och låga utomhus temperaturer. Reversering av driften innebär att stryporganen måste dubbleras och förses med backventiler för att täcka både kyl- och värmedriffsfallen.

Både kondensator och förångare består av flänsbatterier med förhållandevis liten flänsdelning. Flänsdelningen på förångaren varierar mellan 1,3 och 2,25 mm och fläns-tjockleken varierar mellan 0,10 och 0,18 mm. Både enkelradiga och dubbelradiga förångarbatterier förekommer.

2.2 Avfrostning

Många alternativa metoder existerar för att styra och genomföra en avfrostning av värmepumpens uteluftvärmväxlare. SP har i andra sammanhang på uppdrag av byggforskningsrådet studerat problem och möjligheter inom detta område (se t ex Fehrm, 1986, ref. 3).

Samtliga testade komfortvärmepumpar använder sk hetgasavfrostning. Detta innebär att köldmedieflödet reverseras och värmepumpen arbetar i läge kyl drift i samband med avfrostningen. Därmed blir inomhusvärmväxlaren förångare och utomhusvärmväxlaren kondensor under en kort tid. Värme tas från huset för att smälta isen på utevärmväxlaren. I samband med avfrostning stoppas normalt fläktarna för att inte kyla utomhusvärmväxlaren respektive huset i onödan.

Värmepumpen måste avfrosta tillräckligt ofta, så att fullständig igenfrysning förhindras, men inte för ofta så att värmefaktorn försämras i onödan. Detta medför att ett system för behovsstyrning av avfrostningen är önskvärt. Bland de provade värmepumparna förekommer flera olika sätt att känna när avfrostningsbehov föreligger, t ex:

- Temperatursänkning i inomhusvärmväxlaren. När utomhusvärmväxlaren fryser på minskar den avgivna värmeeffekten och därmed minskar temperaturhöjningen i inomhusvärmväxlaren. Antingen detekteras sänkningen till en viss nivå eller också sänkningens hastighet.
- Temperaturdifferens i utomhusvärmväxlaren. Vid påfrysning minskar den upptagna värmeeffekten i förångaren och därmed skillnaden mellan utgående lufttemperatur och förångningstemperatur.
- Temperatur/tid. Tiden sedan föregående avfrostning mäts. Beroende på temperaturens värde i uteluften eller i utevärmväxlaren tillåts olika långa intervall mellan avfrostningarna.

Utöver behovsstyrningen har de flesta aggregat en tidsmässig styrning som extra säkerhet. Avfrostningen avbryts när en givare indikerar att utevärmväxlaren blivit tillräckligt varm. Avkänningen kan ske antingen med en temperaturgivare eller med en tryckgivare, vilken känner köldmedietrycket i utevärmväxlaren.

Påfrysning av is innebär i praktiken alltid en försämrad verkningsgrad för systemet, dels genom minskad värmedrifttid på grund av avfrostning och dels på grund av försämrad värmeupptagning i en påfrosen utevärmväxlare. Det är därför väsentligt att driftsdata för värmepumpar inkluderar på- och avfrostning vid utetemperaturer då detta förekommer i verkliga installationer.

2.3 Filter

Samtliga värmepumpar är försedda med ett textilfilter för cirkulationsluften genom inomhusdelen. Filtret hindrar igensättning av kondensorns flänspaket och renar samtidigt inomhusluften från damm. Textilfiltren måste regelbundet rengöras genom dammsugning.

Värmepumpen från Corona är dessutom utrustad med ett elektrostatiskt filter, vilket även kan vara effektivt mot mindre partiklar än textiltfiltren klarar (t ex komponenter i tobaksrök). Elektrostatiskt filter finns som tillbehör till vissa av de övriga värmepumparna.

2.4 Fläktar

Värmepumparnas inomhusdelar är försedda med tvärströmsfläktar med variabelt varvtal. Värmepumpen från Airwell har två hastigheter för inomhusfläkten medan de övriga har tre hastigheter. Luftflödet varierar mellan 400 - 600 m³/h med den högsta fläkt-hastigheten. Fläkteffekten är av storleksordningen 20 - 60 W.

Fläkten i utomhusdelen är av axialtyp (s k propellerfläkt) och arbetar med fast varvtal. Luftflödet genom utomhusvärmeväxlaren ligger i storleksordningen 1200-1700 m³/h.

2.5 Styrsystem

Komfortvärmepumparna är utrustade med styrsystem för val av driftssätt, reglering av temperatur och kontroll av värmepumpens funktion. Styrningen sitter antingen monterad i värmepumpens inomhusdel eller i en separat styrenhet. Den separata styrenheten monteras fast på väggen för vissa värmepumpar eller fungerar som trådlös fjärrkontroll för andra värmepumpar.

Med styrenheten väljs värmedrift, kyl drift eller drift för avfuktning. Lufttemperaturen kan ställas in till ett fast värde eller, på många aggregat, även varieras med dag- eller nattsänkning. Givaren för inomhustemperaturen sitter antingen i returluften till värmepumpen eller också monteras den på väggen i huset. I några fall har man även börjat använda infrarödsensorer, vilka scannar omgivande väggars temperatur.

Värmepumpen från Corona är även utrustad med en kapacitetsreglerad kompressor. Styrsystemet anpassar värmepumpens effekt i förhållande till skillnaden mellan verklig och önskad temperatur. Därmed behöver värmepumpen inte starta och stoppa lika ofta som vid styrning med enbart till/från funktion. Med styrenheten väljs också önskad fläkthastighet för inomhusdelen.

Slutligen kontrolleras värmepumpens säkerhetsfunktioner av styrenheten. Detta innefattar t ex avfrostning, tillslag av eventuell vevhusvärmare eller trågvärmare, stopp på grund av onormal drift mm. Styrningens kretskort sitter i de flesta värmepumparnas utedel medan manöverenheten finns inomhus.

2.6 Placering av aggregatet

Värmepumpens inomhusdel, med kondensator och fläkt för värmedistributionen, monteras centralt i huset för att på bästa möjliga sätt fördela värme till husets olika delar. Ett generellt problem för denna typ av distributionssystem är att få en jämn fördelning av värmen i huset. Systemets funktion bygger på att den tillförda värmen distribueras med temperaturdifferenser som drivkraft (inverkan av eventuellt påtvingad konvektion genom fläktar avtar snabbt med avståndet från värmekällan). Detta medför att övertemperaturer måste finnas i närheten av värmekällan medan undertemperaturer uppstår på

stora avstånd från värmekällan. Storleken på dessa temperaturskillnader beror av byggnadens zonindelning (öppen/sluten planlösning), dess klimatskärm (isolering, fönsterytor) och dess ventilationssystem (S, F, F-T, FTX, donplacering). Beroendet är komplext och resulterar i en varierande effektivitet i systemets förmåga att fördela värmen i huset.

Ytterligare problem som förknippas med central värmeförsel berör den termiska komforten och luftkvaliteten. På grund av systemets funktion kan temperaturasymmetrier uppstå, vilka upplevs som obehagliga om de blir för stora. Vidare minskar andelen strålningsvärme när husets radiatorer är ur drift. Detta medför i sin tur att lufttemperaturen måste hållas högre för att bibehålla den termiska komforten. Även de högre luft-hastigheter som uppstår runt värmekällan bidrar till att öka kravet på lufttemperatur för en given komfortupplevelse (luft-hastigheter större än cirka 0,15 m/s uppfattas normalt som drag).

Eftersom värmedistributionsflödet går från husets centrala delar mot husets perifera delar, medan friskluftstillförseln för ventilation normalt går i motsatt riktning, kommer i de flesta fall husets ventilation att påverkas. Dessutom fungerar en central enhet som ett återluftssystem, vilket medför att föroreningar kan spridas från en del av huset till en annan. Ett återluftssystem är enligt Boverkets Nybyggnadsregler endast tillåtet om kraven på luftkvalitet kan upprätthållas. I äldre hus saknas emellertid ofta tilluftsdon i många rum och ventilationsflödena är ofta avsevärt lägre än vad som rekommenderas i t ex Nybyggnadsreglerna. I dessa fall kan man möjligen uppleva en förbättring av inomhusluften genom att en större del av byggnadens luftvolym utnyttjas för utspädning av luftföroreningar genom centralfläktens omblandande verkan.

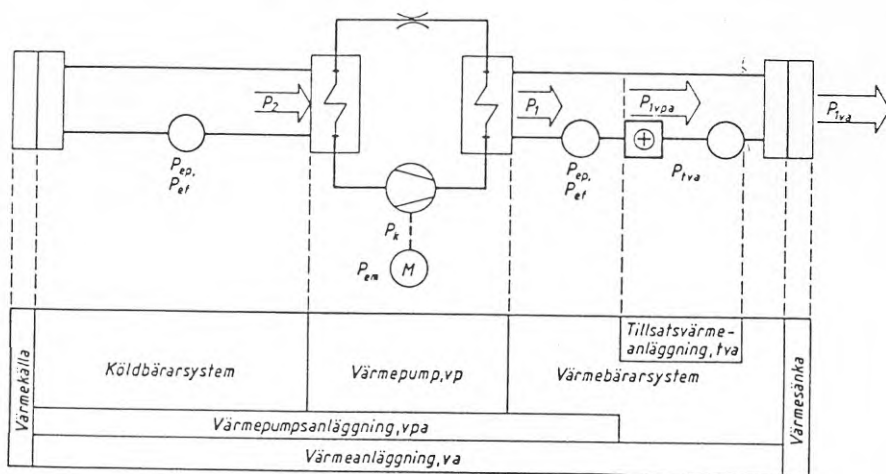
3 Provningsprogram

Provningsprogrammet för jämförelsetesten omfattar bestämning av totalt avgiven värmeeffekt (P_{1vpa}), tillförd elektrisk effekt (P_{evpa}), total värmefaktor (COP_{vpa}), avgiven ljudeffektnivå (L_{WA}) från värmepumpens inomhusdel samt en ytlig granskning av aggregaten för att bedöma möjligheterna till service och reparation.

Bestämning av effekter sker i enlighet med svensk standard SS 2095 (ref. 7). Denna standard stämmer väl överens med den kommande europastandarden EN 255 beträffande drifttillstånden. Ljudeffekten bestäms i enlighet med internationell standard ISO 3741.

3.1 Effekter och värmefaktor

Värmepumpens avgivna värmeeffekt och tillförda eleffekt bestäms enligt den svenska standarden SS 2095. Beroende på var i värmepumpsystemet som effekterna mäts kan olika resultat erhållas. Likaså kan olika värmefaktorer definieras. De principiella förhållandena illustreras i figur 3.1 nedan.



Figur 3.1. Värmefaktor - avgränsningar (SS 2095).

Med den typ av värmepump, som provats i denna undersökning, kan endast värmepumpans totalt avgivna värmeeffekt bestämmas. Den totala värmefaktorn för värmepumpansläggningen ges därvid av kvoten mellan totalt avgiven effekt (P_{1vpa}) och totalt tillförd effekt (P_{evpa}) enligt

$$COP_{vpa} = P_{1vpa} / P_{evpa}$$

Enligt SS 2095 ges de standardiserade driftpunkterna av tabell 3.1 nedan.

Tabell 3.1. Standardiserade drifttillstånd för luft/luft värmepumpar enligt svensk standard SS 2095.

Uteluft			Returluft till inomhusdelen	
Torr temperatur (°C)	Våt temperatur (°C)	Relativ fuktighet (%)	Torr temperatur (°C)	Våt temperatur (°C)
+15	+11	60	+20	+12
+ 7	+ 5,5	80	+20	+12
+ 2	+ 1	85	+20	+12
- 7	- 8	90	+20	+12
- 15	-----	---	+20	+12

Fukttillståndet uttrycks både i den svenska standarden och i en kommande europa-standard i form av luftens våta temperatur. I tabell 3.1 har även motsvarande relativa fuktighet angivits. För inomhusdelen saknar luftens fukttinnehåll betydelse så länge provningen endast omfattar värmedrift. Den torra värmningen av luft ger ingen fasomvandling medan kylningen av luften i utomhusdelen medför kondensering av luftens vatteninnehåll och vid låga temperaturer även påfrysning. Luftens fukttinnehåll blir därmed mycket betydelsefullt eftersom det både påverkar entalpiinnehållet samt när och hur ofta avfrostning måste utföras.

Eftersom uppvärmning knappast behövs vid dygnsmedeltemperaturer av +15 °C eller högre har denna driftspunkt utelämnats i den aktuella provningen. Resultaten omfattar därmed endast fyra driftpunkter. Av dessa punkter kan utetemperaturer +2 °C anses vara den mest betydelsefulla. Dels ligger denna driftspunkt vid tyngdpunkten på uppvärmningssäsongen i södra och mellersta Sverige och dels har man vid denna punkt normalt de svåraste förhållandena för påfrysning.

Den tillförda effekten mäts med elektroniska eleffektmätare och den avgivna effekten bestäms indirekt med ett s k kalorimeterrum. Med kalorimeterrummet bestämmer man i princip den kyleffekt som behövs för att hålla temperaturen konstant vid +20 °C i ett välisolerat rum. Vid konstant temperatur måste totalt tillförd effekt vara lika med totalt bortförd effekt och därmed kan värmepumpens avgivna effekt bestämmas. Provningsmetoden beskrivs ytterligare i ref. 8.

Vid de driftpunkter där påfrysning förekommer måste mätningarna utföras över ett helt antal på- och avfrostningscykler. Därmed blir mätningarna tidsödande och varje driftspunkt tar minst 24 h, se även avsnitt 3.2 och ref. 8. Värmefaktorn bestäms genom kvoten mellan avgiven värmemängd och tillförd elektrisk energi. Eftersom den avgivna värmen blir negativ under avfrostningen (värme tas från huset för att avfrostas utväxlarer) kommer både avgiven medeleffekt och värmefaktor att minska när avfrostning inkluderas i mätningarna.

3.2 Långtidfunktion med påfrysning

För samtliga provade värmepumpar sker påfrysning i utevärmväxlaren vid utetemperaturer lägre än +2 °C. För några värmepumpar börjar påfrysning redan vid utetemperaturer +7 °C. För att kontrollera att värmepumparnas avfrostningssystem verkligen klarar att avlägsna all is vid avfrostningstillfällena provades fem av värmepumparna med förlängd drifttid vid utetemperaturer +2 °C. Istället för att avsluta mätningarna efter 24 h fortsatte driften ytterligare 24 h. Resultaten från dygn två jämfördes därefter med dygn ett för att se om någon ytterligare försämring av värmefaktorn uppstod.

Påfrysningens hastighet är mycket beroende av luftens fukttinnehåll. Med de fukthalter som föreskrivs av provningsmetoden SS 2095 ligger man fortfarande en bit från luftens mättnadsinnehåll. I verkligheten har man emellertid ofta luft som är mättad på fukt i form av regn eller dimma vid driftpunkten +2 °C. Kombinerat med blåst ger detta förhållanden som ur påfrysningssynpunkt är mycket svårare i verkligheten än vid laboratorieprovningen.

3.3 Ljudeffekt

Den avgivna ljudeffekten har bestämts för värmepumparnas inomhusdelar enligt mätmetod ISO 3741. Mätningarna har utförts av SP's akustiklaboratorium i ett efterklangsrum med volymen 200,0 m³ och den totala begränsningsytan 211,4 m². I samtliga fall har enheterna monterats i enlighet med respektive leverantörs anvisningar. Normalt har inomhusdelen monterats på en betongvägg 1,5 m över golv och minst 1,5 m från närmaste annan begränsningsyta. I den mån enheterna haft varierbar fläkthastighet har mätningar utförts vid samtliga hastigheter.

Ljudtrycksnivåerna har uppmätts i sex diskreta mikrofonpositioner i oktavbanden 63-8000 Hz, under 16 sekunder per mikrofonposition. Detta ger en total mättid av 1 minut och 36 sekunder. Med utgångspunkt från de uppmätta oktavbandsvärdena har den A-vägdade ljudeffektnivån bestämts. Ljudeffektnivån beräknas enligt

$$L_W = L_p + (L_{Wr} - L_{pr})$$

där följande beteckningar använts,

L_p = uppmätt ljudtrycksnivå i efterklangsrum

L_W = mätobjektets ljudeffektnivå

L_{Wr} = referensljudkällans ljudeffektnivå enligt ISO 3745

L_{pr} = referensljudkällans ljudtrycksnivå i efterklangsrummet

Ljudeffektnivån anges i Bel för att inte förväxlas med ljudtrycksnivån, vilken anges i decibel (1 B = 10 dB). Detta uttryckssätt rekommenderas enligt svensk standard SS 2095 (ref. 7).

3.4 Bedömning av möjligheter till service och reparation

De flesta kalkyler över den ekonomiska lönsamheten för investering i en värmepumpinstallation förutsätter avskrivningstider mellan 10 -15 år. Detta innebär att värmepumpens tekniska livslängd måste vara minst lika lång. I kalkylerna ingår sällan utebliven besparing på grund av driftsstopp i samband med service eller reparation. Därmed förutsätter kalkylen att eventuell reparation skall gå snabbt och vara billig. Den långa tidsaspekten gör det också nödvändigt att beakta den framtida möjligheten till att få tag i reservdelar. Med enkla standardkomponenter ökar sannolikheten för detta.

Som en komplettering till laboratorieprovnigen av prestanda har därför en enkel besiktning gjorts av värmepumparnas olika förutsättningar för drift, underhåll och reparationer. Bedömningen blir naturligtvis i många stycken subjektiv men bör ändå ge en viss vägledning. Undersökningen har gjorts av personal från SP i samarbete med en erfaren kylmontör och har omfattat följande elva punkter:

- Instruktioner och skötselanvisningar
- Material och utförande med avseende på korrosion på utedelen
- Kondensvattendraineringens utförande
- Förutsättningar för drift vid låga utetemperaturer
- Komponenter i köldmediesystem
- Komponenter i styrsystem
- Åtkomlighet för service, inomhusdelen
- Åtkomlighet för service, utomhusdelen
- Möjlighet till kontroll och mätning
- Elutrustningens placering och utförande
- Barksäkerhet

SP har i andra sammanhang, på uppdrag av Statens Råd för Byggnadsforskning, utarbetat riktlinjer för utformning av drifts- och skötselanvisningar för värmepumpinstalleringar (Lagerkvist, Larsson, 1989, ref. 6). Resultaten från den översiktliga bedömningen finns sammanfattade i avsnitt 4.5.

4 Resultat

Resultaten från provning och bedömning av nio komfortvärmepumpar finns sammanfattade i avsnitten 4.1 - 4.5. Beskrivningar av värmepumpens funktion finns dessutom redovisade för varje enskild värmepump i bilaga 1 - 9. För detaljerade mät- och beräkningsresultat för individuella värmepumpar hänvisas till ref.8.

4.1 Värme- och eleffekter

De uppmätta värdena på den totalt avgivna värmeeffekten, P_{1vpa} , och den totalt tillförda eleffekten, P_{evpa} , för de provade värmepumparna presenteras i tabell 4.1 nedan. I ref. 8 redovisas dessa värden för varje enskild värmepump, dels i form av en standardiserad sammanställning i tekniska datablad och dels i form av kurvor över värme- och eleffekterna som funktion av utetemperaturen.

Returlufttemperaturen in till värmepumpens inomhusdel är i samtliga fall $+20^{\circ}\text{C}$. Om inomhustemperaturen, och därmed returlufttemperaturen, är högre än $+20^{\circ}\text{C}$ kommer värmepumpens avgivna värmeeffekt att minska och dess eleffekt att öka på grund av en högre kondenseringstemperatur. På motsvarande sätt förändras värdena åt andra hållet vid en sänkning av rumstemperaturen i huset. Förändringen för den avgivna effekten är av storleksordningen $-0,5$ till $-1,5$ % per $^{\circ}\text{C}$ höjning av rumstemperaturen (se Fahlén, 1988, ref.2).

Värmepumpens känslighet för temperaturnivån medför också att en olämplig placering av inomhusdelen får negativa följder av två anledningar (se även 2.6). Dels minskar värmepumpens drifttid på grund av att värmen inte distribueras tillräckligt snabbt till husets olika delar och värmepumpen stoppas av sin termostat. Dels minskar värmefaktorn på grund av förhöjd returlufttemperatur (återcirkulation av varmluft) och därmed orsakad förhöjd kondenseringstemperatur.

Tabell 4.1. Den totalt avgivna värmeeffekten (P_{1vpa}) och den totalt tillförda effekten (P_{evpa}) för de provade värmepumparna.

Värmepump	Effekt	Returlufttemperatur = +20°C Utelufttemperatur			
		+7°C	+2°C	-7°C	-15°C
Airwell SPMR230*	P_{1vpa} (kW)	2,04	1,58	1,10	0,64
	P_{evpa} (kW)	0,72	0,68	0,64 ¹⁾	0,60 ¹⁾
Carrier 38 QT/40 FQ 010	P_{1vpa} (kW)	2,94	2,14	1,73	1,21
	P_{evpa} (kW)	1,10	0,93	0,86	0,87
Corona (Gester Air)*	P_{1vpa} (kW)	3,16	3,03	2,94	2,49
	P_{evpa} (kW)	1,44	1,51	1,60	1,59
Fujitsu General AS9R	P_{1vpa} (kW)	2,96	2,02	1,78	1,26
	P_{evpa} (kW)	1,02	0,90	0,84 ²⁾	0,75 ²⁾
Mitsubishi Clima Miniman II	P_{1vpa} (kW)	3,24	2,14	1,94	1,55
	P_{evpa} (kW)	1,06	0,95	0,99 ²⁾	0,94 ²⁾
Mitsubishi Electric FK29	P_{1vpa} (kW)	2,82	2,07	1,47	1,13
	P_{evpa} (kW)	0,93	0,83	0,77 ³⁾	0,74 ³⁾
Panasonic CS-970KE	P_{1vpa} (kW)	2,88	2,31	1,75	1,35
	P_{evpa} (kW)	0,96	0,86	0,79 ²⁾	0,76 ²⁾
Sanyo SAP-KC92GH5*	P_{1vpa} (kW)	2,68	2,12	1,79	1,38
	P_{evpa} (kW)	1,02	0,90	0,82	0,76
Toshiba RAS 22	P_{1vpa} (kW)	3,23	2,40	1,94	1,24
	P_{evpa} (kW)	1,10 ²⁾	0,94 ²⁾	0,88 ²⁾	0,88 ²⁾

*Resultaten har erhållits efter omprovning på grund av problem med det första exemplaret.

1) Inkluderar el till vevhusvärmare

2) Inkluderar el till trågvärmare och vevhusvärmare

3) Inkluderar el till trågvärmare

4.2 Värmefaktorer

De uppmätta värdena på den totala värmefaktorn, COP_{1vpa} , för de provade värmepumparna presenteras i tabell 4.2 nedan. I ref. 8 redovisas dessa värden för varje enskild värmepump, dels i form av en standardiserad sammanställning i tekniska datablad och dels i form av kurvor över värmefaktorn som funktion av utetemperaturen.

Returlufttemperaturen in till värmepumpens inomhusdel är i samtliga fall $+20^{\circ}\text{C}$. Om inomhustemperaturen, och därmed returlufttemperaturen, är högre än $+20^{\circ}\text{C}$ kommer värmepumpens värmefaktor att minska. Detta beror dels på att den avgivna värmeeffekten minskar och dels på att eleffekten ökar på grund av en högre kondenserings-temperatur. På motsvarande sätt förändras värdena åt andra hållet vid en sänkning av rumstemperaturen i huset. Förändringen för värmefaktorn är av storleksordningen $-1,0$ till $-1,5$ % per $^{\circ}\text{C}$ höjning av rumstemperaturen (se Fahlén, 1988, ref. 2).

Tabell 4.2. Den totala värmefaktorn (COP_{vpa}) för de provade värmepumparna.

Värmepump	COP_{vpa}	Returlufttemperatur = $+20^{\circ}\text{C}$ Utelufttemperatur			
		$+7^{\circ}\text{C}$	$+2^{\circ}\text{C}$	-7°C	-15°C
Airwell SPMR230*	COP_{vpa}	2,83	2,32	1,72 ¹⁾	1,07 ¹⁾
Carrier 38 QT/40 FQ 010	COP_{vpa}	2,67	2,30	2,01	1,39
Corona (Gester Air)*	COP_{vpa}	2,19	2,01	1,84	1,57
Fujitsu General AS9R	COP_{vpa}	2,90	2,24	2,12 ²⁾	1,68 ²⁾
Mitsubishi Clima Miniman II	COP_{vpa}	3,06	2,25	1,96 ²⁾	1,65 ²⁾
Mitsubishi Electric FK29	COP_{vpa}	3,03	2,49	1,91 ³⁾	1,53 ³⁾
Panasonic CS-970KE	COP_{vpa}	3,00	2,69	2,22 ²⁾	1,78 ²⁾
Sanyo SAP-KC92GH5*	COP_{vpa}	2,63	2,36	2,18	1,82
Toshiba RAS 22	COP_{vpa}	2,94 ²⁾	2,55 ²⁾	2,20 ²⁾	1,41 ²⁾

*Resultaten har erhållits efter omprovning på grund av problem med det första exemplaret.

1) Inkluderar el till vevhusvärmare

2) Inkluderar el till trågvärmare och vevhusvärmare

3) Inkluderar el till trågvärmare

4.3 Påfrysning

Antalet avfrostningar påverkar värmepumpen både med avseende på dess effektivitet för uppvärmning och dess livslängd. Varje gång systemet reverserar innebär en extra påkänning på kompressorn. Provningarna visar att vid driftsfallet med $+2^{\circ}\text{C}$ utetemperatur varierar avfrostningsfrekvensen mellan en gång varannan timme för två av värmepumparna till en gång per timme eller oftare för de övriga. Avfrostningsfrekvensen är högre än vad som är optimalt med avseende på värmefaktor och levererad värme för samtliga aggregat. Flera av systemen arbetar i praktiken med tidsstyrning snarare än med verklig behovstyrning.

De prov som utförts med förlängd drift med påfrysning enligt avsnitt 3.2 har inte gett vid handen att någon gradvis försämring äger rum. Avvikelsen mellan prestanda från dygn ett och dygn två ligger i samtliga fall inom mätosäkerheten. Med den mätmetod som använts (kalorimeterrum) kan inte momentanvärdet på värmeeffekten bestämmas utan jämförelserna måste göras över hela på- och avfrostningscykler. Tidigare mätningar (Fahlén, 1988, ref. 2) visar att medelvärdet för värmefaktorn under en fullständig cykel ligger 5-15 % under värdet exklusive avfrostning.

4.4 Ljudmätningar

Den avgivna ljudeffekten har bestämts för värmepumparnas inomhusdelar enligt mätmetod ISO 3741 (se provprogram i avsnitt 3.3). Mätningarna har utförts av SP's akustiklaboratorium med resultat enligt tabell 4.3. I tabellen anges den A-vägda ljudeffektnivån från respektive värmepumps inomhusdel. Ljudeffekten anges i Bel för att undvika förväxling med ljudtrycksnivån, vilken anges i decibel (1 B = 10 dB).

4.4.1 Mätresultat

Tabell 4.3. Den A-vägda ljudeffektnivån från värmepumpens inomhusdel uttryckt i Bel vid tre olika fläkthastigheter.

Värmepump, Inomhusdel	Avgiven ljudeffekt, L_{WA} (B)		
	Fläktläge 1	Fläktläge 2	Fläktläge 3
Airwell SMR230	3,2	---*	4,6
Carrier 40FQ0170700-21	4,4	4,7	5,3
Corona (Gester Air)	4,4	4,9	5,3
Fujitsu General ASG-9RA-W	4,7	4,8	5,0
Mitsubishi Clima SR2522K2FHNW	5,0	5,3	5,5
Mitsubishi Electric MSH-09D	4,5	5,0	5,3
Panasonic CS-970KE	4,7	5,0	5,2
Sanyo SAP-KC92GH5	4,4	4,7	4,9
Toshiba RAS-22GKH	4,3	4,7	5,2

*Enheten har endast två hastigheter.

Resultaten från oktavbandsmätningarna redovisas i ref. 8 för respektive aggregat. Samtliga aggregat har sin maximala ljudavgivning kring frekvensen 500 Hz.

Utomhusbullret har mätts upp från utedelen till en av värmepumparna. Resultatet blev $L_{WA} = 6,0$ B med den maximala ljudavgivningen vid frekvensen 250 Hz.

4.4.2 Normkrav

Enligt svensk byggnorm 1980 och Boverkets Nybyggnadsregler får den A-vägd ljudtrycksnivån inte överstiga 30 dB i sov- och vardagsrum. Utomhus bör ljudtrycksnivån nattetid inte överstiga 40 dB i närheten av bostäder enligt Naturvårdsverkets riktlinjer för externt industribuller (1978:5).

Byggnormernas krav avser A-vägd ljudtrycksnivå refererad till 10 m² absorptionsyta i mottagarrummet. Omräknat till A-vägd ljudeffektnivå L_{WA} innebär detta att

$$L_{WA} < 3,4 \text{ B}$$

För att detta krav skall innehållas krävs antingen att aggregatet är tillräckligt tyst eller att installationen görs på ett lämpligt sätt. För komfortvärmepumpar av den typ, som ingår i den föreliggande redovisningen, är de viktigaste ljudöverföringsvägarna direktburet luftljud samt vibrationer via upphängningsväggen. Ungefärlig dämpning av luftljud i en villa, omräknat till A-vägd värmepumpsbuller, anges av Jonasson, 1981 (ref. 5) till följande värden

Stängd dörr: $\Delta L_A = 20\text{-}30 \text{ dB}$

Vägg: $\Delta L_A = 30\text{-}40 \text{ dB}$

Bjälklag: $\Delta L_A = 40\text{-}50 \text{ dB}$

I ett förslag till bedömningsgrunder delas värmepumparna in i klasser med hänsyn till kravet 3,4 B och medelvärde för ovanstående dämpningar. Klasserna kallas "5,5" ($L_{WA} < 5,9 \text{ B}$), "6,5" ($5,9 < L_{WA} < 6,9 \text{ B}$) och "7,5" ($6,9 < L_{WA} < 7,9 \text{ B}$). Eftersom komfortvärmepumpen förutsätter en öppen placering, ofta i nära anslutning till ett vardagsrum, saknas all form av dämpning mellan aggregatet och det ljudkänsliga rummet. Detta innebär att den avgivna ljudeffekten bör vara mindre än 3,4 B enligt ovanstående. Med tanke på att ett visst avstånd ändock föreligger mellan t ex hall och vardagsrum kan gränsen sträckas till ca 4,0 B. Detta krav uppfylls endast av en av värmepumparna (Airwell) med fläkten på lägsta hastighet. Det finns därför en viss risk att känsliga personer kan uppleva ljudet från inomhusdelen som störande i hus där ljudnivån i övrigt är låg.

Som jämförelse till de resultat som erhållits för inomhusdelarna i denna provning (medelvärde 5,1 B, 4,9 B och 4,4 B vid respektive fläkthastighet) kan nämnas resultaten från tidigare provningar vid SP enligt Fahlén, 1988 (ref. 2). Medelvärde för vät-ska/vatten värmepumpar var 5,9 B, för luft/vatten värmepumpar 6,6 B och för från-luftsvärmepumpar 5,3 B. Dessa typer av värmepumpar monterats emellertid aldrig direkt i ett ljudkänsligt rum, vilket kan vara fallet med komfortvärmepumparna.

Eftersom endast en utomhusdel ljudprovats saknas underlag för en allmän bedömning av eventuella problem med utomhusbuller. Det uppmätta värdet, 6,0 B, är något lägre än medelvärde 6,5 B för samtliga uteluftvärmepumpar som provats vid SP. Med ljudeffekten 6,0 B behövs ca 5-6 m mellan värmepumpen och tomtgränsen för att Naturvårdsverkets riktlinjer om buller vid tomtgräns skall kunna uppfyllas.

4.5 Bedömning

Eftersom bedömningsgrunderna i många avseenden blir subjektiva presenteras inte resultaten för de enskilda värmepumparna i denna rapport. Istället sammanfattas det allmänna intrycket från bedömningen under de olika punkterna nedan.

4.5.1 Instruktioner och skötselanvisningar

Både instruktioner och skötselanvisningar är i de flesta fall tillräckligt bra, i ett fall mycket bra. Däremot är det anmärkningsvärt att tre aggregat saknar instruktioner på svenska. Man kan inte förutsätta att vare sig kunder eller servicepersonal och installatörer har tillräckligt bra kunskaper i engelska för att klara instruktioner vilka innehåller ett visst mått av facktermer.

Några värmepumpar har mycket bra elscheman medan ett aggregat helt saknade elschema. Vidare finns i de flesta fall ganska bra servicemanualer med felsökningsrutiner.

4.5.2 Material och utförande med avseende på korrosion på utedelen

Samtliga värmepumpar har ytterhöljen till utomhusdelen gjorda av lackerad stålplåt. Plåttjockleken varierar mellan 0,75 till 0,85 mm. Ett av aggregaten gav ett mycket stabilt och rejält intryck medan övriga verkade ganska veka. Kvaliteten på utedelens lackering blir avgörande för apparatens rostbenägenhet.

Utevärmeväxlaren är i samtliga fall kylkopparrör som ytförstorats med hjälp av tunna aluminiumflänsar. Flänsarna innehåller mycket lite material (tjocklek mellan 0,10 och 0,18 mm) och viss risk för korrosionsangrepp finns, speciellt i kustklimat. Korrosionsproblem har förekommit tidigare med andra typer av värmeväxlare med värmeöverförande ytor av aluminium.

4.5.3 Kondensvattendräneringens utförande

Kondensvatten eller smältvatten från avfrostning måste lätt kunna rinna undan från värmepumpens utevärmeväxlare. Om detta inte sker på ett tillfredsställande sätt riskerar man succesiv påbyggnad av is vid utetemperaturer under fryspunkten. Detta kan i sin tur medföra att värmeväxlarpaketet trycks sönder. Dessutom kan fläktvingarna slå i isen så att fläkten stoppar.

Två av de undersökta värmepumparna var väl tillgodosedda beträffande dränering medan övriga hade för små och/eller för få dräneringshål. Man bör därför kontrollera att löv eller andra föremål inte kommer in i utedelen och täcker hålen. Med tanke på den kritiska dräneringen är några av punkterna i 4.5.4 extra viktiga.

4.5.4 Förutsättningar för drift vid låga utetemperaturer

För fullgod drift vid låga utetemperaturer bedöms följande tre komponenter vara viktiga:

- Trågvärmare. Hindrar igenfrysning av dräneringshålen.
- Vevhusvärmare. Håller smörjoljan i kompressorn varm vid stillestånd.
- Uteternostat. Stoppar värmepumpdriften vid mycket låga utetemperaturer.

Fem av värmepumparna har elektrisk trågvärme. En av värmepumparna är helt öppen under värmeväxlaren och bedöms därför inte ha något behov av värmeslingor. En värmepump utrustas med en köldmedieslinga i tråget (ej på det provade exemplaret). Vid avfrostning värmer hetgasen köldmedieslingan, vilken förväntas smälta den is som kan finnas i tråget. Slutligen finns två värmepumpar som helt saknar trågvärme. I svenskt klimat innebär detta en stor risk för igenfrysning med påföljande driftsstopp.

Vevhusvärme finns på fyra av värmepumparnas kompressorer. Vevhusvärmaren värmer kompressornas smörjolja under stilleståndsperioder vid låga utetemperaturer. Start av kompressorn med kall smörjolja innebär två riskmoment. Dels blir oljan trögpackad, vilket fördröjer tillförseln till viktiga smörjställen och dels kan köldmedium kondensera i den kalla oljan. Vid en påföljande start kan köldmedium börja koka ur oljan vid den trycksänkning som sker, vilket nedsätter smörjförmågan. Det senare problemet bör vara mindre med dagens värmepumpar, eftersom mängden köldmedium är förhållandevis liten. En lösning, som används på dyrare maskiner, är att använda s k "pump down". Med en sådan lösning sugs köldmediegasen över till högtryckssidan av systemet vid varje driftsstopp och hindras att vandra tillbaka med hjälp av magnetventiler.

Endast två av värmepumparna var utrustade med uteternostat. Ytterligare två utrustas med en sådan termostat som standard vid normal leverans medan fem stycken helt saknar termostat. Uteternostaten hindrar värmepumpen att arbeta vid temperaturer som är så låga att dess bidrag till husets uppvärmning blir marginell samtidigt som påfrestringen på kompressorn ökar. Samtliga leverantörer anger en rekommenderad lägsta utetemperatur för drift. Värdet varierar mellan -8 och -20 °C. I de fall uteternostat saknas måste därmed ägaren stänga av värmepumpen manuellt när utetemperaturen blir låg.

Anmärkningsvärt är att i tre fall anger leverantören betydligt lägre minsta utetemperatur än tillverkaren (tillverkaruppgifter finns tillgängliga endast för fem aggregat). Drift vid låg utetemperatur medför en hög belastning för kompressorn. Samtliga testade värmepumpar använder köldmedium R22, vilket ger en stor tryckdifferens. Det höga kompressionsförhållandet ger även höga tryckrörstemperaturer, vilket ökar risken för nedbrytning av smörjoljan och/eller köldmediet (i synnerhet om det finns fukt i systemet). Problemet är dock mindre för en luft/luft värmepump än för en luft/vatten värmepump eftersom kondenseringsstrycket blir lägre i det förra fallet vid användning av samma köldmedium (R22 används knappast för värmepumpar av typen uteluft/vatten).

Datorberäkningar avseende den årliga energibesparingen visar att det knappast lönar sig att låta värmepumpen arbeta vid utetemperaturer som understiger $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Skillnaden mellan att stoppa värmepumpdriften vid $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ istället för vid $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ rör sig bara om ca 100-150 kWh/år, vilket knappast motiverar den ökade slitaget värmepumpen utsätts för. Beräkningarna redovisas individuellt för varje värmepump i bilagorna 1 - 9.

4.5.5 Komponenter i köldmediesystem

Användning av standardkomponenter ger valmöjlighet vid behov av reparation, minskar kostnaden och risken för långa leveranstider. Vidare ökar möjligheten för att även i framtiden kunna få tag i ersättningsdelar. De viktigaste slitagedelarna i köldmediesystemet är kompressorn, fyrvägsventilen, stryporganet och eventuellt torkfilter.

Flera av tillverkarna har egen tillverkning av kompressorer. Enhastighetskompressorer bör inte innebära några problem med att hitta ersättningsalternativ. Frekvensstyrda kompressorer är åtminstone i dagens läge både svårare och dyrare att ersätta.

Fyrvägsventilerna är i nästan samtliga fall av samma fabrikat. Dessa bör gå att få tag i hos vanliga kylgrossister utan problem.

Stryporganet utgörs i de flesta fall av ett eller flera kapillär rör och bör inte vålla några svårigheter. I de fall expansionsventil förekommer är det fråga om specialutförande.

4.5.6 Komponenter i styrsystem

Några av värmepumparna använder standardkomponenter i sina styrsystem. De flesta systemen är emellertid specialtillverkade och medför därmed att man är hänvisad till en leverantör. Ofta är styrenheten uppbyggd kring ett specialtillverkat kretskort.

4.5.7 Åtkomlighet för service, inomhusdelen

Åtkomligheten är i de flesta fall bra i inomhusdelen. Den enda regelbundna service som ägaren behöver göra består av rengöring av luftfiltret. Filtret är lätt åtkomligt. Detta gäller även den värmepump som var utrustad med både textfilter och elektrostatiskt filter.

4.5.8 Åtkomlighet för service, utomhusdelen

Flera av värmepumparna hade bra åtkomlighet även beträffande utomhusdelen. Hälften av aggregaten var emellertid svåråtkomliga, framförallt vid kompressorbyte. Ett av aggregaten lämpar sig överhuvudtaget inte för reparation på plats. Enligt leverantören använder man sig istället av färdiga utbytesenheter och reparationsarbetet utförs i verkstad.

4.5.9 Möjlighet till kontroll och mätning

Ingen av värmepumparna har några bra möjligheter för kontroll av köldmediekretsen. Synglas för kontroll av köldmedietillståndet saknas och bara två aggregat har dubbla Schraderventiler. I den mån dubbla ventiler finns kan man kontrollera köldmediekretsens tillstånd genom mätning av förångnings- och kondenseringstryck. Samtidigt utgör varje extra komponent även en extra risk för läckage av köldmedium.

Med tanke på hur känslig denna typ av värmepump är för korrekt köldmediefyllning är det bekymmersamt att det inte finns några enkla metoder att kontrollera värmepumpens effektivitet efter installation. Manometeruttag på lämpliga ställen hade underlättat en sådan kontroll.

4.5.10 Elutrustningens placering och utförande

De flesta av värmepumparna har elutrustning både i inomhusdelen och i utomhusdelen. Komponenterna i inomhusdelen är inte utsatta för några stora miljömässiga påkänningar och är i stort sett lätt åtkomliga.

Två av värmepumparna har all elektronik i inomhusdelen. Detta bör vara den lämpligaste placeringen med tanke på elektronikens livslängd.

Flera av värmepumparna har styrelektronik på kretskort i utomhusenheten. Kortet sitter oskyddade mot kondensvatten men är i de flesta fall lättåtkomliga för byte. Det krävs mycket hög klass på komponenter och montering för att elektronikkort skall få lång livslängd med det montage som förekommer i dessa värmepumpars utedelar.

4.5.11 Barnsäkerhet

Den viktigaste anmärkningen beträffande barnsäkerhet är möjligheten att stoppa in fingrar i inomhusdelens fläkt. Ofta monteras inomhusdelen på sådan höjd över golvet att det är möjligt även för små barn att nå upp till luftintaget. De flesta aggregaten har så stora öppningar att barnfingrar (ibland hela handen) utan vidare kan stoppas in i fläkten.

En annan aspekt, som visserligen inte har med säkerhet att göra, är att vissa styrenheter inte har tillräckligt lång kabel för att kunna monteras utom räckhåll från ivriga barnfingrar. Att trycka på knappar kan vara ganska roligt men kan samtidigt orsaka att värmepumpen går i ett annat driftläge än föräldrarna tänkt sig.

5 Diskussion

Resultaten från den presenterade utvärderingen av komfortvärmepumpar visar att de i huvudsak fungerar bra om installation och köldmediefyllning görs på ett korrekt sätt. Det är emellertid anmärkningsvärt att hälften av aggregaten fått provas om, antingen på grund av att leverantören bedömt det vara nödvändigt med omfyllning av köldmedium eller på grund av en felaktig funktion på det första exemplaret. I samband med laboratorieprovning finns möjlighet att upptäcka avvikelser från förväntade prestanda. Man kan dock ställa sig frågan i hur många installationer som försämrade prestanda förekommer på grund av felaktig köldmediefyllning eller av annan orsak. För innehavaren av värmepumpen är det knappast möjligt att via kontroll av husets totala energiförbrukning upptäcka avvikelser i värmepumpens prestanda som är mindre än 30 - 40 %.

De uppmätta resultaten för den totala värmefaktorn stämmer väl med den tidigare utvärdering som SP gjort åt Konsumentverket (Hagman, 1987, ref. 4). Någon märkbar förbättring av värmefaktorn har inte kunnat konstateras. Däremot har värmepumparna utrustats med mer sofistikerade reglersystem. Tidigare erfarenheter (Fahlén, 1988, ref. 2) beträffande avvikelsen mellan uppgivna och uppmätta prestanda stämmer även i denna utvärdering. I medeltal är uppgivna värden på värmefaktorn 22 % högre än de värden som uppmäts i temperaturområdet +2 till +7 °C, d v s avvikelsen är -22 %. Tidigare undersökningar har givit avvikelser i intervallet -35 till +10 % med ett medelvärde kring -11 %.

Avfrostningssystemen har, med ett undantag, fungerat under provningarna. Någon bestående påfrysning vid långa drifttider har heller inte kunnat konstateras. Däremot avfrostar värmepumparna onödigt ofta och fungerar i praktiken mer enligt principen tidsstyrning än med regelrätt behovstyrning.

Ljudavgivningen från värmepumparnas inomhusdel kan möjligen orsaka problem i hus med tysta lägen. Det torde vara svårt att innehålla kravet i svensk byggnorm att ljudtrycksnivån i känsliga rum skall understiga 30 dB med den högsta fläkthastigheten.

Tyvärr kan man fortfarande konstatera att presentationen av värmepumpens prestanda visar stora brister. Användningen av en standardiserad mall för presentation av tekniska data underlättar för en presumtiv kund att göra jämförelser. Detta till trots har det i Sverige installerats närmare 25 000 komfortvärmepumpar, som förhoppningsvis sparar både energi och pengar åt sina ägare. I de flesta fall verkar ägarna vara nöjda med sina anläggningar. Ett frågetecken finns dock beträffande om den verkliga besparingen motsvarar ägarnas förväntningar. Den frågan kan i många fall vara svår att besvara.

Referenser

1. Björnevad, B, von Post, J, 1990. Luft/luft-Värmepumpar för direktvärmade småhus - Konsumentvägledning. (Statens Råd för Byggnadsforskning.) Rapport R60:1990. Stockholm.
2. Fahlén, P, 1988. Laboratorieprovning av värmepumpar - Erfarenheter 1984-1986. (Statens Råd för Byggnadsforskning.) Rapport R1:1988. Stockholm.
3. Fehrm, M, 1986. Värmepumpar med luft som värmekälla - avfrostningsmetoder. (Statens Råd för Byggnadsforskning.) Rapport R39:1986. Stockholm.
4. Hagman, D, 1987. 7 luft/luft värmepumpar för hus värmda med direktel. (Konsumentverket.) Råd och Rön, 11/87. Stockholm.
5. Jonasson, H, 1981. Buller från värmepumpar och värmeåtervinningsaggregat. (Statens provningsanstalt.) PM 1981-10-27. Borås.
6. Lagerkvist, K O, Larsson, R, 1989. Drift- och underhållsinstruktioner för villavärmepumpar. (Statens Råd för Byggnadsforskning.) Rapport T7:1989. Stockholm.
7. SMS.1986.SS 2095 "Värmeutrustning - laboratorieprovning av värmepumpar". Stockholm: Sveriges Mekanstandardisering.
8. Fahlén, P, Johansson, C, 1991. Komfortvärmepumpar - provning av prestanda. (Statens Provningsanstalt.) Arbetsrapport SP AR 1991:X. Borås.

Värmepumpens funktion - Mitsubishi Electric FK 29

Värmepumpen är av delat utförande med en utomhusdel och en väggplacerad inomhusdel. Mellan delarna går köldmedierör och en elkabel.

Framtill på inomhusdelen sitter luftintaget och nedtill sitter utblåset. Utblåsningsriktningen kan regleras manuellt. Sensorn för inomhustemperaturen är placerad vid luftintaget. Inom-husdelen har ett dammfilter.

Inomhusdelens fläkt kan köras med tre olika varvtal. Dessa kan väljas manuellt eller med hjälp av automatiken. Värmepumpen kan köras i värme-, kyl- eller avfuktningssdrift. I snabbaste läget cirkulerar inomhusfläkten ca 510 m³/h luft. Önskad inomhustemperatur kan varieras mellan 16 och 31° C. Även timer och nattsänkningsläge finns. Inställning av värme-pumpens funktion görs på den trådlösa fjärrkontrollen.

Värmepumpens utomhusdel avfrostas vid behov med hjälp av en fyrvägsventil, s k hetgasavfrostning. Aggregatet går då i kyl drift men med fläktarna stängda under avfrostningen. Tillslag av avfrostning sker när temperaturen hos en givare i utomhusbatteriet underskrider ett visst värde samt en viss minsta tid har gått sedan föregående avfrostning. Avfrostningen avbryts då ovanstående givare överskrider en viss temperatur eller då värmepumpen har avfrostat i 10 minuter. Kapillär rör och en backventil fungerar som stryporgan. Köldmedietyper är R22.

Kompressorn är av rotationstyp och har beteckningen Mitsubishi RH426VX med serienr 191129. 4-vägsventilen är av fabrikat Ranco.

I utomhusdelens bottenplåt finns ca fyra st dränagehål med diameter 15 mm samt några mindre. Aggregatet var ej utrustat med elektrisk vevhusvärmare eller utomhustermostat som bryter spänningen till värmepumpen vid låga temperaturer. Termostat monterar dock normalt. Elektrisk trågvärmare var monterad. Utomhusbatteriets flänsdelning är ca 1,8 mm.

Värmepumpens inställning vid provningen

- Under samtliga mätningar var inomhusdelens fläkt inställd på maximal hastighet och driftermostaten på maximal temperatur (31 °C).
- Avståndet mellan inomhus- och utomhusdel var ca 10 m.
- Värmepumpen har enbart körts i värmedrift.

Kommentarer angående mätningarna

Inga problem har noterats under provningens gång. Övriga kommentarer för respektive provpunkt:

- +7 °C Värmepumpen avfrostade ej.
- +2 °C Värmepumpen avfrostade 11 ggr under 24 h.
- 7 °C Värmepumpen avfrostade 19 ggr under 17 h.
- 15 °C Värmepumpen avfrostade 24 ggr under 24 h.

Värmepumpens funktion - Fujitsu General AS9R

Värmepumpen är av delat utförande med en utomhusdel och en väggplacerad inomhusdel. Mellan delarna går köldmedierör och en elkabel.

Framtill på inomhusdelen sitter luftintaget och nedtill sitter utblåset. Utblåsningsriktningen kan regleras manuellt. Sensorn för inomhustemperaturen är placerad i värmepumpens fjärrkontroll, som via en sladd är förbunden med inomhusdelen. Inomhusdelen har ett dammfilter.

Inomhusdelens fläkt kan köras med tre olika varvtal. Dessa kan väljas manuellt eller med hjälp av automatiken. Värmepumpen kan köras i värme- eller kyl drift. Man kan även köra enbart fläkten om så önskas. I snabbaste läget cirkulerar inomhusfläkten ca 450 m³/h luft. Även timer och nattsänkingsläge finns. Inställning av värmepumpens funktion görs på fjärrkontrollen.

Värmepumpens utomhusdel avfrostas vid behov med hjälp av en fyrvägsventil, s k hetgasavfrostning. Aggregatet går då i kyl drift men med fläktarna stängda under avfrostningen. Tillslag av avfrostning sker när temperaturen hos en givare vid utomhusbatteriet är lägre än -10 °C och minst 40 minuter gått sedan föregående avfrostning. Avfrostningen avbryts då ovan nämnda givare visar mer än +10 °C eller då avfrostningen varat i 15 minuter. Kapillär rör fungerar som stryporgan. Köldmedietyper är R22.

Kompressorn är av rotationstyp och har beteckningen General GRB 103 CX, 220 V/240 V, 50 Hz med serienr 90803417. 4-vägsventilen är av fabrikat Ranco.

I utomhusdelens bottenplåt finns ca två st dränagehål med diameter 15 mm. Aggregatet var utrustat med elektrisk vevhusvärmare och trågvärmare men ej med utomhustermostat som bryter spänningen till värmepumpen vid låga temperaturer. Termostat finns som tillbehör.

Utomhusbatteriets flänsdelning är ca 1,7 mm.

Värmepumpens inställning vid provningen

- Under samtliga mätningar var inomhusdelens fläkt inställd på maximal hastighet och driftermostaten på maximal temperatur.
- Avståndet mellan inomhus- och utomhusdel var ca 10 m.
- Värmepumpen har enbart körts i värmedrift.

Kommentarer angående mätningarna

Inga problem har noterats under provningens gång. Övriga kommentarer för respektive provpunkt:

- +7 °C Värmepumpen avfrostade ej.
- +2 °C Värmepumpen avfrostade 14 ggr under 19 h.
- 7 °C Värmepumpen avfrostade 13 ggr under 20 h.
- 15 °C Värmepumpen avfrostade 20 ggr under 14,5 h.

Värmepumpens funktion - Toshiba RAS 22 GKH(W)/22 GAH

Värmepumpen är av delat utförande med en utomhusdel och en väggplacerad inomhusdel. Mellan delarna går köldmedierör och en elkabel.

Framtill på inomhusdelen sitter luftintaget och nedtill sitter utblåset. Utblåsningsriktningen kan regleras manuellt. Sensorn för inomhustemperaturen är placerad vid inomhusdelens insug. Inomhusdelen har ett dammfilter.

Inomhusdelens fläkt kan köras med tre olika varvtal. Dessa kan väljas manuellt eller med hjälp av automatiken. Värmepumpen kan köras i värme-, kyl- eller avfuktningssdrift. Man kan även köra enbart fläkten om så önskas. I snabbaste läget cirkulerar inomhusfläkten ca 500 m³/h luft. Önskad inomhustemperatur kan varieras mellan 17 och 30° C. Även timer och nattsänkingsläge finns. Inställning av värmepumpens funktion görs på fjärrkontrollen, som via en sladd är förbunden med inomhusdelen.

Värmepumpens utomhusdel avfrostas vid behov med hjälp av en fyrvägsventil, s k hetgasavfrostning. Aggregatet går då i kyl drift . Tillslag av avfrostning sker när temperaturen vid en sensor i inomhusbatteriet sjunkit under en viss nivå, förutsatt att minst 40 minuter gått sedan föregående avfrostning. Avfrostningen avbryts då kompressorströmmen överstiger 5,5 A eller då aggregatet avfrostat en viss tid. Kapillär rör fungerar som stryporgan. Köldmedietyper är R22.

Kompressorn är av rotationstyp och har beteckningen PH142X2L-4L, 220V/240V, 50 Hz med serienr 90900435. 4-vägsventilen är av fabrikat Ranco..

I utomhusdelens bottenplåt finns ett dränagehål med diameter 20 mm samt 4 mindre hål. Aggregatet var utrustat med elektrisk vevhusvärmare och trågvärmare men ej med utomhustermostat som bryter spänningen till värmepumpen vid låga temperaturer. Utomhusbatteriets flänsdelning är ca 1,1 mm.

Värmepumpens inställning vid provningen

- Under samtliga mätningar var inomhusdelens fläkt inställd på maximal hastighet och driftermostaten på maximal temperatur (30 °C).
- Avståndet mellan inomhus- och utomhusdel var ca 10 m.
- Värmepumpen har enbart körts i värmedrift.

Kommentarer angående mätningarna

Inga speciella problem har noterats under provningens gång. Övriga kommentarer för respektive provpunkt:

- +7 °C Värmepumpen avfrostade ej.
- +2 °C Värmepumpen avfrostade 24 ggr under 22 h.
- 7 °C Värmepumpen avfrostade 10 ggr under 16 h.
- 15 °C Värmepumpen avfrostade 12 ggr under 10 h.

Värmepumpens funktion - Carrier 38QT/40FQ010

Värmepumpen är av delat utförande med en utomhusdel och en väggplacerad inomhusdel. Mellan delarna går köldmedierör och en elkabel.

Framtill på inomhusdelen sitter luftintaget och nedtill sitter utblåset. Utblåsningsriktningen kan regleras manuellt. Sensorn för inomhustemperaturen är placerad vid inomhusdelens insug. Inomhusdelen har ett dammfilter.

Inomhusdelens fläkt kan köras med tre olika varvtal. Dessa kan väljas manuellt eller med hjälp av automatiken. Värmepumpen kan köras i värme-, kyl- eller avfuktning-drift. Man kan även köra enbart fläkten om så önskas. I snabbaste läget cirkulerar inomhusfläkten ca 550 m³/h luft. Önskad inomhustemperatur kan varieras mellan 17 och 30° C. Även timer, energi-sparläge och nattsänkingsläge finns. Inställning av värmepumpens funktion görs på fjärrkon-trollen, som via en sladd är förbunden med inomhusdelen.

Värmepumpens utomhusdel avfrostar vid behov med hjälp av en fyrvägsventil, s k hetgasavfrostning. Aggregatet går då i kyl-drift. Tillslag av avfrostning sker när temperaturen vid en sensor i inomhusbateriet sjunkit under en viss nivå, förutsatt att minst 40 minuter gått sedan föregående avfrostning. Avfrostningen avbryts då kompressorströmmen överstiger 5,5 A eller då aggregatet avfrostat en viss tid. Kapillärör fungerar som stryporgan. Köldmedietyper är R22.

Kompressorn är av rotationstyp och har beteckningen PH142X2L-4L. 4-vägsventilen är av fabrikat Ranco.

I utomhusdelens bottenplåt finns ett dränagehål med diameter 20 mm samt 4 mindre hål. Aggregatet var ej utrustat med elektrisk vevhusvärmare, trågvärmare eller utomhustermostat som bryter spänningen till värmepumpen vid låga temperaturer.

Utomhusbateriets flänsdelning är ca 1,2 mm.

Värmepumpens inställning vid provningen

- Under samtliga mätningar var inomhusdelens fläkt inställd på maximal hastighet och drifttermostaten på maximal temperatur (30 °C).
- Avståndet mellan inomhus- och utomhusdel var ca 10 m.
- Värmepumpen har enbart körts i värmedrift.

Kommentarer angående mätningarna

Inga speciella problem har noterats under provningens gång. Övriga kommentarer för respektive provpunkt:

- +7 °C Värmepumpen avfrostade ej.
- +2 °C Värmepumpen avfrostade 5 ggr under 4 h.
- 7 °C Värmepumpen avfrostade 15 ggr under 24 h.
- 15 °C Värmepumpen avfrostade 18 ggr under 14 h.

Värmepumpens funktion - Mitsubishi Clima Miniman II

Värmepumpen är av delat utförande med en utomhusdel och en golvplacerad inomhusdel. Mellan delarna går köldmedierör och en elkabel.

Nertill på inomhusdelen sitter luftintaget och upptill sitter utblåset. Utblåsningsriktningen kan regleras genom att utloppsgallret flyttas. Sensorn för inomhustemperaturen är placerad vid inomhusdelens insug. Inomhusdelen har ett dammfilter.

Inomhusdelens fläkt kan köras med tre olika varvtal. Dessa kan väljas manuellt eller med hjälp av automatiken. Värmepumpen kan köras i värme-, kyl- eller avfuktning-drift. Man kan även köra enbart fläkten om så önskas. I snabbaste läget drar inomhusfläkten ca 60 W och cirkulerar då 480 m³/h luft. Önskad inomhustemperatur kan varieras mellan 18 och 30° C. Även timer och nattsänkingsläge finns. Inställning av värmepumpens funktion görs på kontrollenheten.

Värmepumpens utomhusdel avfrostas vid behov med hjälp av en fyrvägsventil, s k hetgasavfrostning. Aggregatet går då i kyldrift men med inomhusfläkten stängd under avfrostningen. Tillslag av avfrostning sker när temperaturen hos en givare vid utomhusdelens batteri understiger -3 °C, förutsatt att kompressorn varit igång minst 5 minuter och att minst 50 minuter gått sedan föregående avfrostnings slut. Avfrostningen avbryts då en givare vid utomhusdelens batteri visar mer än + 14° C eller om avfrostningen varat mer än 10 minuter. Kapillärör och en backventil fungerar som stryporgan. Köldmedietyp är R22. Kompressorn är av rotationstyp och har beteckningen RK5514GNVE9 med serienr 010879. 4-vägsventilen är av fabrikat Ranco.

I utomhusdelens bottenplåt finns 10-15 st dränagehål med diameter 15 mm. Aggregatet var utrustat med elektrisk vevhusvärmare, trågvärmare och utomhustermostat som bryter spänningen till värmepumpen vid låga temperaturer. Utomhustermostaten var vid provningen urkopplad. En annan termostat slår till elvärmarna vid ca 0 °C och slår ifrån vid ca +3 °C. Elektrostatfilter finns som tillbehör. Utomhusbatteriets flänsdelning är ca 1,9 mm.

Värmepumpens inställning vid provningen

- Under samtliga mätningar var inomhusdelens fläkt inställd på maximal hastighet och driftermostaten på maximal temperatur (30 °C).
- Avståndet mellan inomhus- och utomhusdel var ca 10 m.
- Värmepumpen har enbart körts i värmedrift.

Kommentarer angående mätningarna

Efter byte av läckande freonledare kunde provningen genomföras. Övriga kommentarer för respektive provpunkt:

- +7 °C Värmepumpen avfrostade ej.
- +2 °C Värmepumpen avfrostade 26 ggr under 24 h.
- 7 °C Värmepumpen avfrostade 7 ggr under 6 h.
- 15 °C Värmepumpen avfrostade 12 ggr under 10 h.

Värmepumpens funktion - Sanyo SAP-KC92 GH5

Värmepumpen är av delat utförande med en utomhusdel och en väggplacerad inomhusdel. Mellan delarna går köldmedierör och en elkabel.

Framtill på inomhusdelen sitter luftintaget och nedtill sitter utblåset. Utblåsningsriktningen kan regleras manuellt. Sensorn för inomhustemperaturen sitter i värmepumpens fjärrkontroll, som via en sladd är förbunden med inomhusdelen. Inomhusdelen har ett dammfilter.

Inomhusdelens fläkt kan köras med tre olika varvtal. Dessa kan väljas manuellt eller med hjälp av automatiken. Värmepumpen kan köras i värme-, kyl- eller autodrift. I läge auto går aggregatet i värme- eller kyl drift beroende på behovet. Man kan även köra enbart fläkten om så önskas. I snabbaste läget drar inomhusfläkten ca 22 W och cirkulerar då 450 m³/h luft. Önskad inomhustemperatur kan varieras mellan 18 och 28° C. Även timer, energisparläge och nattsänkingsläge finns. Inställning av värmepumpens funktion görs på fjärrkontrollen.

Värmepumpens utomhusdel avfrostas vid behov med hjälp av en fyrvägsventil, s k hetgasavfrostning. Aggregatet går då i kyl drift men med fläktarna stängda under avfrostningen. Tillslag av avfrostning sker när temperaturen hos en givare vid inomhusdelens batteri sjunker med en viss hastighet, förutsatt att aggregatet varit i drift minst 18 minuter. Avfrostningen avbryts då en givare vid utomhusdelens batteri visar mer än + 12° C eller om avfrostningen varat mer än 11,5 minuter. Aggregatet avfrostar tvångsmässigt var tredje timma oavsett behov. Två kapillär rör och en backventil fungerar som stryporgan. Köldmedietyper är R22.

I utomhusdelens bottenplåt finns ca sju st dränagehål med diameter 15 mm samt några småhål. Aggregatet var ej utrustat med elektrisk vevhusvärmare, trågvärmare eller utomhustermostat som bryter spänningen till värmepumpen vid låga temperaturer. Efter som hetgasen vid kyl drift (dvs vid avfrostning) går in vid utomhusbatteriets nedre del anser tillverkaren att bottenplåtsvärmare ej behövs. Värmare till bottenplåten finns dock som extra tillbehör. Utomhusbatteriets flänsdelning är ca 1,4 mm.

Värmepumpens inställning vid provningen

- Under samtliga mätningar var inomhusdelens fläkt inställd på maximal hastighet och drifttermostaten på maximal temperatur (28 °C).
- Avståndet mellan inomhus- och utomhusdel var ca 10 m.
- Värmepumpen har enbart körts i värmedrift.

Kommentarer angående mätningarna

Vid provpunkten med utomhustemperaturen +2°C och eventuellt vid -7 °C har värmepumpen haft problem med avfrostningen. Troligtvis har reverseringen fördröjts, t ex på grund av felaktighet hos fyrvägsventilen, elektroniken eller temperaturgivaren som initierar avfrostning.

Utvärderingen av resultaten har dock gjorts med de på- och avfrostningscykler då avfrostningen fungerat som avsett.

Ett annat aggregat av samma modell har tidigare provats inom uppdraget. Övriga kommentarer för respektive provpunkt:

- +7 °C Värmepumpen avfrostade 4 ggr under 12 h.
- +2 °C Värmepumpen avfrostade 9 ggr under 10 h.
- 7 °C Värmepumpen avfrostade 6 ggr under 20 h.
- 15 °C Värmepumpen avfrostade 8 ggr under 24 h.

Värmepumpens funktion - Panasonic CS-970KE/CU-970KE

Värmepumpen är av delat utförande med en utomhusdel och en väggplacerad inomhusdel. Mellan delarna går köldmedierör och en elkabel.

Framtill på inomhusdelen sitter luftintaget och nedtill sitter utblåset. Utblåsningsriktningen kan regleras manuellt eller automatiskt. Sensorn för inomhustemperaturen är placerad vid inomhusdelens insug. Inomhusdelen har ett dammfilter.

Inomhusdelens fläkt kan köras med tre olika varvtal. Dessa väljs manuellt. Värmepumpen kan köras i värme-, kyl- eller avfuktningssdrift. I näst snabbaste läget drar inomhusfläkten ca 26 W och cirkulerar då 420 m³/h luft. Önskad inomhustemperatur kan varieras mellan 16 och 30° C. Även timer och nattsänkingsläge finns. Inställning av värmepumpens funktion görs på den trådlösa fjärrkontrollen.

Värmepumpens utomhusdel avfrostar vid behov med hjälp av en fyrvägsventil, s k hetgasavfrostning. Aggregatet går då i kyldrift men med fläktarna stängda under avfrostningen. Tillslag av avfrostning sker när temperaturen vid en givare i inomhusbatteriet går under 46 °C, förutsatt att maskinen varit i drift i minst 60 minuter. Avfrostningen avbryts då trycket hos en pressostat i utedelen nått en viss nivå, dock senast efter nio minuters avfrostning. Kapillärör fungerar som stryporgan. Köldmedietyper är R22.

I utomhusdelens bottenplåt finns ett dränagehål med diameter 20 mm samt några mindre. Aggregatet var utrustat med elektrisk vevhusvärmare, trågvärmare och utomhus-termostat som bryter spänningen till värmepumpen vid låga temperaturer.

Utomhusbatteriets flänsdelning är ca 1,3 mm.

Värmepumpens inställning vid provningen

- Under samtliga mätningar var inomhusdelens fläkt inställd på maximal hastighet och drifftermostaten på maximal temperatur (30 °C).
- Avståndet mellan inomhus- och utomhusdel var ca 10 m.
- Värmepumpen har enbart körts i värmedrift.
- För att provning vid -15 °C skulle kunna genomföras fick utomhustermostatens börvärde sänkas.

Kommentarer angående mätningarna

Inga problem har noterats under provningens gång. Övriga kommentarer för respektive provpunkt:

- +7 °C Värmepumpen avfrostade ej.
- +2 °C Värmepumpen avfrostade 7 ggr under 15 h.
- 7 °C Värmepumpen avfrostade 14 ggr under 15 h.
- 15 °C Värmepumpen avfrostade ej.

Värmepumpens funktion - Corona 290 IX

Värmepumpen är av delat utförande med en utomhusdel och en väggplacerad inomhusdel. Mellan delarna går köldmedierör och en elkabel.

Framtill på inomhusdelen sitter luftintaget och nedtill sitter utblåset. Utblåsningsriktningen kan regleras manuellt eller med hjälp av automatiken. Sensorn för inomhustemperaturen är placerad vid inomhusdelens luftintag. Inomhusdelen har ett mekaniskt dammfilter och ett elektrostatfilter.

Inomhusdelens fläkt kan köras med tre olika varvtal. Dessa kan väljas manuellt eller med hjälp av automatiken. Värmepumpen kan köras i värme-, kyl- eller avfuktningssdrift. Man kan även köra enbart fläkten om så önskas. I snabbaste läget cirkulerar inomhusfläkten ca 510 m³/h luft. Önskad inomhustemperatur kan varieras mellan 17 och 30° C. Även timerfunktion finns. Inställning av värmepumpens funktion görs på den trådlösa fjärrkontrollen.

Värmepumpens utomhusdel avfrostas vid behov med hjälp av en fyrvägsventil, s k hetgasavfrostning. Aggregatet går då i kyl drift men med fläktarna stängda under avfrostningen. Tillslag av avfrostning sker när temperaturen vid en givare i utomhusdelen går under ett visst värde, förutsatt att maskinen varit i drift en viss tid. Avfrostningen avbryts då temperaturen vid ovanstående givare går över ett visst värde. Avfrostningstiden är dock maximerad. En expansionsventil och kapillär rör fungerar som stryporgan. Köldmedietyper är R22.

Kompressorn är av rotationstyp och har beteckningen HV188X1-S12F1, 3 phase, 114V, 60 Hz med serienr 00601619. Kompressorn är inverterstyrd. 4-vägsventilen är av fabrikat Ranco.

I utomhusdelens bottenplåt finns ca två st dränagehål med diameter 15 mm. Aggregatet var ej utrustat med elektrisk vevhusvärmare, trågvärmare eller utomhustermostat som bryter spänningen till värmepumpen vid låga temperaturer. Trågvärmare i form av hetgasslinga kommer enligt importören att finnas på de maskiner som skall säljas i Sverige.

Utomhusbatteriets flänsdelning är ca 1,4 mm.

Värmepumpens inställning vid provningen

- Under samtliga mätningar var inomhusdelens fläkt inställd på maximal hastighet och drifttermostaten på maximal temperatur (30 °C).
- Elektrostatfiltret har varit inkopplat.
- Avståndet mellan inomhus- och utomhusdel var ca 10 m.
- Värmepumpen har enbart körts i värmedrift.

Kommentarer angående mätningarna

En annan modell har tidigare provats inom uppdraget.

Övriga kommentarer för respektive provpunkt:

- +7 °C Värmepumpen avfrostade 3 ggr under 7 h.
- +2 °C Värmepumpen avfrostade 19 ggr under 18 h.
- 7 °C Värmepumpen avfrostade 26 ggr under 18 h.
- 15 °C Värmepumpen avfrostade 14 ggr under 10 h.

Värmepumpens funktion - Airwell SMR-230

Värmepumpen är av delat utförande med en utomhusdel och en väggplacerad inomhusdel. Mellan delarna går köldmedierör och en elkabel.

Framtill på inomhusdelen sitter luftintaget och nedtill sitter utblåset. Utblåsningsriktningen kan regleras manuellt. Sensorn för inomhustemperaturen är placerad vid inomhusdelens insug. Inomhusdelen har ett dammfilter.

Inomhusdelens fläkt kan köras med två olika varvtal. Dessa väljs manuellt. Värmepumpen kan köras i värme- eller kyl drift. I snabbaste läget drar inomhusfläkten ca 35 W och cirkulerar då 390 m³/h luft. Önskad inomhustemperatur ställs in med en ratt på inomhusdelen. Inställning av värmepumpens funktion görs på den trådlösa fjärrkontrollen, som kan användas upphängd på aggregatet eller avtagen

Värmepumpens utomhusdel avfrostas vid behov med hjälp av en fyrvägsventil, s k hetgasavfrostning. Aggregatet går då i kyl drift men med fläktarna stängda under avfrostningen. Tillslag av avfrostning sker när temperaturen hos en givare i utomhusbatteriet går under -1,5 °C, förutsatt att kompressorns ackumulerade gångtid från föregående avfrostning är minst 55 minuter. Avfrostningen avbryts då ovanstående temperaturgivare visar mer än +18 °C eller efter 10 minuter avfrostning. Ett kapillär rör fungerar som stryporgan. Köldmedietyper är R22.

Kompressorn är av rotationstyp och har beteckningen Mitsubishi Electric RH 135 VAC, 220/240 V, 50 Hz med serienr 00663600.

I utomhusdelens bottenplåt finns ca fem st dränagehål. Aggregatet var utrustat med elektrisk vevhusvärmare men ej med trågvärmare eller utomhustermostat som bryter spänningen till värmepumpen vid låga temperaturer. Trågvärmare bedöms ej behövas på grund av avsaknad av bottenplåt under batteriet. Termostat monteras normalt. Utomhusbatteriets flänsdelning är ca 2,2 mm.

Inomhusbatteriet är förberett för montage av elstavar vilka säljs som extrautrustning. Dessa stavar kan inkopplas så att de går igång då värmepumpen avfrostar eller då utomhustermostaten bryter för att utetemperaturen är för låg.

Värmepumpens inställning vid provningen

- Under samtliga mätningar var inomhusdelens fläkt inställd på maximal hastighet och drifttermostaten på maximal temperatur.
- Avståndet mellan inomhus- och utomhusdel var ca 10 m.
- Värmepumpen har enbart körts i värmedrift.

Kommentarer angående mätningarna

- Värmepumpen har tidigare provats inom uppdraget, varefter ett kompressorbyte utfördes
- Den provade inomhusdelen hade obalans i fläkten. Ljudprovning har utförts med en annan inomhusdel. Se separat redovisning.
- Övriga kommentarer för respektive provpunkt:

- +7 °C Värmepumpen avfrostade ej.
- +2 °C Värmepumpen avfrostade 19 ggr under 20 h.
- 7 °C Värmepumpen avfrostade 23 ggr under 24 h.
- 15 °C Värmepumpen avfrostade 15 ggr under 15 h.





R47 : 1991

ISBN 91-540-5368-4

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6811047

Abonnemangsgrupp:
W. Installationer

Distribution:
Svensk Byggtjänst
171 88 Solna

Cirkapris: 45 kr exkl moms