



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

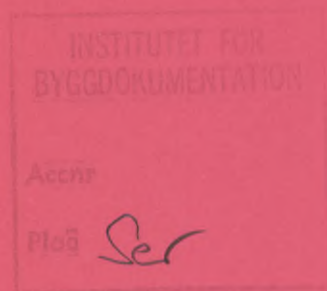
R2:1989

REF/sbl

**Frysskyddande åtgärder för
luftvärmare**

Fältstudie

Hugo Brännström



Byggforskningsrådet

R2:1989

FRYSSKYDDANDE ATGÄRDER FÖR LUFTVÄRMARE
Fältstudie

Hugo Brännström

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 860123-1
från Statens råd för byggnadsforskning till NAB Konsult,
Luleå.

REFERAT

Projektets huvudsyfte har varit att dels ta reda på hur frysskyddande åtgärder beskrivs i förfrågningsunderlag och dels försöka klarlägga frysorsaker.

Antalet frysningar har relativt sett minskat genom åren mest på grund av förbättrad teknik men frysningarna uppskattas finnas till mellan 3 och 4 000/år med en skadekostnad på 40-50Mkr/år.

I undersökningen granskade frysningar (65 st) har framkommit att luft i värmesystemen och totalt spänningsbortfall är de som toppar listan över orsaker till frysningar.

Av granskade förfrågningsunderlag framgår tydligt att konstruktörer i gemen har dålig insikt i frysskyddsfrågorna vilket i sin tur leder till ett sämre frysskydd.

I denna rapport belyses problemet ur olika aspekter och förslag lämnas till frysskyddande åtgärder.

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

Denna skrift är tryckt på miljövänligt, oblekt papper.

R2:1989

ISBN 91-540-4988-1

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

INNEHÅLL	SID	
0	SAMMANFATTNING	5
1	INLEDNING	7
2	PROJEKTBEKRIVNING	8
3	UNDERSÖKNINGSMETODIK	9
4	HISTORIK	10
5	UNDERSÖKNINGSRESULTAT	11
6	ENTREPRENADBESKRIVNINGAR	14
7	FRYSSKYDDANDE ATGÄRDER	15
7.1	Frysvakten	15
7.2	Styrventilen	16
7.3	Intern pump	16
7.4	Avställt aggregat	16
7.5	Värmeväxlare	17
7.6	Aggregatplacering	18
7.7	Larmfunktioner	18
7.8	Sammanfattande råd	18
8	FRYSVAKTER	19
9	PREFAB ENHETSAGGREGAT	22
10	ÖVRIGA SYNPUNKTER	23
10.1	Frysningens karaktär	23
10.2	Test av frysvakt - en varning	23
10.3	Spjällställdon i uteluften	23
10.4	Spänningsbortfall	24
10.5	Luftningsproblem	25
10.6	Shuntgruppen	25
10.7	Avställning med arbetsbrytare	25
10.8	Ojämn belastning på luftvärmaren	26
10.9	Ostabil reglering	26
10.10	Med-/motströmskopplade luftvärmare	27
10.11	Äldre installationer	27
10.12	Frysning under byggskedet	27
10.13	Följdverkningar	28
11	PERIODISK TILLSYN	29
12	ÅTGÄRD VID INTRÄFFAD FRYSNING	31
13	SKADESTATISTIK	32
14	FRAMTIDSPERSPEKTIV	33
15	REFERENSER	34

- BILAGA 1 Sammanställning av undersökningsresultat
- BILAGA 2 Exempel på text i entreprenadbeskrivningar om frysskyddande åtgärder
- BILAGA 3 Placeringsalternativ för frysvaktens givar-element
- BILAGA 4 Prefabricerade (enhets-) aggregat
- BILAGA 5 Skador på sönderfrusna luftvärmare
- BILAGA 6 Exempel på felaktigt handhavande
- BILAGA 7 Extra spjäll för avledning av kall läckageluft

0 SAMMANFATTNING

Antalet luftvärmare som bedöms utsatta för frysfara uppskattas till ca 150 000 varav ca 3-4 000 fryssningar sker per år med skadekostnader som uppgår till 40-50 Mkr/år.

Målsättningen för projektet har varit dels att ta reda på hur frysskyddande åtgärder beskrivs i förfrågningsunderlag och dels försöka kartlägga fryrsorsakerna.

Antalet fryssningar har relativt sett minskat betydligt under senare tid, dels genom förbättrad teknik och därmed möjligheter till fler och säkrare frysskyddande åtgärder. Som följd av nedgången av antalet frysskador kan spåras att man nonchalerar vissa åtgärder som erfarenheten visat behov av.

Rätt uppbyggda frysskyddande åtgärder kräver som regel att två fel måste föreligga innan en fryssning kommer till stånd. Ett av undantagen är när totalt spänningsbortfall inträffar. Tyvärr har på senare tid allt fler spänningsbortfall för större eller mindre regioner i samhället noterats. Problemet spänningsbortfall med dess konsekvenser beaktas nästan aldrig i dessa sammanhang.

För en inträffad fryssning är det ofta svårt att helt klarlägga orsakssammanhanget vilket utredningen visar. Som regel kan en av orsakerna fastställas. I utredningen har ett 60-tal fryssningar studerats för vilka följande orsaker har varit de mest frekventa.

- Luftningsproblem	10 fall
- Spänningsbortfall	9 fall
- Ingen temperaturreglering av batterikretsen vid avställt aggr	8 fall
- Ej fungerande spjällställdon pga kyla	3 fall
- Felplacerade givarelement	3 fall

Därutöver kan nämnas att för 8 fall har ej någon klar orsak kunnat fastställas.

Eftersom orsakerna är av skiftande slag är det viktigt att bygga in ett antal åtgärder, i all synnerhet som de i de flesta fall är av rutinkaraktär utan större ekonomiska uppoftningar.

Vad beträffar förfrågningsunderlagen så kan klart konstateras att konstruktören i gemen antingen har dålig insikt i de frysskyddande åtgärderna eller ringa intresse för problemet. Då viss rutin byggts upp inom branschen i denna fråga så rättas många felaktigheter och luddigheter i förfrågningsunderlagen till vid detaljplaneringen hos reglerföretagets handläggare.

Av förfrågningsunderlagen att döma så handläggs frys-skyddande frågor mer seriöst i de norra delarna av landet vilket torde bero på klimatskillnaderna.

I denna rapport belyses problemet och förslag till frys-skyddande åtgärder lämnas.

Här bör också nämnas om en upptäckt som gjorts på Högskolan i Luleå om frysförlopp. Denna upptäckt kan leda till att frysningar i det närmaste kommer att försvinna och att vissa förenklingar (förbilliganden) i installationerna blir möjliga.

1 INLEDNING

Vattenburna luftvärmare som arbetar med uteluft är alltid utsatta för frysfara på ena eller andra sättet. Sönderfrysningar har alltid förekommit i större eller mindre omfattning. En markant minskning av frysfrekvensen har successivt skett under de senaste tjugo åren till en nivå som i stort sett accepterats av marknaden som "normal". Denna relativt låga frysfrekvens har inom branschen lett fram till en viss ponchalans som i sin tur gett viss stagnation ifråga om förbättringsåtgärder och t o m kan skönjas tendens att ej utnyttja delar av de kunskaper vi skaffat oss under åren.

En orsak till att frysproblemet ofta handlägges mer lättvindigt idag än tidigare är tillkomsten av värmeåtervinnare som numera mycket ofta ingår i ett luftbehandlingssystem. Risken för frysning har givetvis minskats men kvarstår dock.

Betänker man att det uppskattningsvis inom landet finns ca 150 000 luftvärmare som är utsatta för uppenbar frysrisk och att 3-4 000 av dem fryser under en vintersäsong så är problemet trots allt betydande. Om de kostnader i tid och pengar som en genomsnittsfrysning innebär uppskattas till 10-15 000 kr är de totala skadekostnaderna uppe i 40-50 Mkr/år. Följdverkningar i form av driftstörningar o d ej inräknade.

En insats att försöka nedbringa antalet frysningar uppfattas därför som väl befogad.

I denna rapport belyses orsakerna till frysningar samt anges metoder att förebygga dessa.

2 PROJEKTBEKRIVNING

Projektets målsättning har varit att genom kartläggning av inträffade frysningar kunna formulera rekommendationer om frysskyddande åtgärder.

För projektets genomförande har i grova drag två riktlinjer gällt, nämligen

dels att ta reda på hur frysskyddande åtgärder beskrivs i förfrågningsunderlagen (entreprenadhandlingarna) hos landets konsulter,

dels att kartlägga orsaken till frysningar som inträffat och hur frysskyddsåtgärder i dessa fall var uppbyggda.

På marknaden har under senare tid saluförts prefabricerade aggregat helt kompletta, ofta med styrutrustning. Även dessa har granskats beträffande frysskyddande åtgärder.

3 UNDERSÖKNINGSMETODIK

Bedömningen av antalet luftvärmare som finns inom landet och är utsatta för frysfara har skett genom uppskattning av antalet sålda frysvakter per år. Då försäljningsvolymen i detta fall av vissa betraktas som försäljningshemlighet får uppskattningen 15 000 st/år betraktas med viss osäkerhet. Uppskattas livslängden av en dylik installation till mellan 10 och 15 år så erhålls en totalsumma av minst 150 000 st aktiva luftvärmare i vårt land.

Beträffande konsultens handläggning av frysskyddande åtgärder i sina förfrågningsunderlag har beskrivningsexempel erhållits från ett flertal företag.

För att få kännedom om inträffade sönderfrysningar har en folder med frågeformulär och svarskort tagits fram och distribuerats till olika intressenter. Önskemål om uppgifter på inträffade sönderfrysningar har framförts till bl a

- Rörfirmornas Riksförbund (R) som vidarebefordrat önskemålet till ett antal av sina medlemmar runt om i landet
- Samtliga rör- och ventilationsfirmor inom Norrbotten
- Landstingen i Norr- och Västerbotten samt Västmanlands läns landsting
- Samtliga kommuner inom Norr- och Västerbotten
- Samtliga verksamma reglerfirmor inom Norrbotten
- Större fastighetsägare inom Norrbotten
- I övrigt har budskapet förmedlats vid personliga kontakter

Därutöver har Försäkringsbolagens Byggreparationskommitté kontaktats via Folksam Stockholm (Lennart Westlund) för att nå försäkringsbolagens skadeinspektörer. Tyvärr har kommittén bedömt att de ej kan belasta skadeinspektörerna med önskemålet att separat rapportera sönderfrusna luftvärmare.

För att sprida kännedomen om utredningen och önskemålet om att rapportera frysskador har tidskriften VVS & Energi (87/11) välvilligt tagit in en spalt om utredningen.

En historisk återblick kan vara på sin plats för att belysa utvecklingen och förståelsen för äldre installationers uppbyggnad ur frysskyddande synpunkt.

Fram till i mitten av 50-talet var frysvakten den enda frysskyddande åtgärden med funktionen att "stoppa aggregatet och stänga uteluftspjället" vid frysfara. Frysvakterna var elektromekaniska av stavtyp eller med kapillär-rör och bulb. Då liksom nu fanns viss tveksamhet om givarelementets placering och lämplig bryttemperatur. Frysvakterna saknade anordning för "manuell återställning" (= varaktig brytning) vilket ledde till automatiska återstarter och därmed ökad risk för frysning. Man kunde konstatera att många frysningar skedde under icke driftperioder (nattetid). Denna upptäckt gjorde att det blev vanligt att tvångsöppna motorventilen vid stopp av aggregatet. Detta i sin tur ledde till höga temperaturer inuti aggregatet med uttorkning av drivremmar och lager samt uppstartningsproblem.

I slutet av 50-talet lanserades frysvakten med den "långa känselkroppen" (6-8 m) att fördelas på batteriets "varma" sida och där reagera för den lägsta temperaturen. Vid samma tidpunkt blev det även vanligt med frysvakter utrustade med anordning för manuell återstart. Med effektivare frysvakt och "varaktig brytning" ökade bekymren med allt fler "falska utlösningar". För att komma tillrätta med problemet insåg man behovet av att på något sätt i "alla lägen" upprätthålla vattencirkulationen i batteriet. Den interna cirkulationspumpen blev "räddningen" och efter många åsikter om dess inkoppling och dimensionering så har man kommit fram till dagens synsätt. Tvångsöppningen av motorventilen under icke driftperioder kvarstod.

I slutet av 60-talet lanserades (Fläkt) frysvakten med givare instucken i batteritub vilket eliminerade felmontering då givaren i batterituben genom ökat flödesmotstånd gör just den tuben mest utsatt för nedkylning (frysning).

Under 70-talet har de elektroniska reglerutrustningarna utvecklats och gett möjligheter att enkelt anordna temperaturreglering av batterikretsen under icke driftperioder varvid behovet av att tvångsöppna motorventilen för undvikande av frysning bortfallit samtidigt som övertemperaturer inuti aggregatet och därmed vissa uppstartproblem kunnat elimineras.

Idag är de elektroniska frysvakterna dominerande i våra installationer.

5 UNDERSÖKNINGSRESULTAT

De önskemål som framförts till olika instanser om rapportering av inträffade frysningar har hörsammats mycket dåligt. Endast ett fåtal svar, skriftligen nedtecknade på tillhandahållna blanketter, har inkommit.

Trots senare försök med förenkling till endast ett svars-kort att fylla i har inrapporteringen varit sparsam.

Man kan förledas att tro att mycket få frysningar inträffar men vid närmare efterforskningar visar det sig att frysningar inträffat men inrapporteringen av ena eller andra anledningen har ej blivit gjord.

Orsaken till uteblivna inrapporteringar kan vara många men sättet på vilket en inträffad frysning handlägges och ofta med akutinsatser som följd gör att rapporteringen "faller bort". Vid upprepade frysningar på samma luftvärmare ökar benägenheten till rapportering för att "söka hjälp".

Notisen i VVS & Energi (87/11) gav till resultat några telefonsamtal som anmärkningsvärt kom från södra delen av vårt land.

Jämförande uppgifter om relativa skillnader i antalet frysningar mellan olika delar av landet har undersökningen ej gett. En tendens kan dock skönjas genom bl a studium av förfrågningsunderlagen att frysproblemet behandlas mer seriöst i de norra delarna av landet vilket torde ha sin grund i klimatskillnaderna.

Främst genom personliga kontakter har ett 60-tal frysningar kommit till utredningens kännedom. Då kunskapen hos driftansvariga i de flesta fall varit begränsad när det gäller att vid telefonsamtal närmare klargöra orsaken till det inträffade har ett 30-tal platsbesök gjorts med undersökningar och intervjuer.

I ett antal fall har orsaken till inträffad frysning med säkerhet kunnat fastställas. Konstaterade orsaker är av skiftande slag - någon "röd tråd" som övergripande orsak har ej kunnat spåras annat än att förebyggande åtgärder ej seriöst blivit analyserade och beaktade. Av konstaterade orsaker och/eller bidragande orsaker (se bil 1) kan följande nämnas:

- Frysvaktens givare felplacerad eller felaktigt anbringad.
- Frysvaktens temperaturinställning felaktig i förhållande till givarplacering.
- Luft i värmaren som försvårar vattencirkulationen.

- Avsaknad av avstängningsspjäll mot uteluften (främst för avluften).
- Felaktiga pumpdata (= för små flöden).
- Ej injusterade vattenflöden.
- Totala spänningsbortfall.
- Felmanöver vid funktionsprov.
- Utebliven värmertilförsel.
- Spjällställdon placerade i uteluften (aggregatets in-tagsdel) där fjäderstängning försvåras vid temperaturer under -20°C .

Som komplettering till ovanstående "lista" kan nämnas att äldre installationer (10-15 år gamla) naturligt nog oftare har brister i frysskyddande åtgärder än nyare motsvarigheter. Därtill framgår att bristande underhåll av installationerna ökar risken för frysning genom upprepade driftstörningar.

Beträffande felplacerade givarelement så har observerats ett antal luftvärmare som vattenmässigt kopplats "medströms" beroende på okunnighet och dåliga instruktioner från luftvärmartillverkaren och därigenom lett till felplaceringen av givarelementet.

Undersökningen har även gett indikationer på (dock utan bevis) att följande förhållanden har orsakssammanhang:

- 2-hastighetsdrift.
- Ostabil temperaturreglering.
- Uppstartförloppet.
- Ojämn belastning i höjldled på luftvärmaren (spjäll eller kanalrök som styr luftflödet).

Med rätt uppbyggt system för frysskydd krävs att minst två fel måste inträffa samtidigt för att en frysning ska ske. I installationer där något säkerhetsmoment ej är medtaget är givetvis risken för frysning avsevärt större. Som exempel, om spjäll mot uteluften saknas och tvångsöppning av motorventilen ej finns med vid pumpstopp, förstås att om den interna pumpen stannar (= utlöst motorskydd) är faran uppenbar.

Att skydda luftvärmare från frysning vid totalt spänningsbortfall (vilket vi i framtiden måste räkna med oftare än hittills) kan synas svårt men måste vara med i hanteringen. Ett fall med flera frysningar under en kall natt 1986 i centrala Luleå kunde spåras till ett planerat (!) spänningsbortfall under ca 3 timmar.

Hanteringen av en inträffad frysning är som regel under all kritik beroende på dålig insikt och kunnande hos driftansvarig. Av utredningen framgår med all önskvärd tydlighet att gången efter en inträffad frysning som regel blir:

att luftvärmaren avstängs från värmesystemet,

att rörfirma kontaktas som konstaterar var läckaget finns och löder igen skadan. Är skadorna för stora kan byte av luftvärmare bli aktuell,

att reglerfirma kontaktas för att kontrollera funktionerna (givetvis mot vad som tidigare gällt),

att installationen tas i drift.

Någon övergripande undersökning av orsaken till det inträffade förekommer mycket sällan. Man nöjer sig med att gissa på olika orsaker utan att förvissa sig. Ofta inträffar frysningar av samma luftvärmare år efter år som till slut resignerat bedöms som "naturligt".

Kontentan av undersökningen är att frysproblemet måste bekämpas från två håll, nämligen dels genom "inbyggda" säkerhetsanordningar och dels som förebyggande anordningar.

6 ENTREPRENADBESKRIVNINGAR

De material- och funktionsbeskrivningar som erhållits från konsultledet har granskats beträffande frysskyddande åtgärder och genomgående har man mycket lättvindigt handskats med denna fråga. Några exempel:

- Typ av frysvakt anges sällan varför utrymme finns för leverantören att välja (= lägsta kostnad).
- Givarelementets placering i systemet överlåtes ofta till någon av entreprenörerna (montören ej alltid fackkunnig).
- Frysvaktens funktion beskrivs schablonmässigt "att stoppa aggregatet och stänga uteluftspjället" utan andra funktionsangivelser. (Fler funktioner krävs som regel).
- Aggregatenheter såväl prefabricerade som platsbyggda saknar ibland motordrivna spjäll för avluften.
- För injustering av värmevattenflödet till shuntgruppen och genom luftvärmaren saknas praktiskt taget alltid anvisningar.
- Krav på den interna cirkulationspumpens tryck/flödeskaraktäristika är sällan angivna. Tillräckligt vattenflöde genom luftvärmaren måste "i alla lägen" säkerställas.

Av bilaga 2 framgår typiska beskrivningsexempel.

7 FRYSSKYDDANDE ÅTGÄRDER

Målsättningen för frysskyddande åtgärder är givetvis att så långt möjligt förhindra frysning med följdverkningar av mer eller mindre allvarligt (kostbart) slag. Då följdverkningarna ofta är förenade med såväl kostnader som besvär av olika slag finns det goda skäl att inte snåla med säkerheten, speciellt om detta ej leder till komplikationer eller märkbara fördyringar.

Med lämplig uppbyggnad kan dubbel säkerhet uppnås - i den betydelsen att om en frysning ska komma till stånd måste två fel föreligga.

I det följande presenteras åtgärder som "vuxit fram" genom åren och vars betydelse bekräftats i denna undersökning och som sammantaget ger den säkerhet som är rimlig.

7.1 Frysvakten

Frysvakten är givetvis ett måste men kan tyvärr ej ensam svara för frysskyddet hur tekniskt fulländat det än är.

Frysvaktens huvuduppgift är att känna av luftvärmarens vattentemperatur och att avställa betjänat aggregat när frysfara föreligger.

När frysvakten löser ut för frysfara ska hela det berörda luftbehandlingssystemet avställas och vissa frysskyddande funktioner aktiveras såsom:

- Tilluftsfläkten stoppas omedelbart (eventuella tidsfördröjningar för andra funktionskrav kopplas bort) liksom samtliga frånluftsfläktar som tillhör ventilationssystemet. Det är viktigt att även frånluftsfläktar stoppas för att ej förstärka eventuellt undertryck i byggnaden som kan förorsaka insug av kall uteluft genom otäta uteluftsspjäll.
- Uteluftsspjällen tvångsstängs. Här är det viktigt:
 - att spjällen är av god kvalitet ifråga om täthet,
 - att spjällställdonen har fjäderretur,
 - att den mekaniska hoplänkningen mellan ställdon och spjäll är rätt utförd så att ställdonet orkar med att stänga spjället. Dåliga spjällmotorkopplingar påträffas alltför ofta,
 - att det vid ett kombinationsaggregat (FTX) även finns uteluftsspjäll för avluftssidan. Uteluft kan komma in den vägen och förorsaka frysning.
- Tvångsöppna styrventilen.

7.2 Styrventilen

Att tvångsöppna styrventilen vid frysvaktsutlösning bedöms som en viktig åtgärd då frysvaktsutlösningen kan vara orsakad av dålig eller utebliven cirkulation i luftvärmaren. Genom åtgärder ges eventuell huvudpump möjlighet att tillföra luftvärmaren värmevatten tillräckligt för att under icke-drift (avställt aggregat) förhindra frysning.

Styrsignalen för tvångsöppning ska ske så direkt som möjligt - t ex via relä styrt av frysvakten - och inte indirekt som ofta sker som en styrsignal från reglerfunktionen.

Det händer att fjärrvärmeleverantören protesterar mot att ventilen tvångsöppnas som ovan sagts med höga returtemperaturer i fjärrvärmenätet som följd. Men det torde vara klart att en förhindrad frysning bör prioriteras och att en frysvaktsutlösning är en sällan inträffad och onormal företeelse.

7.3 Interna pumpen

Den interna cirkulationspumpen tillkom på sin tid som en frysskyddande åtgärd men den har även den viktiga uppgiften att fördela värmeeffekten jämnt över luftvärmaren.

Som frysskyddande åtgärd är pumpen viktig. Om pumpen stoppar genom överström eller manuell avställning ska luftbehandlingssystemet avställas med samma följdvillkor som när frysvakten löser ut. Denna funktion åstadkoms enklast genom hjälpbrytare på pumpens motorskydd. En väl fungerande flödesvakt är givetvis att föredra men den kostar mycket och tillför utrustningen ännu en apparat att hålla igång.

7.4 Avställt aggregat

Vid avställt aggregat ska luftvärmarens temperatur regleras vid lämpligt låg temperatur (20-25 °C).

Det finns flera skäl till denna åtgärd, nämligen:

- att säkerställa att luftvärmaren inte fryser ned under icke-driftperiod,
- att få kontroll på att temperaturen i aggregatdelarna inte blir för hög och orsakar uttorkning av remmar och lager,
- att möjliggöra ett startförlopp utan att frysvakten löser ut,
- att tillmötesgå fjärrvärmeleverantören ifråga om låga returtemperaturer på fjärrvärmenätet i alla driftlägen.

Här bör påpekas vikten av att temperaturregleringen sker relativt noggrant och att börvärdesinställning i °C kan göras helt skilt från övriga funktioner. Som givarelement för denna reglering nyttjas ibland samma som för frysvaktsfunktionen. Då frysvaktsfunktionen ska vara helt separat bör sådan kombination undvikas.

7.5 Värmeväxlaren

Vid aggregat med värmeväxlarfunktioner (speciellt vid roterande värmeväxlare) tillämpas ofta att viss tid under uppstartförloppet tvångsstyra värmeväxlingen till max för att ej förorsaka frysvaktsutlösning. Tecken tyder på att denna åtgärd har motsatt effekt så tillvida att reglerutrustningens I-funktion får felaktig signal och "laddas" upp för att när blockeringen (tvångsstyrningen) av växlarfunktionen upphör så är regulatorns utsignal "för-falskad" med risk för pendlingsförlopp som följd. Kontentan av detta är att tvångsstyrning av värmeväxlarfunktionen under uppstartning ej bör förekomma.

Man kan förledas tro att frysfara elimineras i de fall värmeväxlare med 50-70 % temperaturverkningsgrad föregår en luftvärmare. Visserligen har frysfaran reducerats betydligt men den finns där ändå. Man må betänka att temperaturvariationerna t ex efter en roterande växlare är stora och att en växlarfunktion kan upphöra.

Till bilden hör även att de flesta frysningar sker under icke driftperioder. Sammantaget gör detta att aktsamhet och åtgärder mot frysning måste finnas, även i fall med värmeåtervinning.

Frysvaktens betydelse har i viss mån reducerats genom tillkomsten av åtgärder utöver dem som frysvakten representerar. Detta har lett till viss nonchalans ifråga om dess applicering (t ex givarplacering) och/eller till att man briljerar med kombinationsfunktioner. Här liksom i andra sammanhang med säkerhetsfunktioner ska signaler för avställningar och tvångsstyrningar gå så direkt som möjligt utan onödiga "mellanhänder". För att ta datoriserade system som exempel ska dessa funktioner läggas på hårdvaran och inte på mjukvaran.

7.6 Aggregatplacering

Aggregatplacering kan också ha viss betydelse. Så är t ex ett aggregat placerat högt i byggnaden bättre skyddat vid t ex ett totalspänningsbortfall. Varm luft har ju benägenhet att stiga i kanalsystemet och "fylla" aggregatet under sådana betingelser. För ett lågt placerat aggregat är förhållandet annorlunda då kall luft kan "sugas" eller "rinna" in i aggregatet.

Finns möjlighet att för ett lågt beläget aggregat enkelt anordna ett spjäll före luftvärmaren (t ex en blandningsdel), som öppnar nedåt vid avställt aggregat, kan detta bidra till säkerheten genom att den kalla luften då "rinna" ut. Se bilaga 7.

7.7 Larmfunktioner

En frysvaktsutlösning kan t ex vara indikation på en fullbordad, partiell frysning av en luftvärmare, som i sin tur kan leda till vattenskador och/eller fler frysningar på grund av lågt vattenstånd i värmesystemet. Av detta skäl rekommenderas att larm vid frysvaktsutlösning alltid anordnas för tillsyn närhelst larm aktiveras.

7.8 Som sammanfattande råd gäller:

- Vid frysvaktsutlösning stoppa samtliga fläktar i ventilationssystemet, tvångsstäng uteluftsspjäll, även för avluften, och tvångsöppna styrventilen.
- Ordna så att vid stopp av den interna cirkulationspumpen samma avställningsfunktioner sker som vid frysvaktsutlösning.
- Välj bästa platsen för frysvaktens givarelement och ställ in rätt börvärde för utlösning.
- Kombinera inte andra funktioner med frysvakten.
- Undvik tvångsstyrning av värmväxlarfunktionen under uppstartningsförloppet.
- Tänk efter om speciella funktioner erfordras med hänsyn till aggregatplacering och/eller spänningsbortfall.

De elektromekaniska frysvakterna med kapillärrör och känselkropp eller med "lång känselkropp" har nästan helt utgått och ersatts med elektroniska dito.

Orsaken till övergång från elektromekaniska frysvakter till elektroniska dito är närmast att montage av givar-elementet underlättats och att frysvaktsfunktionen kan kombineras med andra (reglerande) funktioner.

Frysvaktens huvuduppgift är att känna av luftvärmarens vattentemperatur direkt eller indirekt och att avställa betjänet aggregat när frysfara föreligger. Den elektroniska frysvaktens givardel kan vara av anliggnings- eller instickstyp och är avsedd att monteras på i princip tre olika sätt/ställen med olika grad av säkerhet.

Då givarelementets placering är av grundläggande betydelse för frysvaktens funktion återges nedan de tre mest förekommande placeringsalternativen med synpunkter. Se även bilaga 3. Generellt är värt att notera att dagens luftvärmare är effektiva på så sätt att avkylning sker snabbt och en frysning kan vara ett "ögonblicksverk". Med detta följer att snabb avkänning av vattentemperaturen är väsentlig. En dykgivare är som regel "snabbare" än dito av anliggningsstyp. Därtill har under utredningen framkommit att anliggningsgivarna i många fall varit tveksamt fästade vid röret och där instruktionen föreskriver kontaktmassa mellan givare och rör så har den saknats.

En säkerhetsanordning som finns hos de flesta frysvakterna är att om en kortslutning skulle inträffa i givarelementet eller dess anslutningsledning (vilket är liktydigt med hög temperatur) så går frysvakten i spärrläge. I entreprenadhandlingar bör denna säkerhetsfunktion föreskrivas.

Placeringsalternativ 1 som avser givarplacering som insticksgivare eller anliggningsgivare på värmarens från luftvärmaren är ett sätt som många genom åren fått lära sig inte ger den säkerhet man tänkt sig. Orsaken är bl a att den från luftvärmaren gemensamma returen är ett dåligt mått på frysfara, då tuberna i luftvärmaren av flera skäl kan kylas olika. Skulle t ex av någon anledning en eller flera tuber frysa eller på annat sätt sätta igen kan följden bli att vattentemperaturen i returledningen ökar. Dessutom kan vattenflödet i luftvärmaren upphöra genom pumpstopp, fel på styrventilen eller genom manuella ingrepp, varvid givaren genom sin placering på distans från luftvärmaren inte kommer att tillräckligt snabbt känna tillståndet i luftvärmaren för att reagera.

Placeringsalternativ 2. Anligningsgivare på batteritub som går in i luftvärmarens samlingsrör på retursidan är ett bättre alternativ. Dock krävs viss eftertanke vid val av representativ tub. Tänk på att intagsdel (kanal), blandningsdel och/eller uteluftsspjäll kan förorsaka ojämn luftström över luftvärmaren.

Att, som ej sällan händer, anbringa givaren på tubkrök på halva flödesvägen måste bedömas som förkastligt då ytterligare nedkylning av vattnet från mätstället kan förväntas.

Placeringsalternativ 3 med insticksgivare i batteritub måste betraktas som den bästa lösningen. Givaren framkallar genom sin plats i en av tuberna en förträngning med lägre vattenhastighet och relativt större avkylning av vattnet i jämförelse med i övriga tuber. Här återfinns den del av luftvärmaren som rimligen har den största fryspotentialen och som tillika är givarplaceringen.

Den temperatur (börvärde) som frysvakten ska vara inställd på för frysvaktsutlösning brukar av hävd vara omkring $+7^{\circ}\text{C}$. Till detta kan sägas att viss variation kan vara på sin plats med avseende på vilket av placeringsalternativen som gäller. För alternativ 1 bör $10-12^{\circ}\text{C}$ gälla och $7-9^{\circ}\text{C}$ för alt 2, medan $3-5^{\circ}\text{C}$ kan tillåtas för alt 3 för samma säkerhetsmarginaler. Inställningsvärdet är viktigt så tillvida att det handlar om att parera mellan ett lägsta värde för att undvika "falska" frysvaktsutlösningar och ett högsta värde för god säkerhetsmarginal.

Att endast föra in givarelementet i samlingsröret för returvattnet (som i vissa fall tillämpas) är ej att likställa med att föra in givarelementet i ett tubrör. Säkerhetsmässigt är förfarandet att jämföra med placeringsalternativ 1.

Ett tveksamt tillskott som på senare tid introducerats på marknaden är frysvakten som förutom den traditionella brytande funktionen även har en reglerande funktionsdel. Det finns skäl att vara kritisk mot denna produkt som lanserats som problemlösare för "falska" frysvaktsutlösningar.

Den tillämpande funktionen är den att vid fallande temperatur vid givarelementet - placering densamma som för den "vanliga" frysvakten - träder först en reglerande funktion in som övergripande påverkar styrventilen så att värmevattenreturen inte understiger viss temperatur (= ett antal grader över frysvaktens bryttemperatur). Om returtemperaturen trots denna funktion faller ett antal grader träder frysvaktsfunktionen in och avställer luftbehandlingssystemet.

Den reglerande funktionen har enligt min mening tillkommit för att överbygga vissa felaktiga eller dåliga funktioner (reglerförmågan t ex) som byggs in i systemet och förorsakar de besvärande "falska" frysvaktsutlösningarna. Behovet av den reglerande funktionen finns inte vid bra förutsättningar för god temperaturreglerbarhet och de frysskyddande åtgärder som här redovisas.

Den reglerande funktionen utnyttjas även för reglering av luftvärmarens temperatur vid avställt aggregat.

Kombinationer är ej alltid bra och i detta fall måste frysvaktsfunktionen bedömas så viktig att kombinationer med andra funktioner bör undvikas.

I datoriserade installationer rekommenderas att frysskyddsfunktionerna behandlas så långt möjligt hårdvarumässigt.

9 PREFABRICERADE ENHETSAGGREGAT

De allt oftare förekommande prefabricerade aggregatenheterna bygger naturligt nog sina frysskyddande funktioner på den övriga marknadens synsätt och efterfrågan.

Här kan tilläggas två saker nämligen

dels att tillverkarna konstruerar aggregaten för så små dimensioner som möjligt och samtidigt erbjuda valmöjligheter.

Vad gäller frysskyddande anordningar så noteras att avluftspjäll saknas som standard och att alternativ ofta ej erbjudes för typ av frysvakt.

dels att standardlösningar för t ex frysvaktens användning/funktion och shuntgruppernas koppling ej alltid är det bästa ur frysskyddssynpunkt men uppfattas av mindre kritiska (yngre) konstruktörer som "det enda rätta".

Tillverkare måste noggrant ta reda på det bästa ur alla synpunkter samt känna sitt ansvar som kunskapsspridare.

10 ÖVRIGA SYNUNKTER

10.1 Frysningens karaktär

Nästan utan undantag har frysningar lett fram till att rörkrökar (se bilaga 5) sprängts sönder. I endast ett fall av undersökningens skadefall har tubrör i värmarens luftgenomströmmande yta sprungit läck. I detta fall hade luftvärmaren tidigare lagats i tubkrökar efter frys-skador.

En frysvakts känselkropp brukar "av hävd" placeras att avkänna någon av de nedre tuberna men frysskadorna har visat sig ske på "alla nivåer".

Eftersom koppar, som är ett "mjukt" material, användes i värmarnas tubrör så kan frysningar som ej lett fram till läckage ofta observeras som svullnader på rörkrökarna. Det bör därför ingå i servicerutinerna att granska luftvärmarnas tubkrökar.

En eller kanske två frysningar behöver ej föranleda läckage.

Reparation av en sönderfrusen värmare är ofta relativt enkel då frysskadan är "lättillgängliga" rörkrökar men en lagning kan vara förrädisk då den lätt kan leda till ändrat flödesmotstånd i tuben.

10.2 Test av frys-vakt - EN VARNING

Vid besiktningar eller funktionskontroll har "förargliga" frysningar inträffat då man av obetänksamhet avstängt cirkulationen i värmaren för viss service eller för att förmå frysvakten att lösa ut. En frysning sker ofta "blixtsnabbt". Det finns därför skäl att genom varnings-skylt eller på annat sätt påpeka faran av att t ex stänga ventil för värmetillförseln som samtidigt förhindrar cirkulation i luftvärmaren. Se bilaga 6.

10.3 Spjällställdon i uteluften

Returfjäderanordningar för spjällställdon har för de flesta fabrikat en temperaturgräns nedåt (t ex -20°C) då fjäderreturens funktion ej garanteras.

I många av dagens aggregatenheter byggs spjällställdonen in i bl a luftintagsdelen där de blir utsatta för utetemperaturen med risk för försämrade fjäderfunktion.

Under utredningen har i ett par fall kunnat bevisas att fjäderreturen pga kylan ej fungerat och i ett fall varit bidragande orsak till frysning.

Då händelseförloppet vid normal driftavställning av ett aggregat leder till att värme tillföres det inre av aggregatet via luftvärmaren så kommer ett ställdon som "frusit fast" att rätt snart "tina upp" och spjället stänger. I normalfallet händer inget onormalt men om värmertilförseln uteblir eller vattenflödet i värmaren upphör är frysfaran uppenbar.

Rådet till aggregattillverkare blir att undvika placera spjällställdon i uteluftsintagen om de ej klarar funktionen ned till -30°C .

10.4 Spänningsbortfall

På senare år har totala spänningsbortfall för större eller mindre regioner inom landet blivit allt mer frekvent. Från elleverantörshåll har varnats för att tillgängligheten för el kan bli sämre än vad vi vant oss vid.

Ett spänningsbortfall från en installation ger som regel upphov till ett flertal saker som ökar frysfaran bland vilka det allvarligaste är att vattencirkulationen i luftvärmare upphör. Då gäller det att spjäll mot uteluften stänger och tätar väl.

Det finns skäl att ta allvarligt på detta problem och kanske i känsliga fall tänka sig någon form av reservdrift av pumparna.

Ett avskräckande exempel är från december 1986 då elverket i Luleå gjorde ett planerat eljavbrott i centrala stan under ca tre nattimmar vid -25°C utetemperatur. Detta resulterade i att ett flertal luftvärmare frös ned.

Vid totalt spänningsbortfall är frysfaran uppenbar då ett flertal skyddande funktioner upphört. Vi vet att luft av olika temperaturer har stor benägenhet att skikta sig vilket då innebär att den kalla luften uppträder i lågt belägna delar.

Vid inträffat spänningsbortfall kan då inträffa att kall luft sipprar in genom uteluftsspjäll och lägger sig på aggregatets botten där luftvärmaren ofta är placerad. En fryssning är då uppenbar och fryssningar har inträffat av denna anledning.

Att förhindra dylika händelser är svårt men händelseförloppet kan fördröjas betydligt på två sätt, nämligen:

att att vid prefabricerade aggregatenheter med växlarfunktioner placera luftvärmaren i aggregatenhetens "övre plan",

att anordna ett spjäll placerat efter uteluftsspjället med öppning nedåt in mot fläktrummet och vilket manövreras i samband med uteluftsspjället.

Se bilaga 7.

10.5 Luftningsproblem

Luft i värmesystemet kan vara ödesdigert för luftvärmare belägna högt i ett värmesystem. Luft har benägenhet att dels samlas i någon högpunkt och dels "fällas ut" ur vattnet vid minskat tryck. Trycket i ett värmesystem varierar ju med höjden räknat från tryckhållningen och blir således lägre ju högre upp i systemet man kommer.

En annan faktor är att ju högre temperatur vattnet har desto mindre luft kan vattnet binda. Detta har vållat många luftningsproblem vid fjärrvärmeanslutningar där man från början underlåtit att "avlufta" genom att värma systemets vatten till lägst den högsta drifttemperaturen. Se referens nr 2.

Felplacerad pump (t ex i värmereturen) kan förorsaka undertryck i någon del av värmesystemet med insugning av luft vid vissa driftfall.

Undvik att förlägga värmeledningarna till högt belägna luftvärmare högre än luftvärmaren för att minska risken för luftansamling i distributionsledningen.

10.6 Shuntgruppen

Shuntgruppen är av central betydelse för att temperaturregleringen ska fungera tillfredsställande och detta i sin tur har viss betydelse ur frysskyddssynpunkt. En väl planerad, rätt placerad och injusterad shuntgrupp borgar för stabilt reglerförlopp och minimum av driftstörningar. Se referens nr 3.

10.7 Avställning med arbetsbrytare

I enlighet med de elektriska säkerhetsföreskrifterna finns en s k arbetsbrytare för resp fläktmotor. Vid t ex aggregatenheter med värmeväxling och med till- och frånluftsfläkt kan belastningen på luftvärmaren bli påfrestande om frånluftsfläkten blir avställd med tilluftsfläkten fortfarande i drift.

Någon inträffad frysning pga sådan orsak har ej identifierats men trots det så rekommenderas att arbetsbrytarna förses med kontaktanordning som åstadkommer en normal avställningsfunktion för aggregatet.

10.8 Ojämn belastning på luftvärmaren

Tecken tyder på att ojämn luftfördelning över värmarens luftgenomströmmande area bidrar till ökad frysrisk. Vad som tyder på dylika förhållande är att observerade frysskador ofta inträffar på tuber där luftflödet av ena eller andra anledningen kan bedömas vara koncentrerad.

Skäl finns att vid valmöjlighet för givarelementets placering välja lämplig plats med beaktande av belastningen på luftvärmaren.

10.9 Ostabil reglering

Att ostabil reglering med svåra svängningsförlopp vid uppstartning kan förorsaka frysvaktsutlösningar och därigenom indikera ökad frysfara är välbekant. Frysvakten med den "reglerande funktionen" som blivit så populär under senaste åren bekräftar detta.

Genom noggrann planering, dimensionering och uppföljning finns goda möjligheter till stabila reglerförlopp.

När ostabilt reglerförlopp konstateras och reglertekniska åtgärder ej hjälper så läggs skulden ofta på

- överdimensionerade luftvärmare
- avståndet mellan luftvärmare och shuntgrupp för stort
- injustering av vattenflödena ej utförd

Betr överdimensionerade luftvärmare så måste överdimensioneringen vara "orimligt" stor för att problem ska uppstå då vi vet att för i övrigt rätt utförd installation fungerar även den reducerade luftflödesdriften vid 2-hastighetsutförande reglermässigt stabilt

Stort avstånd mellan luftvärmare och shuntgrupp har i många fall resulterat i svårigheter att åstadkomma stabil reglering. Grundorsaken är inte avståndet i sig utan förhållandet i vattenmängd som luftvärmaren rymmer till den vattenmängd som finns i distributionsledningarna mellan shuntgruppen och luftvärmaren. En strävan ska alltid vara att minimera vattenmängden "utanför" luftvärmaren vilket kan ske på två sätt, dels att placera shuntgruppen så nära värmaren som möjligt och dels att välja kläna ledningar mellan shuntgrupp och luftvärmare.

När det gäller injustering av vattenflödena så är det en viktig del för att bli säkerställa tillräckligt vattenflöde genom värmaren i alla driftfall. Noggranna anvisningar bör anges i entreprenadhandlingar. Se referens 3.

10.10 Med-/motströmskopplade luftvärmare

I den praktiska verkligheten möter man ofta två saker betr anslutningen av luftvärmare till värmevattensystemet

dels att felkopplingar ofta förekommer i den bemärkelsen att luftvärmaren anslutes så att värmevattnet leds in på den sida där uteluften går in (medströmskoppling). Många felkopplingar beror på bristfälliga anvisningar kombinerat med dålig insikt i värmarens funktion eller tankar kring frysfaran,

dels att många resonerar så att det varma vattnet ur frysskyddssynpunkt måste ledas in där luften är kallast.

En medströmskoppling medför att luftvärmarens värmekapacitet reduceras något (4-6 %) vilket i praktiken sällan har någon betydelse. Däremot har kunnat konstateras att frysvaktens givarelement ibland blivit felplacerat orsakat av felkopplingen.

Belägg för att medströmskoppling skulle förhöja säkerheten mot frysning saknas.

10.11 Äldre installationer

Genom erfarenhetsåterföring och förbättrad teknik har frysfrekvensen successivt minskat. Undersökningen visar klart att äldre installationer (mer än 10 år) är mer frysbenägåna än nyare installationer.

Orsaken är tvåfaldig, nämligen dels brister i de frysskyddande anordningarna och dels försämrade funktioner genom undermålig tillsyn.

Vid inträffad frysning måste som tidigare framhållits orsaken utredas och felaktigheterna åtgärdas. Denna procedur är speciellt angelägen för äldre installationer.

10.12 Frysning under byggskedet

I entreprenadhandlingarna föreskrivs provtryckning av värmeinstallationen före idrifttagningen. Ett flertal fall har genom åren kommit till kännedom där frysning skett pga att luftvärmaren ej helt tömts på vatten efter en provtryckning och installationen blivit utsatt för låga utetemperaturer innan byggnaden blivit tillräckligt uppvärmd.

10.13 Följdverkningar

Inträffad frysning av en luftvärmare kan olyckligt leda till att vatten töms ur värmesystemet till sådan nivå att ytterligare luftvärmare drabbas av försämrad vattencirkulation med frysningar som följd.

A andra sidan varnas för värmesystem med automatisk vattenpåfyllning då detta i något fall lett fram till omfattande vattenskador.

11 PERIODISK TILLSYN

Alla mekaniska maskiner kräver mer eller mindre regelbunden tillsyn-service. Ett ventilationsaggregat är inget undantag utan tvärtom en anordning som kräver förhållandevis ofta tillsyn.

Att bristande tillsyn och funktionskontroll bidragit till frysningar har utredningen visat. Ett skäl till utebliven service är att anvisningar saknats och saknas i praktiskt taget samtliga besökta installationer.

Minst en gång/år bör en installation av detta slag besökas för funktionskontroll av säkerhetsanordningar som brandskydd och frysskyddande funktioner.

Här några tips till periodiskt återkommande funktionskontroll för frysskyddande anordningar där förutsättningen är att installationen genom noggrann entreprenad-besiktning befunnits riktigt utförd och felfri:

- Bryt huvudströmbrytaren till aggregatet

Kontrollera: att spjäll mot uteluften (även avlufts-spjäll) stänger ordentligt

att länkeanordningar mellan ställdon och spjäll är i sin ordning

- Slå till huvudströmbrytaren

Kontrollera: att spjäll mot uteluften öppnar som de ska

att ev direktspjäll för rökevakuering stänger helt

- Lossa ena tråden till frysvaktens givarelement (i kopplingsdosa eller elektronikenheten)

Kontrollera: att frysvakten löser ut och att aggregatet med frånluftsfläktar avställes

att spjällstängning sker enligt ovan
att motorventilen öppnar helt

Återställ tråden och gör återstart

- Kortslut frysvaktens givarelement (i kopplingsdosa eller elektronikenhet)

Kontrollera: att frysvakten löser ut och att aggregatet avställes

Ta bort kortslutningen och gör återstart

- Avställ den interna cirkulationspumpen (via omkopplare eller motorskydd)

Kontrollera: att samma funktioner sker som vid frys-
vaktsutlösning

Starta cirkulationspumpen

- Avställ tilluftsfläkten med den s k arbetsbrytaren

Kontrollera: att samma funktioner sker som vid frys-
vaktsutlösning

Aterställ aggregatdriften och gör motsvarande
"manöver" för ev frånluftsfläkt i aggregatenheten
varvid samma funktioner ska upprepas.

Det bör observeras att ovan nämnda "rutin" endast gäller
de direkta frysskyddande åtgärderna men att övriga aggre-
gatfunktioner är lika viktiga att kontrollera för optimal
totalfunktion.

12 ATGÄRD VID INTRÄFFAD FRYSNING

Undersökningen visar på att inträffade frysningar med få undantag åtgärdas (reparation eller byte av luftvärmare) utan närmare granskning av orsaken till det inträffade.

För att säkerställa vissa grundläggande förhållanden efter en frysning är viktigt att det första som sker är att några saker undersöks och noteras. Här ett förslag på vad som bör granskas.

- När på dygnet har frysningen skett och vid vilken utetemp?
- Är aggregatet igång?
- Har frysvakten löst?
- Har det varit spänningsbortfall?
- Har uteluft och avluftsspjäll stängt?
- Är styrventilen öppen/stängd?
- Är interna pumpen i drift? Har värmetillförseln uteblivit?

Om noteringar görs kring dessa frågor så underlättas senare bedömning av orsaken till det inträffade.

En frysning kan följas av fler så utred orsaken och åtgärda felet.

Gjorda undersökningar har visat att statistik saknas för denna typ av skador trots att det ofta handlar om vattenskador och att försäkringsbolagen ägnat stort intresse åt just vattenskador.

Till bilden hör att de flesta luftvärmarna finns inom statliga-, landstings-, försvars-, industri- och kommunala byggnader för vilka regelmässiga skaderapporteringar är sällsynta då i vissa fall försäkringar saknas eller självriskan är så stor att fastighetsägaren själv tar reparationskostnaden.

En förhoppning är att man inom försäkringsbranschen i sina dataregister över skadefall även urskiljer sönderfrusna luftvärmare så att man i framtiden kan få ett säkrare grepp om omfattningen.

Anders Westerberg som arbetar på Högskolan i Luleå har utvecklat en metod som gör att sprängverkan under vissa betingelser vid frysning elimineras. Ett tillämpningsområde är luftvärmare.

På grund av metodens grundläggande karaktär, och de svårigheter som då uppstår med att täcka in alla tillämpningsområden genom patent, redovisas ej här grundidén.

Metoden har laboratoriemässigt provats med förväntade resultat.

För att förankra aktuell tillämpning i praktiska sammanhang har medel sökts hos bl a BFR för ett 10-tal demonstrationsanläggningar. Förhoppningen är att projektet ska kunna komma igång under hösten -88 för att förhoppningsvis kunna presentera resultaten påföljande höst.

De försök som gjorts hittills tyder på att frysproblemet kan i det närmaste elimineras med förenklade och billigare installationer.

15 REFERENSER

1. Rosenthal, Teddy (1973)
Undvikande av frysskador i luftvärmare
Byggforskningen R18:1973
2. Brännström, Hugo (1975)
Luftningsproblem vid fjärrvärmeinstallationen
VVS 1975/12
3. Brännström, Hugo (1985)
Shuntkopplingen den outgrundliga
VVS & Energi 1985/10

SAMMANSTÄLLNING AV UNDERSÖKNINGSRESULTAT

Undersökningen har omfattat ett 60-tal inträffade frysningar under vintrarna 1986/87 och 1987/88. Av praktiska skäl (såsom reseavstånd) är de undersökta fallen i huvudsak belägna inom Norr- och Västerbotten.

- Försvårad vattencirkulation genom luft i luftvärmaren eller ledningar	10 fall
- Totalt spänningsbortfall	9 fall
- Avsaknad av temperaturreglering av luftvärmaren under icke driftperioder (i huvudsak äldre installationer)	8 fall
- Felplacerade eller felmonterade givarelement	6 fall
- Fel på ventilens ställdon	3 fall
- Felaktig pumpdata (för små flöden)	3 fall
- Felaktigt handhavande	4 fall
- Spjällställdon placerade i uteluften (aggregatets intagsdel) där fjäderstängning försvårats vid temperaturer under -20°C	3 fall
- Fel på interna pumpen	2 fall
- Utebliven värmetillförsel	2 fall
- Fel på frysvakten	2 fall
- Fel på temperaturregleringen	1 fall
- Manöversäkring har gått	1 fall
- Felaktigt uteluftspjäll	1 fall
- Felkonstruktion	1 fall
- Frysningar för vilka orsaken ej kunnat fastställas	8 fall
	<hr/>
Summa	64 fall

I ovanstående tabell har endast en orsak omnämnts för resp fall. Det står helt klart att för en del av fallen har ytterligare någon felaktighet uppstått för att frysningen skulle fullbordas. I ett antal fall har "kombinationsfelet" kunnat klarläggas vilket då varit av skiftande slag för de olika fallen.

EXEMPEL PÅ TEXT I ENTREPRENADBESKRIVNINGAR OM FRYSSKYDDANDE ÅTGÄRDER

Beskrivningar av frysskyddande åtgärder är ofta bristfälliga genom avsaknaden av helhetssyn på problemet.

I flertalet fall omnämns inget om frysvaktens typ och montering eller om den interna cirkulationspumpens roll, t ex vad ska hända om den stannar.

Några axplock ur beskrivningar:

Ex. 1

-20°C
+15°C

+20°C
+15°C

Frysskyddet GT3 stoppar fläktarna om inställd temperatur (+6 °C) underskrids.

GF1 och GF2 ger larm om luftflödet i till- resp frånluftskanalen minskar under inställt värde

Ex. 2

värmevatten. Vid stigande temperatur omvänd funktion.

GT2 ger vid för låg temperatur ca +7°C impuls till stopp av TA och FF varvid ST1 och ST2 stänger spjällen och styrventil SV öppnar helt. GT2 kopplas vid normalt stopp av TA att via GT2A och SV hålla en konstant vattentemperatur +25°C i värmevattenkretsen.

GT3 stoppar FF1 och öppnar ST5 samt stänger ST2 om temperaturen före värmeväxlaren över-

läre. Larm kan endast ske om värmebehov föreligger.

TA1 blockeras över P-TA1:s kontaktormotorskydd.

Ex. 3

Nattetid då aggregatet går med återluft skall värmeväxlare ej vara i drift.

Frysskydd GT1:2 och GT1:3 stoppar tillluft-fläkt vid frysfara, stänger uteluftspjäll och håller batteritemperatur konstant. Vid stopp på anläggningen stänger uteluftspjäll via ST1:2 och ST1:2.

Vid återluftdrift stänger ST1:1 och ST1:2, samt ST1:3 öppnar för återluft.

Ex. 4

- Frånluftfläkten FF1 samkörs med 1/1-fartsdriften för TF1.

Pumpen VS3/4-P3 går kontinuerligt samt förreglar TF1 vid stopp.

Pumpen VA3/4-P1 går kontinuerligt.

Frysvakten (GT8+HD2, 6°C) förreglar TF1 vid för låg temperatur (manuell återställning).

Spjället ST1 styrs av tilluftfläkten.

Fuktaren är inkopplad endast vid 1/1-

Ex. 5

GT8. Frysskyddsvakt

Frysskydd skall vara av elektronisk typ som tillsammans med förstärkare HD1 enligt U6 ger elektromekanisk verkan. Gemensam givare får användas för frysvaktfunktion och reglering av styrventil när aggregatet står.

Känselfkroppen monteras i returledning på en av värmebatteriets rörrader.

Vid användning av elektronisk frysskyddsvakt skall elektronik-enhet placeras i apparatskåp för undercentral.

Frysskyddsvakt skall direktförregla TA och FA fläktar samt stänga uteluftspjäll.

Ex. 6

Start- och stoppfunktion

Fläktar TA2, TF1, FF2 samkörs.

P-TA2 förreglar FF2.

FF2 förreglar TA2.

P-TA2 körs kontinuerligt.

Vid start av anläggningen startar FF2 först.

Samtidigt öppnar ST2:2 avluftsspjäll och ST2:1 öppnar uteluftsspjäll. Därefter startar TA2 och TF1.

Vid strömavbrott stänger ST2:1 och ST2:2.

Frysvakt GT8 tvångsöppnar SV3-TA2 successivt.

Vid för låg temperatur stoppas fläktarna.

HD8 monteras i AS2.

Start/stopp av fläktarna för nattkyla via GT1 och GT4.

Temperaturgivaren GT3:1 kan inställas för vinterkompensering.

Frysvakten GT5 har två temperaturreglerande funktioner:

- Innan frysvakten löser ut aggregatet öppnar styrventilen (kontinuerlig funktion) för att förhindra frysskyddsutlösning.
- Då TA står reglerar GT5 styrventilen att hålla ca 20 °C.

Ex. 7

Styrning

Drift, förreglingar

FA förreglar TA.

P-TA förreglar TA.

Fläktarna startas från resp apparatskåp och går kontinuerligt.

Då TA stoppar stänger ST1:1, ST2 och SV81 styrs av GT5.

-30 °C uteluft +21 °C tilluftstemp
+12 °C uteluft +16 °C tilluftstemp

Frysvakt GT3 stoppar TA1, FF1, FF4 och FF7 om batteritemperaturen underskrider inställt värde samt stänger ST1 och ST2.

Ex. 8

Vid stopp pga pumpstopp, frysvaktutlösning stoppar fläktarna, ST1 och ST2 stänger samt styrs SV1 till helt öppet läge. Samtidigt utgår larm.

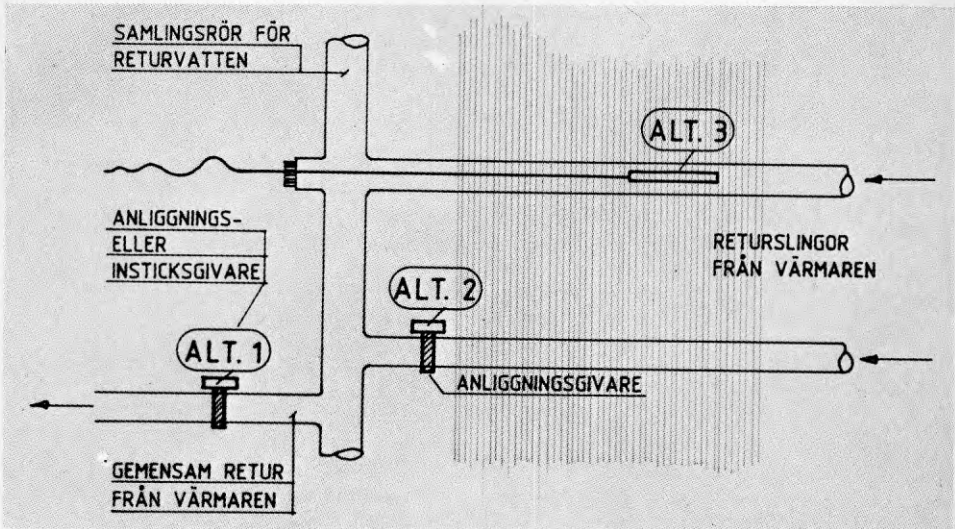
Rökdetektor RD1 stoppar TA1, FF1, FF4 och FF7, stänger

Författarens personliga syn på en "fullödig" beskrivning kan t ex ha följande innehåll:

Ex. 9

"Frysvakten avställer tilluftsfläkten (TF) och frånluftsfläkten (FF) om temperaturen i luftvärmaren faller under inställt gradtal (+7 °C). Samtidigt stänger såväl uteluft- (ST1) som avluftspjäll (ST2) och styrventil (SV) tvångsstyres att öppna helt.

Om den interna cirkulationspumpen (P) stoppar pga att dess motorskydd går i frånläge (genom manuell avställning eller överström) ska samma funktion ske som vid frysvaktsutlösning".

PLACERINGSALTERNATIV FÖR FRYSVAKTEN GIVARELEMENT

- Alt 1 bedöms som sämst och bör undvikas
- Alt 2 är en acceptabel placering och då med en utlösningstemperatur av $+6-7^{\circ}\text{C}$
- Alt 3 bedöms som bästa placering för vilken en relativt låg utlösningstemperatur kan tillåtas, t ex $+3-5^{\circ}\text{C}$

Anm

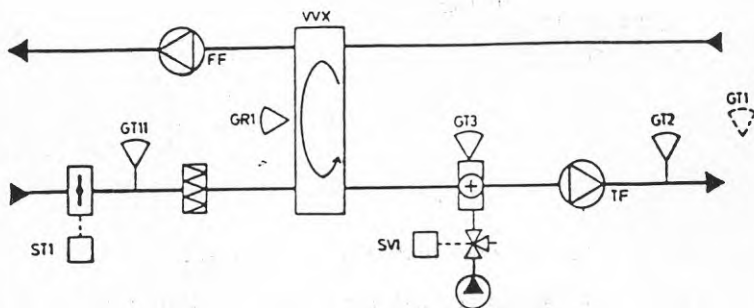
Placeringen av givarelement bör givetvis bedömas i de enskilda fallet.

PREFABRICERADE (ENHETS-) AGGREGAT

De flesta fabriksfärdiga luftbehandlingsaggregat är gjorda så kompakta som möjligt och erbjuds som kompletta enheter. Strävan att få det yttre tilltalande såväl estetiskt som storleksmässigt har gjort att vissa tekniska saker har blivit lidande, såsom avsaknad av spjäll för avluften och att spjällställdon placerats i uteluftsintagsdelen.

Tillverkarna tillhandahåller även funktionsbeskrivningar som tyvärr långt från alltid saknar vissa viktiga frysskyddande funktioner. Funktionstexten accepteras helt av okritiska konstruktörer som fullt tillräcklig.

Några exempel (i samtliga fall saknas spjäll för avluften liksom uppgifter om funktion vid pumpstopp):



Ex. 1

FUNKTION:

Temperaturgivare GT2 styr via RC1 och SV1 att hålla inställd temperatur.

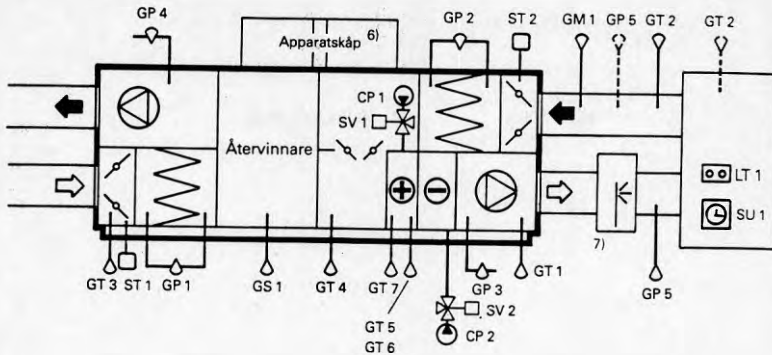
Värmeväxlaren startar då uteluftstemperaturen understiger inställt värde på GT11.

ST1 öppnar och stänger vid start respektive stopp av TF/FF.

Vid frysfara i värmebatteriet stoppar frysskyddet GT3 aggregatet. Vid stopp av aggregat övertar GT3 regleringen av SV1.

Kopplingsur KU1 startar och stoppar anläggningen vid inställda tider. Rotorvakt GR1 avger larm vid felfunktion på värmeväxlare. Tidreä TR1 startar värmeväxlaren för renbläsning.

Anläggningen styrs från en panel innehållande KU1, driftomkopplare och indikering för TF/FF, börvärdesomställare OS1 och summalarm.

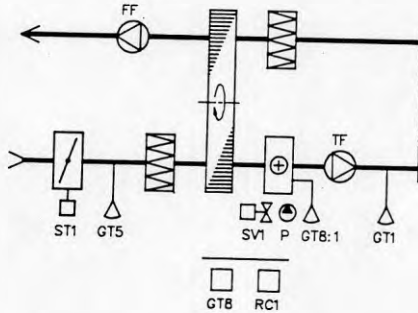


Ex. 2

Frysnyckad för luftvärmare, VKMH-50

Givaren som är av anläggningstyp är monterad på returledningen från luftvärmaren och ansluten till datorundercentralen.

Om temperaturen sjunker till 12°C öppnas styrventilen proportionellt. Är ventilen helt öppen och temperaturen fortfarande ej är över 6°C stoppas aggregatet och larm utgår. Vid icke drift konstanthålles returledningstemperaturen till 25°C.

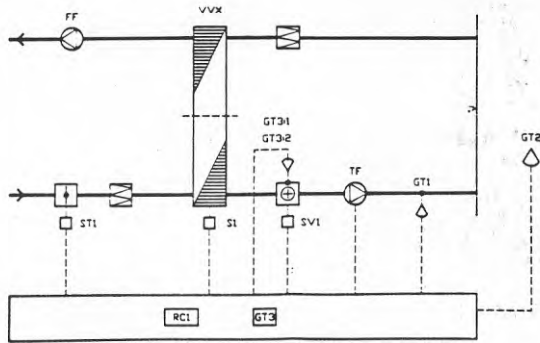


Ex. 3

**Roterande värmeväxlare
Varmvattenbatteri
Tilluftreglering**

GT5 startar värmeväxlaren när inställd temperatur understiges.
GT1 konstanthåller tilluftstemperaturen via RC1 och SV1.
ST1 stänger spjället vid stoppat aggregat.
GT8 stoppar aggregatet vid frys fara i batteriet.
GT8:1 konstanthåller batterikretsens vattentemperatur vid stoppat aggregat (Billman).

Grundutrustningar

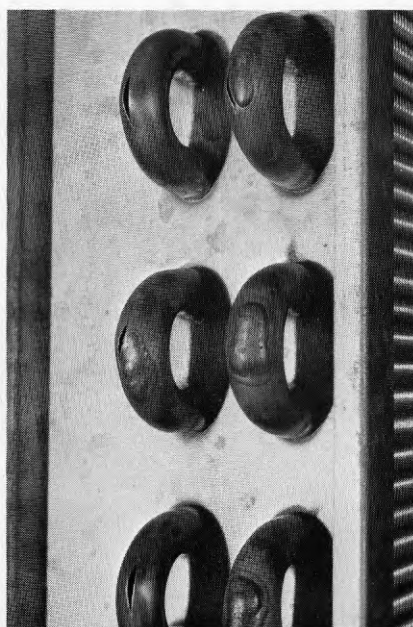
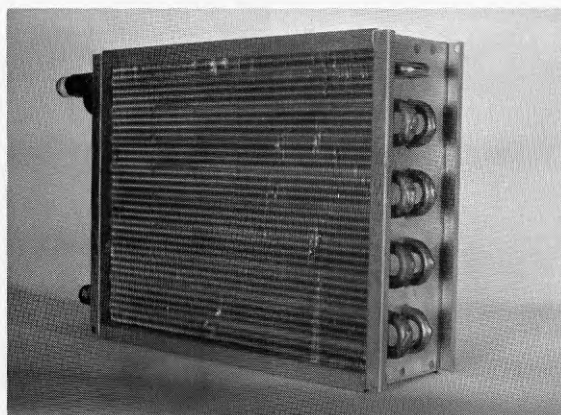


Ex. 4

GT1	Tilluftgivare	FK-T30
GT2	Rumsgivare	FR-T30
GT3	Frysvakt	ETAF*)
GT3:1	Temperaturgivare	ETF
GT3:2	Temperaturgivare	FT-T305
ST1	Spjällställdon	FSL/24

SKADOR PÅ SÖNDERFRUSNA LUFTVÄRMARE

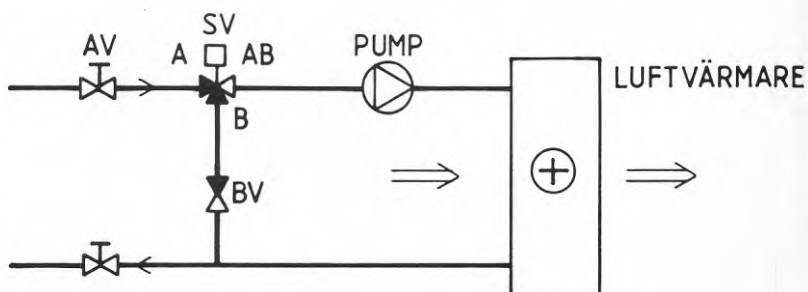
Nästan utan undantag uppstår frysskadorna på luftvärmarens tubkrökar med skador enl foto.



EXEMPEL PÅ FELAKTIGT HANDHAVANDE

När frysvakt ska testas är faran stor att genom obetänksamhet förorsaka frykning.

Här ett exempel:

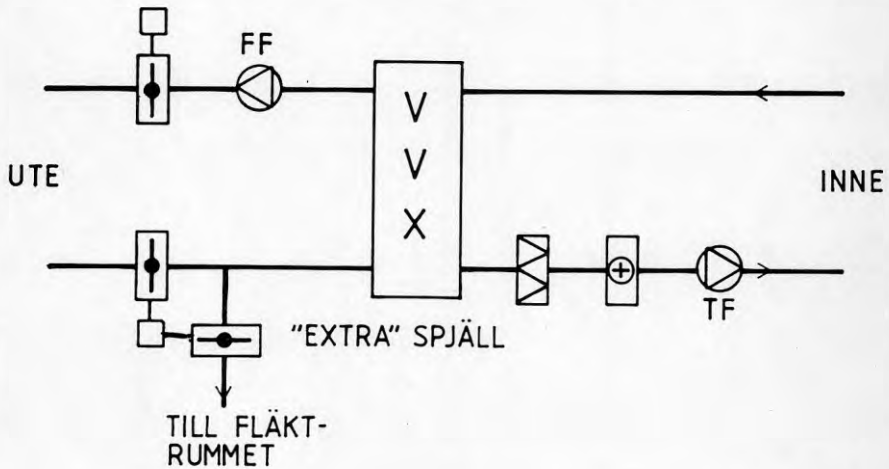


Om ventil AV stänger styrventil SV att öppna port A och stänga port B medför detta att flödet genom värmaren upphör och frysfaran är uppenbar.

EXTRA SPJÄLL FÖR AVLEDNING AV KALL LÄCKAGELUFT

Vid t ex totalt spänningsbortfall är det viktigt att uteluft- och avluftsspjäll stängs helt. Visst läckage är i många fall ofrånkomligt pga termiska krafter. För aggregat så belägna att kall uteluft kan sugas in och nå luftvärmaren är frysfaran uppenbar.

Den kalla luften kan avledas till aggregatrummet genom ett spjäll i "botten" av aggregatet före luftvärmaren som öppnar när uteluftsspjället stänger. På detta sätt kan en frysning fördröjas väsentligt.



**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 860123-1
från Statens råd för byggnadsforskning till NAB Konsult,
Luleå.**

R2: 1989

ISBN 91-540-4988-1

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6709002

**Abonnemangsgrupp:
W. Installationer**

**Distribution:
Svensk Byggtjänst
171 88 Solna**

Cirka pris: 37 kr exkl moms