

HUSINTERNA VÄRMESYSTEM

Per-Olof Johansson, Janusz Wollerstrand
Institutionen för värme- och kraftteknik, LTH



Forskning och Utveckling | 2005:136

HUSINTERNA VÄRMESYSTEM

PUMPPLACERING, AVLÜFTNING

Forskning och Utveckling | 2005:136

Per-Olof Johansson
Janusz Wollerstrand
Institutionen för värme- och kraftteknik, LTH

ISSN 1401-9264
© 2005 Svensk Fjärrvärme AB
Art nr FOU 2005:136

I rapportserien publicerar projektledaren resultaten från sitt projekt.
Publiceringen innebär inte att Svensk Fjärrvärme AB tagit ställning till
slutsatserna och resultaten

Sammanfattning FOU:136 – Husinterna värmesystem

I denna rapport undersöks genom intervjuer av branschaktiva aktörer faktorer som påverkar placering av cirkulationspump, påfyllnad och avluftning av radiatorsystem.

Det konstaterades att det förekommer olika placeringar av cirkulationspumpen i förhållande till värmeväxlaren, och att argumenten för de olika placeringarna skiljer sig åt. Flertalet branschaktörers motivering till placeringen av cirkulationspumpen är erfarenhetsmässiga och/eller av praktisk karaktär.

Den viktigaste faktorn som framkom i denna undersökning då det gäller pumpens placering är hur den är placerad i förhållande till expansionskärlet. För att säkerställa god tryckhållning i hela systemet bör expansionskärlet placeras på pumpens sug sida utan mellanliggande trycksänkande komponenter. Med denna placering erhålls övertryck i hela systemet och därmed minskar risken för insugning av luft.

För att undvika kavitation i pumpen måste ett visst statiskt tryck finnas på pumpens sug sida. Detta tryck ökar då temperaturen stiger, vilket måste beaktas då pumpen placeras i framledningen till radiatorerna. Ur den synvinkeln är en placering av cirkulationspumpen i returledningen från radiatorerna att föredra.

Då det gäller råd till branschen om placering av cirkulationspump är det antagligen av stor vikt att utreda och tydligt specificera fördelarna och nackdelarna med en viss placering för att råden ska få genomslagskraft. Det framkom i undersökningen ett behov av anvisningar för att vid fjärrvärmeanslutning få de husinterna systemen att fungera väl, och då främst vid konvertering av äldre värmesystem med pannor och shuntgrupper.

Påfyllnad och avluftning av radiatorsystem är av stor vikt för dess funktion. Ett system med för mycket luft är svårt att få ordentligt injusterat. Luft i radiatorsystemet leder till försämrade värmekomfort, ökad risk för korrosion, missljud och pumphaverier. För att undvika detta är det av stor vikt att få bort den luft som kommer in i systemet vid påfyllnad samt att ingen ny luft tillsätts. En möjlighet att åstadkomma påfyllnad med syrefritt vatten är att fylla radiatorsystemet med fjärrvärmevatten eller avkokat/avgasat vatten, något som förekommer på vissa anläggningar både i Sverige och i våra nordiska grannländer.

Om radiatorsystemet är av lågtemperaturtyp innebär detta att mera luft kan ingå som lösning i vattnet vilket kan ställa till med problem. För att undvika detta kan en permanent luftavskiljare installeras, antingen i form av en mikrobubbelavskiljare, eller en undertrycksavgasare.

Intresse för att fylla radiatorsystem med avgasat vatten finns hos VVS-konsulter och tillverkare av fjärrvärmecentraler, men detta kräver även intresse från värmeleverantörerna för att detta skall bli praktiskt genomförbart i större utsträckning.

Summary FOU:136 – House-internal heating systems

In this report the placement of the circulation-pump in of waterborne radiator systems, as well as their filling and deairation are investigated. The study was done by literature studies and interviews with consultants and companies active on the HVAC-market.

It was concluded that different placements of the pump in relationship to the heat exchanger exist, and the arguments for the choice of placement are varying. The main explanation of the choice of placement is that it is based on experience/or by practical reasons.

The most important factor influencing the placement of the pump found, was how the pump is situated in relation to the expansion-tank. To maintain pressure in the whole system the expansion-tank should be placed on the suction side of the pump without any intermediate pressure-dropping devices in between. This placement ensures overpressure in the whole radiator-system and reduces the risk of unwanted leak in of air.

To avoid cavitation sufficient static pressure on the suction side of the pump is necessary. The pressure increases with the temperature, which must be taken into consideration if the pump is placed on the warm side of the heat-exchanger. From this point of view a placement in the return-pipe from the radiator-system is to be preferred.

Before advices for HVAC-branch regarding placement of the circulation-pump in the heating systems can be implemented, it is of big importance to analyse and clearly specify the advantages and disadvantages of a certain placement of the pump. There is a need of directions to get house-internal systems to operate properly together with district heating system. Especially this is important when older heating systems with burners and shunt valves are being connected.

Filling and deairation of the radiator system is of great importance for the function of the system. A radiator-system with significant level of air remains is difficult to adjust and will not work properly. Air in the radiators leads to reduction of heat comfort, increased risk for corrosion, noise and pump damage. To avoid this it is important to remove the air that comes with the water when the system is filled up and that no air is leaking in into the system. This can be avoided by filling the radiator-system with water from the district heating net or with deaired water. The method is put into practice in some Swedish and Nordic heating systems.

If the radiator-system is of low temperature type a greater amount of air can be in solution in the water which can cause problem. To avoid this, a permanent air eliminator can be installed, either of a bubble catcher or of a vacuum degasser type.

Within the HVAC-branch an interest of filling up the radiator-system with water from the district heating net exists, but to make this possible in a greater extent an interest from the owner of the district heating net is also necessary.

Innehållsförteckning

1.	Inledning	7
1.1.	Bakgrund.....	7
1.2.	Syfte och metod	7
2.	Litteraturstudie	8
2.1.	Cirkulationspump och expansionskärl	8
2.2.	Luftproblem	10
2.3.	Påfyllnad och avluftning.....	10
3.	Intervjuer med branschaktiva aktörer.....	12
3.1.	VVS-konsulter	12
3.1.1.	Värmeväxlare	12
3.1.2.	Cirkulationspump	12
3.1.3.	Påfyllnad av radiatorsystemet	13
3.1.4.	Avluftning	13
3.2.	Tillverkare av fjärrvärmecentraler	14
3.2.1.	Placering av cirkulationspump	14
3.2.2.	Påfyllnad	15
3.2.3.	Avluftning	15
3.2.4.	Luftproblem	15
3.2.5.	Övriga synpunkter.....	15
3.3.	Radiator tillverkare	15
3.3.1.	Syrehalter och avluftning	15
3.3.2.	Luftproblem	16
3.4.	Tillverkare av cirkulationspumpar och luftavskiljare	16
3.4.1.	Pumpens placering	16
3.4.2.	Luftavskiljare	16
3.5.	Övriga kontakter	17
3.5.1.	Placering av cirkulationspump och expansionskärl	17
3.5.2.	Avluftning	18
3.5.3.	Luftproblematik	18
3.6.	Nordiska erfarenheter.....	18
3.6.1.	Danmark	18
3.6.2.	Finland	18
3.6.3.	Norge	19
4.	Diskussion.....	20
4.1.	Tryckhållning vid olika placeringar av cirkulationspump och expansionskärl	20
4.2.	Påfyllnad	22

5.	Slutsatser	24
	Referensförteckning.....	25

1. Inledning

1.1. Bakgrund

Vid anslutning av fjärrvärme till uppvärmning finns det flera möjliga kopplingsprinciper på det sekundära värmesystemet. Flera komponenter skall samverka för att få ett väl fungerande värmesystem med avseende på komfort och driftekonomi.

I Sverige finns inga klara rekommendationer kring de tekniska delarna av värmesystemets installation, utan kraven ligger på funktion. Det finns således ett behov av att utreda och undersöka faktorer bakom placeringen av de olika tekniska komponenterna i radiatorsystemet.

På uppdrag av Svensk Fjärrvärme utreds i denna rapport vilka faktorer som ligger bakom förekommande placeringen av radiatorkretsens cirkulationspump och kringliggande komponenter.

Motivet till denna studie är att genom undersökning av erfarenheter inom branschen kring husinterna radiatorsystem utgöra underlag för behov av framtida forskningsstudier.

1.2. Syfte och metod

Syftet med föreliggande arbete är att undersöka vilka faktorer som inom branschen påverkar cirkulationspumpens placering, avluftningsmetoder och påfyllnad av radiatorsystem av olika storlekar. Tillvägagångssättet är litteraturstudier och intervjuer inom VVS- och fjärrvärmebranschen. I projektet sammanställs svaren på ovannämnda frågor från VVS-konsulter samt från tillverkare av pumpar, radiatorer, fjärrvärmecentraler och avluftare. Litteratur relevant för ämnet har sökts och sammanställts.

Studien omfattar även i mindre utsträckning våra nordiska grannländer.

2. Litteraturstudie

Litteratur som behandlar för och nackdelar då det gäller olika placeringar av cirkulationspumpar och avluftsanordningar verkar vara en bristvara. Samtal med professor Lars Jensen, institutionen för installationsteknik vid LTH, bekräftar detta.

Mycket av de här redovisade fakta baseras därför på de principskisser och de relaterande texter som hittats främst i litteratur inom ämnesområdet installationsteknik samt Svensk Fjärrvärmes publikationer angående fjärrvärmecentralers utförande. VVS-installatörerna har i förordet på teknikhandboken 2005 påpekat att det finns en lucka inom litteraturen då en informativ handbok som riktar sig till installatörerna saknas. Teknikhandboken är tänkt att täcka denna lucka. Boken är utformad för att vara behjälplig vid installations och projekteringsarbete och har utformningen av en större fickalmanacka, och kommer att följas upp av bearbetade versioner.

2.1. Cirkulationspump och expansionskärl

Då det gäller pumpens placering föreskriver Svensk Fjärrvärme ingen direkt placering, utan endast att: *"Pumpen ska klara den tryckklass som radiator- och ventilationssystemet är dimensionerat för och vald med lämplig uppfordringshöjd och flöde. Varvtalsstyrning av pump rekommenderas."* [1]. Föreskrifter angående expansionskärls placering är av rekommenderande art: *"Slutna expansionskärl ansluts med fördel på ledning till värmeväxlaren."* [1]. I samtliga två illustrationer över de vanligaste kopplingsprinciperna i Svensk Fjärrvärmes skrift *Fjärrvärmecentralen utförande och installation tekniska bestämmelser F:101* är cirkulationspumpen placerad på returledningen från radiatorsystemet [1]. I skriften *Fjärrvärmecentraler kopplingsprinciper* som är ett komplement till F:101 är däremot majoriteten av anläggningar med huvudpump för radiatorsystemet placerad på framledningen [2].

I VVS-installatörernas teknikhandbok finns ett avsnitt som behandlar fjärrvärmekopplingar. I illustrationerna till detta avsnitt är cirkulationspumpen placerad i framledningen till radiatorerna. Tilläggas kan att denna pumpplacering inte endast gäller fjärrvärmeanläggningar, utan gäller även andra värmesystem. [4]

Malmström [3] skriver att det i radiatorsystemet inte i någon del skall förekomma tryck under atmosfärstryck, dels på grund av att kokpunkten då sänks under 100°C, dels på grund av risk för luftinsugning. Då pumpen placeras i framledningen höjs trycket i radiatorerna, medan om pumpen placeras i returledningen kommer trycket där bli lägre. Om pumpen placeras i returledningen bör höjden för det öppna expansionskärlet väljas så att avståndet mellan översta radiatoren och botten på expansionskärlet minst motsvarar 70 % av pumptrycket, se figur 2-1.

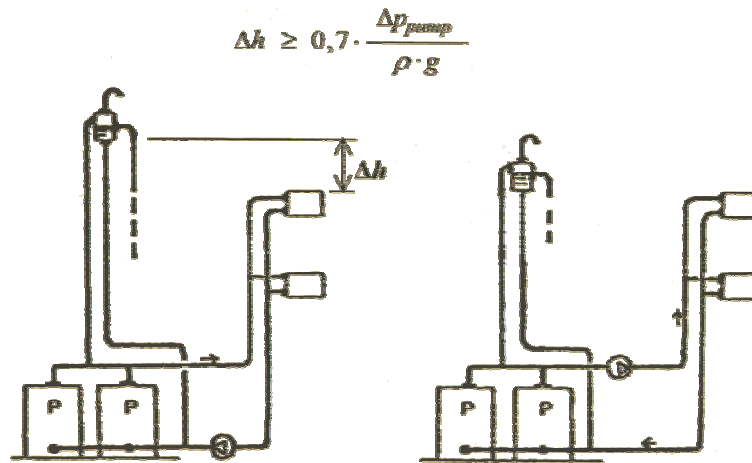


Figure 2-1: Pressure in expansion with different placement of circulation pump. [3]

Figur 2-1: Trycknivåer i expansionskärl vid olika placeringar av cirkulationspump. [3]

Exemplen med öppna expansionskärl borde vara direkt överförbara till slutna expansionskärl, då vattenpelartrycket vid det öppna expansionskärlet motsvarar trycknivån i det slutna. Observera expansionskärlet i förhållande till cirkulationspumpen i figur 2-1.

Warfinge [5] menar att då det gäller slutna expansionskärl inte finns några specifika krav på placeringen då trycket i kärlet bestäms av gastrycket, men att den vanligaste placeringen är i fjärrvärmecentralrummet.

I kurslitteratur för installationsteknik finns flera illustrationer över radiatorsystem, både med och utan fjärrvärmeanslutning. Det förekommer dock ingen enhetlig bild av pumpens placering inom denna litteratur, ej heller i samma lärobok. Analys kring placering av pumpen saknas, förutom exemplet i figur 2-1 med värmepanna och öppet expansionskärl.

[3],[5] och [6]

2.2. Luftproblem

Den vanligaste störningen orsakad av luft är minskad cirkulation, vilket kan innebära att vissa radiatorer blir kalla eller få minskad effekt. Eftersom vattnets förmåga att lösa luft varierar med tryck och temperatur enligt figur 2-2 är det främst i radiatorer placerade där luftens löslighet i vatten är liten som luften fälls ut, det vill säga i högt belägna punkter med lågt statiskt tryck. Även susande ljud anges som vanligt luftproblem.

[4], [5] och [8]

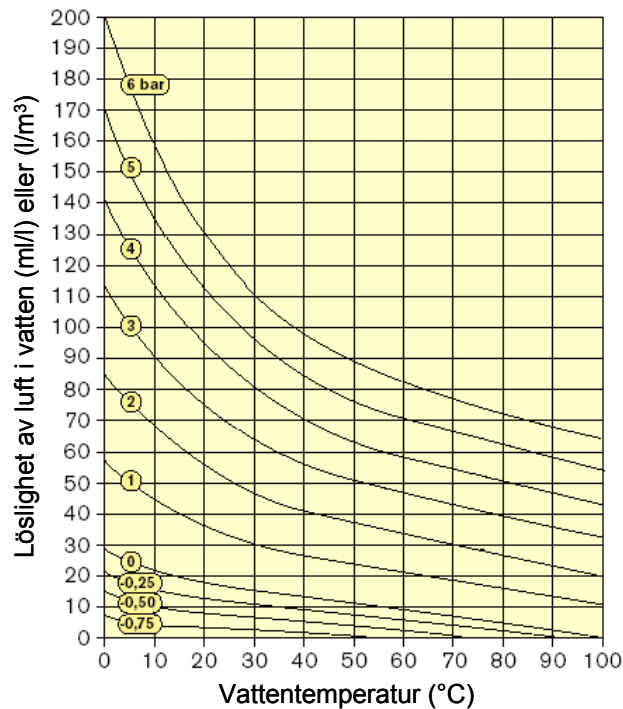


Figure 2-2: Solubility in air and water [7]

Figur 2-2: Löslighet av luft i vatten [7]

Luft i radiatorsystemet innebär förutom cirkulationsstörningar en ökad risk för korrosion. Andra ställen där luftutfällning kan förekomma är vid tryckfall över ventiler, och främst i ventiler där temperaturen är hög och/eller trycket är lågt. Utfälld luft kan orsaka oljud i ventiler och rörledningar samt kavitation.

[3]

2.3. Påfyllnad och avluftning

För att anläggningen lätt skall kunna avluftas utförs anläggningen så [3]:

- Fram och returledning har stigning >1:50 i källare (något som numera är ovanligt)
- Avluftningsventiler placeras på radiatorer och i anläggningens högpunkter
- I fall där högpunktsavluftning ej är möjlig skall minimihastighet upprätthållas för att eventuella luftbubblor skall följa med flödet och ej samlas
- Även speciella avluftningsanordningar i anslutning till värmecentralen kan förekomma

VVS-installatörerna anger i sin teknikhandbok att de lösta gaserna som finns i radiatorvattnet vid påfyllnad skall frigöras. Detta sker genom att systemet värms upp till högsta tillåtna drifttemperatur. Gasen frigörs då som bubblor som kan avledas. Systemet bör utformas med få högpunkter och avluftningsanordningar placerade där luft kan samlas. Det poängteras att då det förekommer höga vattenhastigheter kan rörförstoring vara nödvändig för att luften skall kunna samlas. I anläggningar med mikrobubbelavskiljare skall dessa placeras där temperaturen är som högst och trycket som lägst, det vill säga på framledningen till radiatorerna och på sugsidan av pumpen, se figur 2-3. Vid större anläggningar där systemet är högre än 15 till 20 m fungerar denna typ av luftavskiljare inte. I dessa anläggningar ansluts istället en undertrycksavgasare.

[4]

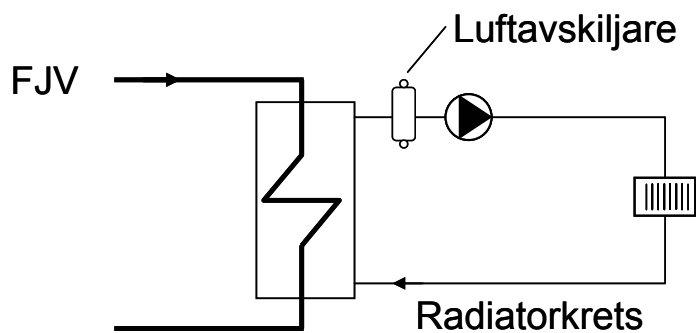


Figure 2-3: Connection of air-seperator [4]

Figur 2-3: Anslutning av mikrobubbelavskiljare [4]

3. Intervjuer med branschaktiva aktörer

3.1. VVS-konsulter

Intervjuer via telefon har gjorts med 14 VVS-konsulter, från Malmö i söder till Lycksele i norr.

De intervjuade konsulternas namn och deras svar finns sammanställda i bilaga 1. **Fel! Hittar inte referenskälla.** VVS-konsulterna svarade på frågor kring val av värmeväxlare, placering av cirkulationspump, avluftning, påfyllnad av radiatorsystemet samt skillnader mellan olika temperaturnivåer i olika system med avseende på avluftning.

3.1.1. Värmewäxlare

Värmewäxlaren ses som en komponent i systemet precis som vilken annan komponent som helst med ett visst tryckfall. Då anläggningens radiatorsystem är dimensionerade och flöde, effektbehov och temperaturnivåer är bestämda kontaktas tillverkare av värmewäxlare eller fjärrvärmecentraler. Den värmewäxlaren som bäst motsvarar anläggningens krav väljs.

Två konsulter nämner nivåer på tänkbara tryckfall på sekundärsidan i värmewäxlaren till 5-10 kPa respektive max 10 kPa. En konsult påpekar att tryckfallet i värmewäxlaren påverkar värmeöverföringen medan en annan säger att ett större tryckfall innebär en större cirkulationspump.

En konsult säger att fjärrvärmebolagens krav på tryckfall på primärsidan ställer krav på valet av värmewäxlare samtidigt som tryckfallet på sekundärsidan önskas hållas lågt.

Tre av konsulterna säger att priset påverkar valet av VVX.

En av konsulterna säger att hänsyn tas till försmutsningsrisk vid val av värmewäxlare. Detta uppnås i och för sig automatiskt genom att man följer Svensk Fjärrvärmes dimensioneringsförfarande.

3.1.2. Cirkulationspump

Frågorna som ställdes angående cirkulationspumpen kretsade kring vart i anläggningen cirkulationspumpen placeras, samt varför den placeras just där.

Cirkulationspumpen väljs med avseende på flöde och det totala tryckfallet i anläggningen.

Utav de VVS-konsulter som intervjuats var det vanligaste svaret att cirkulationspumpen placeras i framledningen till radiatorerna (9 av de 14 konsulter). 4 konsulter angav returledning som den vanligaste placeringen.

Som argument för att placera pumpen i framledningen angavs att god kontroll på de statiska trycken i anläggningen erhålls. De som uttalade sig om placeringen av expansionskärlet ville placera det på pumpens sugsida, antingen precis innan pumpen eller innan värmewäxlaren i de fall då cirkulationspumpen placeras på framledningen till radiatorerna.

Argumenten för att placera pumpen på returen från radiatorerna var främst den lägre temperaturen, något som flera konsulter samtidigt hävdar inte spelar någon större roll med dagens lägre systemtemperaturer, bättre packningsmaterial och våtlöpande pumpar. En av konsulterna som helst önskade placera pumpen på returen från

radiatorerna angav som argument att få upp trycket i värmeväxlaren samt att denna placering minskar risken för oljud i systemet. Denna konsult angav även att expansionskärlet önskas placeras på pumpens trycksida, men att det då är viktigt att ha kontroll på det statiska trycket.

En konsult angav att de båda placeringarna är ungefär lika vanliga, och att pumpens placering beror på den övriga anläggningens utformning samt om mikrobubbelavskiljare skall installeras.

Flera konsulter angav att den vanligaste typen av pump som installeras i större anläggningar är tryckstyrda pumpar.

3.1.3. Påfyllnad av radiatorsystemet

Påfyllnad av radiatorsystemet sker vanligast med tappvarmvatten. Tre konsulter angav att radiatorsystemet fylls med tappkallvatten. En av dessa konsulter angav som skäl att det vid nyinstallation av fjärrvärmecentralen inte finns något tappvarmvatten tillgängligt för påfyllnad av radiatorsystemet.

Sex konsulter anger att systemet fylls, eller att det förekommer att det fylls, med avgasat vatten. En konsult anger att systemet skall fyllas med avgasat vatten. Det avgasade vattnet som anläggningen fylls med är antingen vatten från fjärrvärmenätet, avkokat eller avgasat vatten som kan vara inköpt från värmeleverantören. Att använda vatten från fjärrvärmenätet anses vara bra, men flera fjärrvärmebolag inte är intresserade av denna lösning.

3.1.4. Avluftning

Då det gäller avluftning finns det främst två typer av avluftare, dels att på traditionellt vis samla luft i höjdpunkter såsom överst i schakt, radiatorer mm, dels kontinuerliga avluftare såsom mikrobubbelavskiljare och lokalt trycksänkande anordningar.

Samtliga konsulter utom en uppger att avluftning ska ske på samtliga höjdpunkter, antingen genom automatiska/manuella avluftare eller på radiatorerna i de fall då dessa är de högsta punkterna. En konsult påpekar att det även skall utföras avluftningsmöjlighet vid lokala höjdpunkter som inte finns med på ritningen, utan som uppstår vid rödragning kring exempelvis ventilationskanaler.

En vanlig åsikt då det gäller automatiska avluftare är att de är förknippade med läckagerisk, och därför placeras dessa alltid synligt eller till och med undviks. En konsult framhåller att försmutsning i form av stänk vid automatiska avluftare måste beaktas vid placeringen.

En konsult säger att det ibland förekommer slarv med rördimension till avluftningsanordningar (för kläna rördimensioner används). En annan menar att det förr var vanligt att grövre rördimensioner används till avluftningsanordningar, något som inte är lika vanligt förekommande idag.

Då det gäller utskiljning av den luft som är löst i vatten används så kallade mikrobubbelavskiljare. Samtliga konsulter utom en säger att mikrobubbelavskiljare förekommer, dock i något olika utsträckning. Funktionen av dessa avskiljare anses vara god. I större anläggningar förekommer istället för en mikrobubbelavskiljare en lokalt trycksänkande anläggning som arbetar cykliskt. Anläggningen fungerar så att ett delflöde i radiatorsystemet leds till en behållare där trycket sänks och den lösta luften frigörs och släpps ut. Det avluftade vattnet släpps tillbaka till radiatorkretsen och nytt vatten fylls på i behållaren.

Rekommenderad placering av mikrobubbelavskiljaren skiljer sig något mellan de olika konsulterna, men den vanligaste placeringen är på framledningen till radiatorkretsen.

En konsult påpekar att det förekommer anläggningar med fjärrvärmecentral placerad högre upp i anläggningen än på lägsta plan, och att detta är en fördel ur avluftningsaspekt.

Ingen skillnad görs vid olika temperaturnivåer i radiatorsystemet (hög-/lågtemperatursystem) då det gäller avluftningsaspekter. Två konsulter säger att system med lägre temperatur är svårare att avlufta men att kontinuerlig luftavskiljning med mikrobubbelavskiljare gör systemen problemfria. En konsult säger att en tillfällig höjning av temperaturen i systemet till 95°C vid avluftning tar bort luften en gång för alla.

En annan konsult påpekar problematiken vid konvertering av högtemperatursystem med panna till fjärrvärme och lägre systemtemperaturer. I dessa anläggningar är det svårare att få bort luften vilket innebär att system kan vara svåra att justera.

3.2. Tillverkare av fjärrvärmecentraler

Sex tillverkare av fjärrvärmecentraler har kontaktats och besvarat frågor kring placering av cirkulationspump, påfyllnad av radiatorsystem och avluftning, för mera utförliga svar se bilaga 2.

3.2.1. Placering av cirkulationspump

Tre av tillverkarna angav att de placerar cirkulationspumpen i returledningen från radiatorerna, två att de som regel placerar den i framledningen till radiatorerna. En tillverkare angav att placeringen beror på storleken av fjärrvärmecentralen, där pumpen placeras i framledningen på de minsta anläggningar och i returledningen på de större anläggningarna.

Det skäl till placeringen av cirkulationspumpen (oavsett om den placeras i fram eller returledningen) som fyra av de fem tillverkarna anger är att placeringen avgörs av produktionstekniska skäl, att pumpen passar bäst in i centralen just där. Tillverkaren som placerar cirkulationspumpen i returledningen på de större anläggningarna menar att då anläggningen är stor blir även pumpen stor, vilket innebär att den är tung. För att få så låg tyngdpunkt som möjligt på fjärrvärmecentralen placeras pumpen lågt, där inloppet till värmeväxlaren befinner sig.

De tillverkare som inte nämner produktionstekniska skäl som avgörande av pumpens placering anger att pumpen placeras i returledningen på grund av att temperaturnivåerna är lägre där, samt för att undvika stora tryckfall på pumpens sug sida. En av dessa tillverkare anger att pumpen även bör placeras före smutsfiltret då detta kan ge upphov till stora tryckfall vid ansamling av smuts. Risken för kavitation i pumpen kan därmed öka om filtret placeras mellan expansionskärlet och pumpen. Samma tillverkare poängterar att högre temperaturnivå kan påverka pumpens livslängd, samt att lägre temperatur minskar även risken för kavitation och att elektroniken till moderna pumpars reglering mår bättre vid lägre temperatur.

Fyra av tillverkarna anger att expansionskärlet placeras av sugsidan på pumpen. En av tillverkarna angav detta som den viktigaste faktorn för placeringen av cirkulationspumpen. En tillverkare placerar expansionskärlet i mindre vägghängda anläggningarna på sugsidan av pumpen, men i större anläggningarna placeras expansionskärlet på returen från radiatorkretsen och pumpen i framledningen till radiatorerna.

Tre av tillverkarna säger att pumpen placeras vertikalt, och att detta görs för att inte få luftsamling i pumpen. En av tillverkarna ansåg att detta var den viktigaste faktorn för pumpens placering.

Tre av tillverkarna anger att pumpplaceringen kan vara olika på grund av kundens önskemål eller befintlig värmeanläggning.

3.2.2. Påfyllnad

Fem tillverkare angav att radiatorsystemet fylls på med varmvatten, men att det kan förekomma att kunden fyller på med avgasat vatten. En angav att det vore önskvärt att fylla systemet med avgasat vatten, antingen fjärrvärmevatten, eller vatten avgasat med undertrycksanläggning. Denna tillverkare önskar en lösning med påfyllnad med fjärrvärmevatten, då detta borde gå att lösa på ett relativt billigt och bra sätt, medan installationen med återströmningsskydd till tappvarmvatten är en dyr och inte särskilt bra lösning.

3.2.3. Avluftning

Tre av tillverkarna anger att mikrobubbelavskiljare förekommer i större anläggningar. En tillverkare uppger att avskiljaren placeras på framledningen och på pumpens sug sida, en annan att placeringen sker enligt anvisningar från tillverkaren av avskiljarens. Den tredje tillverkaren som normalt har pumpen i returledningen placerar avskiljaren på pumpens sug sida, men kan flytta pumpen till framledningen om kunden så önskar med hänvisning till att avskiljaren får något försämrade kapacitet vid lägre temperaturer. Vid placering av luftavskiljarens anser denna tillverkare att lågt statiskt tryck är av större vikt än hög temperatur för luftavskiljarens funktion.

Mikrobubbelavskiljare anses fungera bra, och att de gör stor nytta, främst och nästan uteslutande den närmsta tiden efter påfyllnad av värmesystemet.

Två tillverkare av fjärrvärmecentraler poängterar vikten av att få bort all luft med avseende på injustering av värmesystemet. Med luft i systemet kan tryckpendling/gungningar i systemet uppkomma.

Den tillverkare som inte använder sig av mikrobubbelavskiljare konstruerar fjärrvärmecentraler för upp till 25 lägenheter.

3.2.4. Luftproblem

Problem med luft i systemet är främst injusteringssvårigheter. En tillverkare av fjärrvärmecentraler anger att kavitation har upptäckts, men då har felet kunnat härledas till felaktigheter på pumpen.

3.2.5. Övriga synpunkter

En tillverkare uppger att det finns önskemål från några uppdragsgivare i Stockholm att installera ledningar till ett kemikaliefilter för behandling av radiatorvattnet.

Att det husinterna systemet vid konvertering inte alltid fungerar smärtfritt påpekar en tillverkare av fjärrvärmecentraler. Det påpekas då att äldre system med pannor och shuntgrupper ställer till problem och att det finns ett behov av anvisningar för att vid fjärrvärmeanslutning få de husinterna systemen att fungera väl.

3.3. Radiatortillverkare

Fem tillverkare av radiatorer har kontaktats och via telefon och svarat på frågor om syrehalter, avluftning och luftproblem, för mera utförliga svar se bilaga 3.

3.3.1. Syrehalter och avluftning

Samtliga tillverkare anger att det inte finns några krav på nivåer för maximal syrehalt i radiatorvattnet. Två tillverkare tillägger att det inte skall förekomma någon luft i radiatorsystemet. Sedan systemet fylls på och luftas av får inte syre kontinuerligt läcka in. En tillverkare säger att den luft som finns kvar efter påfyllnad och avluftning kommer så småningom att bli ”dött vatten” och därmed inte kan åstadkomma några problem. En annan tillverkare rekommenderar att temperaturen höjs i systemet vid avluftning, och att efterkommande avluftning bör ske.

Alla tillverkare är ense om att luften skall ut ur systemet för att få ett väl fungerande värmesystem.

System med golvvärmeslingor anses av en radiatortillverkare vara särskilt svåra att avlufta.

3.3.2. Luftproblem

Luftrelaterade korrosionsproblem är sällsynta uppger samtliga tillverkare. De luftproblem som uppstår är främst oljud i form av susningar och försämrad cirkulation uppger en tillverkare.

Om luft kontinuerligt tillförs uppstår korrosionsproblem mycket snabbt. Tre radiatortillverkare nämner som exempel att då ej diffusionstäta PEX-rör/golvvärmeslang användes blev rostangreppen på radiatorerna mycket omfattande på kort tid.

Då en radiator korroderat så läckage uppstår byts endast den felande radiatören utan att felkällan undersöks, om inte felen är ofta förekommande i anläggningen.

Samtliga tillverkare säger sig inte ha observerat något samband mellan övergång till lågtemperaturssystem och ökande frekvens av korrosionsskador. Dock tillägger en tillverkar att dessa system ställer högre krav på att avluftningen sker korrekt samt att den tar längre tid. En tillverkare säger att detta samband vore intressant att studera.

3.4. Tillverkare av cirkulationspumpar och luftavskiljare

Två tillverkare av cirkulationspumpar och två företag som marknadsför och levererar bland annat avluftsprodukter har kontaktats angående deras komponenters placering och funktion, se bilaga 4. Även företagens produktinformation och handbok med avseende på avluftsanordningar har undersökts.

3.4.1. Pumpens placering

Båda pumptillverkarna anger att temperaturen inte är den viktigaste faktorn vid placering av cirkulationspumpen, utan det statiska trycket vid pumpens placering är viktig. Den ena kontakten framhöll vikten av att placera expansionskärlet på pumpens sug sida för att det lägsta statiska tryck skall vara så högt som möjligt. Båda pumptillverkare säger att vertikal montering av pumpen är bäst, då det ej kan samlas luft vid denna montering.

Den ena tillverkaren rekommenderar pumpplacering på framledningen, och den andra på returledningen. Som argument för placering på returledningen anges att risken för kavitation är mindre där, med tillägg att våtlöpande pumpar är mera kavitationskänsliga.

En pumptillverkare angav att pumpen bör placeras så lågt i systemet som möjligt, dock ej allra längst ner på grund av försmutsningsrisk.

3.4.2. Luftavskiljare

En pumptillverkare angav att mikrobubbelavskiljare är av godo då den minskar mängden av den lösta luften i vattnet, som kan fällas ut lokalt i pumpen där undertryck skapas och därmed ställa till skada. Dessa bubblor finns dock endast lokalt och återlöses sedan i vattnet då trycket stiger i flödet. Inget system är fullständigt diffusion tätt och därför kommer luft att tillföras, något som en luftavskiljare kan ta bort.

Båda företagen som säljer avluftare har två typer av luftavskiljare för kontinuerlig avluftning av värmesystem. Den ena är en avskiljningsanordning (här kallad mikrobubbelavskiljare) där vattnet strömmar igenom en absorptionsdel med ett ytförstorande material. Flödet genom absorptionsdelen skall vara lågt för att luften och mikrobubblorna skall fastna och stiga för att sedan frigöras via en automatisk luftningsventil. Mikrobubbelavskiljare är tillräckligt för lägre hus, men för högre byggnader där statiska trycket är högt räcker denna typ av avskiljare inte till, utan en vakuumavluftare bör installeras. Undertrycksavluftaren fungerar som så att ett delflöde avleds från huvudflödet till en behållare där trycket tillfälligt sänks och på så sätt frigörs luften som därefter släpps ut via en avluftare. Det avluftade vattnet återförs sedan till huvudflödet och behållaren fylls åter med vatten för avluftning.

Båda återförsäljare anger att den rekommenderande placeringen av mikrobubbelavskiljaren är i anslutning till värmeväxlaren (på den varma sidan) samt på sugsidan av pumpen. Då denna placering ej är möjlig för att pumpen är placerad i returledningen uppger en återförsäljare att avskiljaren skall placeras på framledningen till radiatorsystemet, då hög temperatur anses viktigare än det lägre trycket i ett radiatorsystem (där tryckhöjningen inte anses särskilt stor).

En av återförsäljarna anger att den bästa placeringen även kan vara på trycksidan av pumpen då det i pumpen skapas undertryck och luftbubblor fälls ut, och finns kvar i flödet strax efter pumpen. Det poängteras vid denna placering att det är av yttersta vikt att mikrobubbelavskiljaren skall placeras så nära pumpen som möjligt.

3.5. Övriga kontakter

Då det gäller praktiska kontakter har två installationsföretag kontaktats samt en servicetekniker på ett energibolag. Även en person på SABO (Sverige allmännyttiga bostadsföretag) som är en intresseorganisation har kontaktats. För utförligare svar se bilaga 5. De har besvarat frågor kring pumpens placering, expansionskärl, avluftning och luftproblematik.

3.5.1. Placering av cirkulationspump och expansionskärl

Två av de tillfrågade svarar att pumpen brukar placeras på returledningen från radiatorsystemet. Som anledning till denna placering nämns temperaturaspekter respektive att pumptillverkare rekommenderar denna placering.

Två av de tillfrågade ansåg att pumpen skall placeras i framledningen till radiatorsystemet. Som argument för detta anges att pumpen är konstruerad för att trycka in vatten i radiatorerna, samt att annan placering ökar risken för insugning av luft som oftast sker via avluftare.

Då det gäller placeringen av expansionskärlet skiljer sig åsikterna, en anser att slutna expansionskärl ej skall anslutas till pumpens sug sida då det förekommer avluftningsanordning på expansionskärlet och att det då kan finnas risk för insugning av luft i systemet. En annan anser att expansionskärlet skall anslutas till pumpens sug sida för att övertryck skall erhållas i hela systemet.

3.5.2. Avluftning

De två installatörerna säger att avluftare installeras på högpunkter, samt att det förekommer att även mikrobubbelavskiljare installeras. En installatör säger att automatiska avluftare på höjdpunkter undviks på grund av läckagerisk.

En av installatörerna säger att vid avluftning höjs temperaturen för att så mycket luft som möjligt skall frigöras. I lågtemperatursystem kan temperaturen oftast tillfälligtvis höjas (med el-patron för värmepumpanläggningar) då radiatorlasten är låg. Denna installatör och kontakten på SABO säger även att vid avluftning av större anläggningar kan en undertrycksavluftare installeras, antingen permanent eller tillfälligt. Undertrycksavgasaren anges vara mycket effektiv.

3.5.3. Luftproblematik

En av installatörerna och serviceteknikern anser att de främsta problemen som uppstår på grund av luft i systemet är dålig cirkulation och därmed dålig värme på radiatorerna. En installatör säger att luftproblem var vanligare förr då ej diffusionstäta plaströr användes. En annan installatör menar att luftproblemen är sällsynta i förhållande till antalet radiatorer som finns i drift, men tillägger att golvvärmearrangeringar kan vara svårare att avlufta då plaströren ej alltid ligger slätt.

Serviceteknikern får rycka ut till kunder med serviceavtal (främst villakunder) och lufta radiatorer och fylla på vatten i anläggningen. Han säger att kunden som äger anläggningen ofta tror att den skall sköta sig själv, och därför försummar avluftning av systemet.

3.6. Nordiska erfarenheter

De utländska kontakterna baseras på samtal med de närmsta nordiska grannländers respektive fjärrvärmeförening (Danmarks, Finlands och Norges), eller på person rekommenderad av fjärrvärmeföreningen, samt kontakt med en fjärrvärmeleverantör i respektive land. För utförligare svar se bilaga 6.

3.6.1. Danmark

I Danmark förekommer både radiatorsystem som är direkt anslutna till fjärrvärmenätet och anläggningar som är indirekt anslutna via en värmeväxlare. Uppskattningsvis är det ungefär hälften av anläggningarna som är anslutna till fjärrvärmenätet via en värmeväxlare. Påfyllnad av radiatorsystemet vid indirekt anslutning sker vanligtvis med kallvatten, men det finns även exempel på indirekt anslutna anläggningar som fylls med fjärrvärmevatten.

Vid indirekt anslutning är principen att pumpen placeras på framledningen till radiatorsystemet och att expansionskärlet placeras vid pumpens sug sida säger fjärrvärmeföreningen. Fjärrvärmeleverantören säger att pumpplaceringen varierar, men att den vanligaste placeringen är på den kalla sidan av värmeväxlaren.

3.6.2. Finland

Fjärrvärmeföreningen i Finland har rekommendationer då det gäller utformning av fjärrvärmecentraler, påfyllnad mm. I Finland är det husinterna systemet alltid skilt från vattnet i fjärrvärmenätet med värmeväxlare.

Rekommenderad pumpplacering är på retursidan från radiatorsystemet, och detta för att temperaturen där är låg. Expansionskärlet placeras på pumpens sug sida för att minska risken för att luft skall tränga in i systemet. Dock finns det prefabricerade

fjärrvärmecentraler som inte följer dessa rekommendationer, men rekommendationerna anses annars vara representativa för hela Finland.

Påfyllnad av radiatorsystemet sker vanligtvis med tappvatten, antagligen främst kallvatten anser energimyndigheten, medan energiföretaget använder varmvatten.

3.6.3. Norge

I Norge ingår inte tekniska rekommendationer i fjärrvärmeföreningens arbetsområde, utan fjärrvärmeföreningen fokuserar lobby och policy arbete. Fjärrvärmeföreningen hänvisade därför vidare till en konsult som tidigare varit ledare för fjärrvärmeföreningen (1987-1996).

I Norge förekommer det endast indirekt anslutning av fjärrvärme. Mindre villaområden med en central värmeväxlare kan sedan anslutas direkt till det lokala nätet.

Placeringen av cirkulationspumpen uppges variera, den norska konsulten säger att den vanligen placeras i framledningen, energibolaget i returen. Expansionskärlet placeras på pumpens sugsida för att minska risken för insugning av luft i systemet. Dock uppges det även att denna placering kan variera.

Påfyllnad av radiatorsystemet sker vanligtvis med tappvatten, vanligtvis kallvatten. Det förekommer anläggningar som fylls med fjärrvärmevatten vid nya anläggningar inom vissa fjärrvärmeområden.

I Norge förekommer ofta shuntkopplingar i radiatorsystemen vid fjärrvärmeanslutning, något som skiljer sig från de svenska systemen.

4. Diskussion

Då det under arbetets gång framkommit flera olika åsikter, såväl samstämmiga som motsägelsefulla, finns det utrymme för diskussion. Detta avsnitt är ett resultat av författarnas diskussion med utgångspunkt från det insamlade materialet.

4.1. Tryckhållning vid olika placeringar av cirkulationspump och expansionskärl

För att illustrera tryckförhållandet i ett radiatorsystem har fyra tänkbara placeringskombinationer av cirkulationspump och expansionskärl tagits fram i figur 4-1.

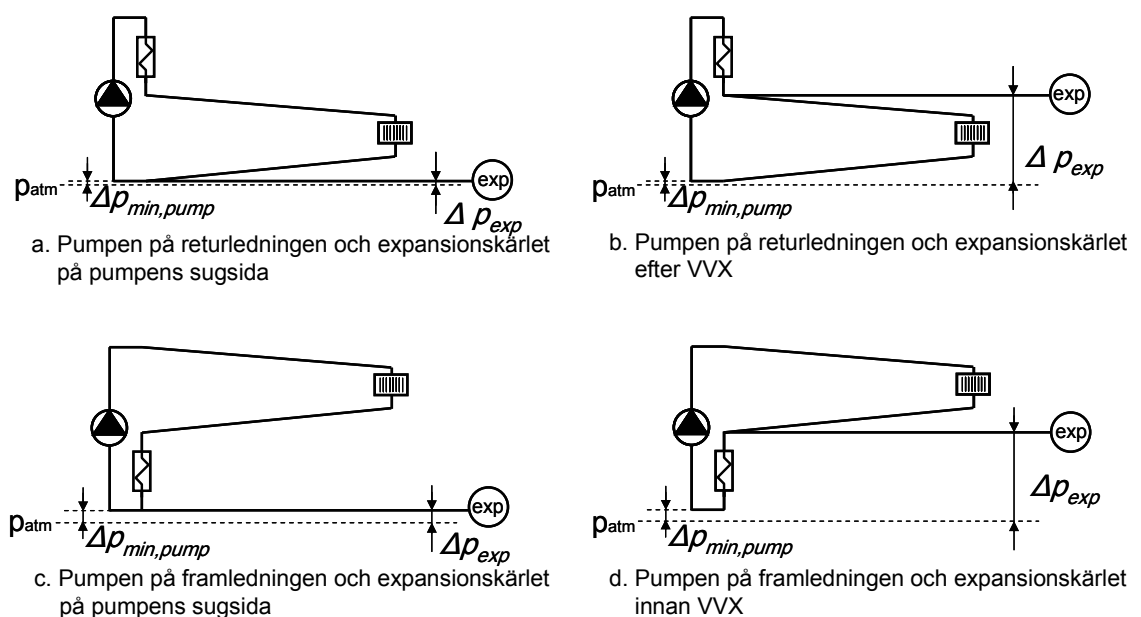


Figure 4-1: Pressure situation with different placements of the circulation pump and expansion.

Figur 4-1: Tryckförhållande med olika placeringar av cirkulationspump och expansionskärl.

Var än pumpen placeras krävs ett visst övertryck i hela radiatorsystemet, och för att vara säker på att detta skall erhållas bör pumpen placeras direkt efter expansionskärlet, utan några mellanliggande komponenter som kan åstadkomma tryckfall (se figur 4-1.a och 4-1.c). Att som i figur 4-1.d placera pumpen i framledningen och expansionskärlet i returledningen, eller tvärt om som i figur 4-1.b, kräver högre förtryckt expansionskärl (högre Δp_{exp}) för att ta hänsyn till tryckfallet i värmeväxlaren. Erfarenhetsmässigt vet vi att tryckfallet i värmeväxlaren och/eller smutsfiltret kan öka på grund av försmutsning med tiden. Att placera komponenter så att de på ett okontrollerat sätt kan påverka det statiska trycket vid pumpens sugsida måste betraktas som olämpligt.

Att placera cirkulationspumpen i framledningen innebär att vattnet har en högre temperatur, vilket innebär att trycket vid pumpens sugsida ($\Delta p_{min,pump}$ i figur 4-1.c och figur 4-1.d) behöver vara högre för att undvika kavitation. Som exempel kan data över

krav på trycknivån vid olika temperaturer ges, här som ett utdrag ur produktblad för pumpar ur Grundfos serie 200, se tabell 4-1.

Table 4-1: Required minimum pressures at the pump suction flange. [9]

Tabell 4-1: Lägsta trycknivå på sugsidan av cirkulationspumpen. [9]

Pumptyp	Vätsketemperatur		
	75°C	90°C	120°C
UPS, UPSD	[bar]	[bar]	[bar]
32-30	0,05	0,05	1,3
32-120	0,4	0,7	1,95
80-60	1,2	1,5	2,75
100-30	1,05	1,35	2,6

Således kan systemtrycket hållas något lägre med pumpen placerad på returledningen från radiatorerna. Å andra sidan är detta inget att eftersträva då risken för inläckage av luft ökar vid låga systemtryck.

Vad gäller maximal medietemperatur anges den för Grundfos cirkulationspumpar i serie 200 till 120°C och maximal omgivningstemperatur till 40°C [9]. Då det gäller pumpar med elektronik för tryckhållning varierar rekommenderad vätsketemperatur med omgivningstemperaturen. Exempel på detta finns i tabell 4-2 som är ett utdrag ur datablad från pumpar i Grundfos Alpha serie.

Table 4-2: Surrounding and liquid temperature for Grundfos Alpha pumps. [10]

Tabell 4-2: Omgivnings- och vätsketemperatur för Grundfos Alpha pumpar. [10]

Omgivande temperatur [°C]	Vätsketemperatur	
	Min. [°C]	Max. [°C]
0	2	110
30	30	110
35	35	90
40	40	70
60*	60*	70*

*Vid dessa temperaturer kan pumpens livslängd minska.

Önskemål på låg omgivningstemperatur talar för en placering av cirkulationspumpen i returledningen, särskilt vid kompakta prefabricerade fjärrvärmecentraler med hölje. Det kan tyckas att omgivningstemperaturen aldrig blir kritisk, men en så låg omgivningstemperatur som möjligt borde höja livslängden för den elektroniska pumpstyrningen.

Sammantaget kan det konstateras att cirkulationspumpen bör placeras enligt figur 4-1.a eller figur 4-1.c. Placeringarna i figur 4-1.b och 4-1.d bör undvikas. Vid placering av pumpen bör kavitationsrisk, önskat systemtryck och pumpens rekommenderade arbetstemperaturområde beaktas.

4.2. Påfyllnad

Då det gäller påfyllnad av radiatorsystemet anses det allmänt att det är av intresse att få in så lite luft som möjligt i radiatorsystemet. Det vanligaste är idag att värmeanläggningen fylls med tappvarmvatten. Stor vikt i det fallet läggs vid återströmningsskydd som har till uppgift att hindra värmevattnet att återströmma till tappvattnet. Konstruktionskrav på återströmningsskyddet är för närvarande under utredning av Boverket, Svensk Fjärrvärme och branschrepresentanter.

Då det gäller påfyllnad av tappvatten bör det föreskrivas att tappvarmvatten skall användas då de gaser som finns i tappvatten till större del befinner sig i gasform då tappvattnet är varmt. Dessa gasbubblor kommer då att fastna i högpunkter i systemet vilket underlättar avluftningen vid påfyllnad av radiatorsystemet. Vid påfyllnad av kallvatten förekommer det att gaserna löser sig invid rörväggar och kan hänga fast vid rörväggen betydligt längre vilket försvårar avluftningen.

I större anläggningar borde påfyllnad av radiatorsystemet med avgasat vatten vara möjligt. Avgasat vatten kan till exempel erhållas med undertrycksavgasare eller kan vatten från fjärrvärmenätet användas. Vid sammankoppling med fjärrvärmenätet får påfyllnadskapaciteten ej överskrida säkerhetsventilens kapacitet på sekundärsidan då trycket på primärsidan är betydligt högre än sekundärsidans tillåtna tryck. Påfyllnad med fjärrvärmevatten förutsätter givetvis att fjärrvärmeleverantören är intresserad av detta, samt att enkel debitering av den påfyllda vattenvolymen kan göras. Som debiteringsunderlag vid påfyllnad kan fjärrvärmecentralens energimätare användas för att mäta påfylld vattenvolym, se föreslagen kopplingsprincip i figur 4-2. Det är även tänkbart att en engångssumma beroende på anläggningens storlek tas ut vid påfyllnad av radiatorsystem.

Sannolikt vill man att påfyllnad med fjärrvärmevatten sker under kontrollerade former, och utförs då av en servicetekniker, som efter påfyllnad plomberar påfyllnadsventilen och demonterar slankopplingen för påfyllnad med vatten från fjärrvärmenätet. Genom den avbrutna påfyllnadsledningen kan mindre påfyllnader utföras genom slangkoppling till tappvarmvatten i samband med mindre reparationsarbeten eller renoveringar då kostnaden för serviceteknikern anses vara för stor.

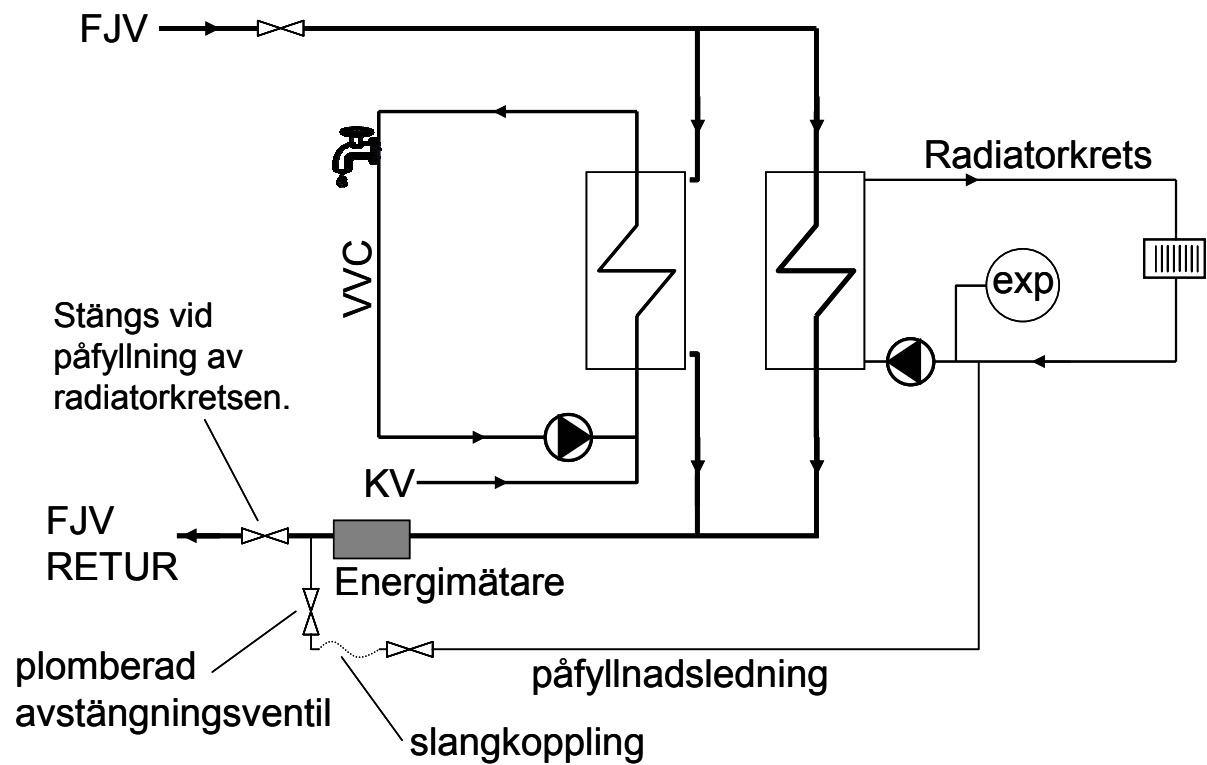


Figure 4-2: Principal connection scheme for district heating substation with filling of the radiator system with district heating water.

Figur 4-2: Principiell kopplingsschema för fjärrvärmecentral med påfyllnad av radiatorkretsen med fjärrvärmevatten.

5. Slutsatser

Då det gäller pumpens placering råder ingen entydighet inom VVS-branschen. Många argument kring vart cirkulationspumpen skall placeras är erfarenhetsmässiga. För att den optimala pumpplaceringen skall bestämmas måste därför noggranna studier göras, för att peka på fördelarna med en viss placering och för att få acceptans inom branschen. Det kan sägas att då det gäller cirkulationspumpens placering är den viktigaste faktorn att säkerställa ett tillräckligt högt tryck på pumpens sug sida, samtidigt som trycket i hela anläggningen måste vara större än atmosfärstrycket. Minskad risk för kavitation talar för en placering av cirkulationspumpen i returledningen i kombination med ett expansionskärl på pumpens sug sida. Med denna placering minskar även värmning av den elektronik som reglerar pumparbetet vid tryckstyrda pumpar.

Vid placering av cirkulationspumpen i framledningen borde även expansionskärlet placeras där, och då på pumpens sug sida. Pumpleverantörens krav på stationärt tryck på sugsidans beroende på drifttemperaturen måste beaktas.

Man skall undvika att placera komponenter som ger upphov till tryckfall (gäller även smutsfilter) mellan expansionskärlet och pumpens sug sida.

Avluftning av radiatorsystem är inget direkt problem och luftrelaterade problem anses sällsynta. Detta trots att systemtemperaturer har sänkts utan att någon direkt skillnad på dimensioneringstänkandet av radiatorsystem har gjorts, förutom ökad användning av kontinuerliga avluftare i form av mikrobubbelavskiljare eller trycksänkande anordningar. Det är ett faktum att anläggningar med lägre systemtemperatur och golvvärme är svårare att tömma på luft, något som talar för användning av kontinuerlig luftavskiljning. Anledningen är bland annat vattnets ökande förmåga att lösa luft vid lägre temperaturer.

Då det gäller påfyllnad av radiatorsystemet är tappvatten, och då främst tappvarmvatten det medium som använts. Det finns ett intresse kring påfyllnad med avgasat vatten, där fjärrvärmevatten ses som en möjlighet. Det är fullt möjligt att fylla radiatorsystem med fjärrvärmevatten, och det till och med förekommer inom vissa fjärrvärmeområden. Då fjärrvärmevatten ej kan användas till påfyllnad av radiatorsystemet skall tappvarmvatten användas.

Referensförteckning

- [1] FJÄRRVÄRMECENTRALEN UTFÖRANDE OCH INSTALLATION, Tekniska bestämmelser | F:101 | oktober 2004, ISSN 1401-9264, © 2004 Svensk Fjärrvärme AB, Art nr 041120
- [2] Fjärrvärmecentralen, kopplingsprinciper, rapport 2004:3
- [3] Installationstekniska grunder, Introduktion samordning med byggnaden värme ventilation, KTH, 2002, Tor-Göran Malmström
- [4] Teknikhandboken, VVS-Installatörernas teknikhandbok 2005, 2004, ISBN 91-631-6366-7
- [5] Installationsteknik AK för A, Catarina Warfinge, LTH, 1997, Rapport TABK--97/7031
- [6] Installationsteknik, Grundkurs A, Del 1, VVS-tekniska installationer, Chalmers, Kompendium K34:1983
- [7] VVS Teknik & installation, Oktober 2004
- [8] Total injustering, Robert Petitjean, 1995, ISBN 91-630-2630-9
- [9] PDF - UPS, UPSD Serie 200 – datahäfte, V7 12 82 21 02 98 28/2-05
- [10] PDF – Grundfos Alpha+ Cirkulationspumpar, V7 16 46 94 xx 03, 2/3-05

*bilaga 1 Samtal med VVS-konsulter***Företag: B&B VVs konsult****Kontaktperson: Tommy Bengtsson 14/12-04****Tryckfall i radiatorväxlaren:**

Genom tryckfallet i radiatorketsens samtliga delar (inkl VVX) dimensioneras pumpen. Får uppgifter från VVX-tillverkaren.

Placering av cirkulationspump

95-100 % av fallen placeras pumpen i framledningen till radiatorketsen (på den varma sidan). Praxis. Vid värmeåtervinningsbatterier placeras pumpen på den varma sidan för att minska risk för kondens på pumpen.

Påfyllning

Tappvarmvatten. Till vissa anläggningar (på uppdragsgivarens begäran eller vid stora anläggningar) fylls systemet med avluftat vatten. Idag föreskrivs dock påfyllnad av avgasat vatten.

Avluftning

Permanent (automatiska) avgasare förekommer på större system. Vid projektering finns avluftare (luftklockor) på samtliga höga punkter. Rekommendationer då det gäller dimensioneringen av dessa luftklockor följs dock inte alltid. För små rördimensioner förekommer och då har luften svårare att leta sig dit. Rördimensionen skall vara samma som radiatorketsen, dock max 2 tum. Konstruktionen av avluftare skiljer sig ofta. Vid påfyllnad avluftas systemet flera gånger (manuellt vid luftklockorna) sedan finns inga klara instruktioner förutom vid ingrepp i installationen då avluftning skall ske. Samtliga radiatorer avluftas på traditionellt vis.

B&B sysslar även med besiktning av värme system. Tommy sade att det förekom ”fusk” med avluftningsklockorna med för små rördimensioner och att detta ofta är svårt att åtgärda då anläggningen redan är i drift vid besiktningstillfället. Istället hålls bevakning på aktuell anläggning under garantitiden...

Tommy är av den åsikten att automatiska avluftare fungerar bra i början, men efter lägre driftstid kan funktionen försämrats. De avluftare som tar bort mikrobubblor är bäst.

*bilaga 1 Samtal med VVS-konsulter***Företag: PERKON AB****Kontaktperson: Sune Persson 14/12-04****Tryckfall i radiatorväxlaren:**

Tryckfallet påverkar värmeöverföringen.

Kostnad på VVX

Dimensionerar cirkulationspump

Placering av cirkulationspump

På retursidan. Något bra svar på varför fick jag ej.

Påfyllning

Avgasat vatten skall användas vid påfyllnad. Inga fasta installationer till påfyllnad av systemet finns med i beskrivningarna.

Avluftning

Luftklockor i samtliga högsta punkter samt i samtliga radiatorer (på traditionellt vis). Dimensionering av ledningar till avluftning finns, följer radiatorledningen upp till 50mm. Automatisk avluftning förekommer i vissa anläggningar, främst för att få bort mikrobubblor.

Hänsyn till olika temperaturnivåer i radiatorsystemet vid olika driftsförhållande (panna 90°C, 80-60°C, 60-40°C) tas ej. Dock tar det längre tid att få ut luft vid lägre temperaturer. Krävs fler omgångar av avluftning vid påfyllnad av systemet.

*bilaga 1 Samtal med VVS-konsulter***Företag: Bengt Dahlgren AB****Kontaktperson: Rhode Östling, 16/12-04****Tryckfall i radiatorväxlaren:**

Effekt, temperatur och flöde styr de data som avgör val av VVX. Dessa data vidarebefordras till VVX-tillverkare (ofta Cetetherm). Flera alternativ kan fås. Tryckfallet (VVX + systemet) avgör val av cirkulationspump.

Vid byte av VVX/konvertering av olika system och "rätt" tryckfall/effekt inte finns avgörs detta från fall till fall. VVX-tillverkare kontaktas för att berätta om vad som händer vid olika flöden och vilka tryckfall som fås.

Placering av cirkulationspump

Oftast på den varma sidan av VVX (på framledningen till radiatorerna). Detta i system så att vattnet cirkulerar genom pumpen, till radiatorerna, till avluftare (spirotub) för att sedan gå in i VVX igen. På detta sätt är vattnet avluftat i VVX och pumpen (de väsentliga/känsliga delarna).

Påfyllning

Oftast med VV. Fast installation med backventil.

Avluftning

Olika beroende på systemets omfattning. Små avluftare (manuella) kan förekomma på små lokala höjdpunkter (exempelvis vid rördragning kring ventilationskanaler då små höjdvariationer är nödvändiga).

Så gott som samtliga anläggningar är försedda med spirotub, som anses vara mycket effektiv. Efter vattnet cirkulerat ett par gånger anses det så gott som avluftat.

På vissa anläggningar sätts avluftare på höjdpunkter (vid ex. schakt) i systemet. Detta anses inte vara nödvändigt på alla anläggningar då spirotuben anses tillräcklig.

På större anläggningar (ex. 10000m²) sätts en stor avluftare med pump in.

Ingen skillnad ur luftningssynpunkt vid olika temperaturnivåer. Ofta görs systemen med 55/45°C.

Ingen skillnad på två eller trerörssystem. Ettrörssystem har inte dimensionerats på 10 år.

*bilaga 1 Samtal med VVS-konsulter***Företag: Bengt Dahlgren AB****Kontaktperson: Rhode Östling, 16/12-04****Tryckfall i radiatorväxlaren:**

Effekt, temperatur och flöde styr de data som avgör val av VVX. Dessa data vidarebefordras till VVX-tillverkare (ofta Cetetherm). Flera alternativ kan fås. Tryckfallet (VVX + systemet) avgör val av cirkulationspump.

Vid byte av VVX/konvertering av olika system och ”rätt” tryckfall/effekt inte finns avgörs detta från fall till fall. VVX-tillverkare kontaktas för att berätta om vad som händer vid olika flöden och vilka tryckfall som fås.

Placering av cirkulationspump

Oftast på den varma sidan av VVX (på framledningen till radiatorerna). Detta i system så att vattnet cirkulerar genom pumpen, till radiatorerna, till avluftare (spiro tub) för att sedan gå in i VVX igen. På detta sätt är vattnet avluftat i VVX och pumpen (de väsentliga/känsliga delarna).

Påfyllning

Oftast med VV. Fast installation med backventil.

Avluftning

Olika beroende på systemets omfattning. Små avluftare (manuella) kan förekomma på små lokala höjdpunkter (exempelvis vid rördragning kring ventilationskanaler då små höjdvariationer är nödvändiga).

Så gott som samtliga anläggningar är försedda med spiro tub, som anses vara mycket effektiv. Efter vattnet cirkulerat ett par gånger anses det så gott som avluftat.

På vissa anläggningar sätts avluftare på höjdpunkter (vid ex. schakt) i systemet. Detta anses inte vara nödvändigt på alla anläggningar då spiro tuben anses tillräcklig.

På större anläggningar (ex. 10000m²) sätts en stor avluftare med pump in.

Ingen skillnad ur luftningssynpunkt vid olika temperaturnivåer. Ofta görs systemen med 55/45°C.

Ingen skillnad på två eller trerörsystem. Etrörssystem har inte dimensionerats på 10 år.

*bilaga 1 Samtal med VVS-konsulter***Företag: IBA Ingenjörbyrå Bygginstallationer AB****Kontaktperson: Stefan Sälle, 15/12-04****Tryckfall i radiatorväxlaren:**

Temperaturer och flöden (effekt) avgör val av VVX. Tryckfall som kan tänkas är max 10kPa. Totalt tryckfall dimensionerar cirkulationspump.

Placering av cirkulationspump

Olika placering i olika system. Spelar inte så stor roll i 60/40°C system. Vanligast på framledningen till radiatorerna. Kan även bero på mikrobubbelavskiljare.

Påfyllning

Beroende på anläggningens storlek. Små anläggningar KV, med fast installerad med backventil. Vid större anläggningar köps avluftat vatten in från värmeleverantör. Vissa anläggningar kan fyllas med FJV-vatten, dock ej i Göteborg.

Avluftning

Beroende av system.

Automatisk eller manuell avluftare på höga punkter. Innan avluftning värms systemet upp.

I vissa anläggningar finns möjlighet att sänka trycket.

Vanligt med automatiska avluftare Spirovent och spirotop (vid högsta punkter).

Vid automatisk avluftning av högsta punkter är det viktigt att inget undertryck skapas. Om undertryck skapas kan avluftaren få motsatt verkan.

*bilaga 1 Samtal med VVS-konsulter***Företag: Metator VVS-konsult AB****Kontaktperson: Jan Erik Heikefelt, 21/12-04****Tryckfall i radiatorväxlaren:**

Kriterier vid val av VVX: Pris, utrymme (rör eller platt, mest platt, dock risk för igensättning), tryckfall (krav från fjärrvärmebolag samt lågt tryckfall på radiatorsidan)

Varvtalstyrda pumpar i så gott som samtliga fall. På så sätt kan driften optimeras då de beräknade tryckfallen inte är exakta.

Placering av cirkulationspump

På returledningen eftersom temperaturen där är lägst. Pumpen får längre livslängd.

Påfyllning

I stora anläggningar med kokat vatten (installerad elpanna). Annars KV (något VV finns ju inte då anläggningen ej tagits i drift). Temperaturen höjs och avluftas på högpunkter manuellt eller med automatiska ventiler (OBS! Automatiska ventiler måste vara inspekterbara, annars fungerar de bra). Avluftning på samtliga stammar.

Avluftning

Automatisk kontinuerlig avluftning med Spirovent på den varma sidan av VVX.

bilaga 1 Samtal med VVS-konsulter

Företag: IKA installationstekniska konsultbyrå

Kontaktperson: Börje Permats, 20/12-04

Tryckfall i radiatorväxlaren:

Oftast väljs VVX av byggherren, oftast blir det VVX från Alfa-Laval. Annars är de (IKA) förtjusta i VVX från AJ som har färdiga paket). Tryckfallet påverkar pumpval.

Placering av cirkulationspump

På returledningen från radiatorkretsen. Av slentrian. Har förekommit annan placering.

Påfyllning

Kallvatten. Ingen automatisk påfyllnad! (läckagerisk)

Avluftning

En stor avluftare av typ Spirovent (fast annan tillverkare, väljs av VVX-tillverkaren). Denna plockar bort mikrobubblor. Ingen annan avluftning behövs då det för det mesta är lägre hus (3 vån). Radiatorn på översta plan är högsta punkten. Radiatorerna luftas vid påfyllnad av systemet.

Inga skillnader i system eller dimensioneringstänkandet då det gäller olika temperaturnivåer (80/60 eller 60/40).

Långa kulvertsystem minskar behovet av expansionskärl. Till 200kW uppvärmning och 250kW VV räcker 200l (mot tidigare ca 1000) tack vare stora kulvertsystem.

*bilaga 1 Samtal med VVS-konsulter***Företag: Tengman Konsult AB****Kontaktperson: Anders Tengman, 22/12-04****Tryckfall i radiatorväxlaren:**

Vid val av värmeväxlare spelar materialet roll.

Rörväxlare är dyra, läckagerisk pga. av porer i material.

Platt-VVX: tidigare läckagerisk i packningar mellan plattor. I lödade platt-VVX finns inte den problematiken, dock är vattenkvaliteten viktig. Klorider kan ställa till stora problem.

Som exempel på korrosiva miljöer nämndes arabvärlden där höga kloridhalter förekommer i vattnet, exempel på "rostfri" VV-beredare som korroderat sönder efter 3 månader. Även i västvärlden används klorider som vattenrening (desinfektion). Det finns andra alternativ, men de är kostsamma.

Entreprenörformer påverkar projekteringen.

Generalentreprenad: Beställaren gör ritningar

Totalentreprenad: Beställaren ställer krav på funktion

Vid dimensionering av VVX tas hänsyn till försmutsningsrisk (för snål dimensionering → försmutsningsproblem, viktigt att inte överdimensionera heller pga. risk för laminär strömning).

Olika ägarformer av VVX förekommer och påverkar projekteringen. Antingen äger fastighetsägaren VVX, eller så gör FJV-bolaget det.

Pumpvalet beror av tryckfallet i radiatorkretsen, tryckfallet i VVX (där lågt tryckfall önskas) samt av priset.

Placering av cirkulationspump

Förr placerades alltid pumpen på den kalla sidan (returledningen) pga. att packningarna i pumpen ej höll för temperaturen på den varma sidan.

Numera placeras alltid pumpen i tillloppet till radiatorkretsen då packningarna klarar värmen bättre.

Anders beskriver problematiken med shuntning på delar av radiatorkretsen. Då temperaturen inte är tillfredställande i en "shuntslinga" installeras alltför ofta en extra pump i den slingan. Detta medför att framledningstemperaturen sänks. Detta borde istället åtgärdas med injustering eller vid behov uppgradering till större huvudpump.

Varvtalsreglerad cirkulationspump väljs.

Påfyllning

- KV - oerfaren

+ Förhöjd temperatur. Förr installerades avkokare så vattnet kokade innan det fylldes på. Numera är detta mycket ovanligt.

+ FJV-vatten (direkt från FJV-sidan). Olagligt, men bra.

+ Köpt FJV-vatten av FJV-bolaget (direkt från FJV-sidan)

+ Köpt avkokat vatten som kommer med tankbil (från FJV-bolaget)

Avluftning

Spirovent innan pumpen. Detta är dock inte alltid tillräckligt. Kompressor som lokalt sänker trycket och därmed avluftar vattnet de första åren efter installation är bra. Denna typ av anläggningar finns som flyttbara.

Vid höjdpunkter (där ej radiatorerna är den högsta punkten) placeras avlufteringsanordning. Automatiska eller manuella förekommer. De automatiska finns av olika kvalité och fungerar olika bra. De automatiska avluftarnas tillförlitlighet kan vara ett problem. Även försmutsning från avluftarna är problem (de sprutar vatten/luft → sörja). Viktigt med rörförstoring så att luften verkligen fastnar i avluftaren.

Vid projektering beskrivs i allmänna ordalag avluftarnas placering då det är alltför stor skillnad på teori och verklighet.

Skillnader mellan olika temperaturnivåer i systemen är för små för att de skall ha någon större betydelse ur luftproblematisk synvinkel.

A har erfarenheter av VVS i utlandet med då han varit i utlandstjänst i England 2 år, arabvärlden 5 år (mest kyla), samt 30-35 år på konsultsidan i Sverige.

*bilaga 1 Samtal med VVS-konsulter***Företag: Agera VVs-design****Kontaktperson: Krister Alinder, 24/1-05****Tryckfall i radiatorväxlaren:**

Inget problem. Tryckfallet beror på typ av VVX (rör eller platt). Tryckfallet handlar om driftekonomi. Reglerbara pumpar (automatiskt) håller rätt tryck i systemet, vilket innebär att problem med tryckförluster i VVX elimineras.

Placering av cirkulationspump

Tilloppet till radiatorerna. Expansionskärl på sugsidan. Detta ger god ”koll” på de statiska trycken i anläggningen. I dagens lågtemperaturssystem spelar pumpens placering liten roll med avseende på värme i pumpen.

Påfyllning

Varmvatten vanligast. Det förekommer ibland avgasning med mobil anläggning.

Avluftning

Mikrobubbelavskiljare på sugsidan av pumpen och varma sidan av VVX. I vissa anläggningar finns avluftare utplacerade i höjdpunkter, annars då radiatorer är höjdpunkter avluftas dessa. Det beror på anläggningens utseende. Avluftning finns med i tankearbetet vid projektering, individuellt från fall till fall.

Högtemperatursystem är generellt lättare att avlufta, men moderna mikrobubbelavskiljare gör lågtemperaturssystem problemfria.

Finns system med FC högt placerat. Detta är en fördel ur avluftningssynpunkt.

Ingen principiell skillnad mellan 1,2&3-rörssystem, dock krävs det mera tankearbete och erfarenhet då systemen skiljer sig från de vanliga.

*bilaga 1 Samtal med VVS-konsulter***Företag: Roventus vvs-konsult AB****Kontaktperson: Hilding Johansson, 25/1-05****Tryckfall i radiatorväxlaren:**

Vid rätt dimensionerad VVX är det inga problem. Ses som en komponent bland andra. Tryckstyrda pumpar anpassar flödet efter behov.

Placering av cirkulationspump

På framledningen till radiatorkretsen. Expansionskärl på sugsidan. På så sätt får man rätt nivå på trycket i hela anläggningen. Tryckstyrda pumpar innebär många fördelar och används nästan helt uteslutande.

Påfyllning

VV med backventil. Eventuellt med KV (sällsynt)

Avluftning

I högpunkter föreskrivs automatiska avluftare där de är placerade synliga. I fall med dolda avluftare/då vattenskador kan förekomma finns manuella avluftare. I vissa fall förekommer rörförstoring med mindre rör ner på väggen för manuell avluftning (gäller speciellt stora anläggningar) Automatiska avluftare fungerar bra, men läckagerisk finns, speciellt vid ett ingrepp i anläggningen då de eventuellt luftas manuellt och efter det brukar de inte sluta tätt.

Spirovent vid FC. På varma sidan före eller efter pumpen. Före är nog bäst, men efter förekommer med.

Avluftare av typen Spirovent förekommer ofta och har blivit vanligare. Duktiga marknadsförare. Det har alltid fungerat innan utan denna typ av kontinuerliga avluftare.

Sänkta systemtemperaturer innebär ökat problem med luft, vilket innebär att avluftare kan vara av större nytta. Höjs dock temperaturen till 95°C under viss tid och avluftas sedan är vattnet en gång för alla avluftat och behovet av kontinuerlig avluftning minskar.

Hilding var osäker på spiroventens placering och tittade på ”systemlösningar” från tillverkare av FC. Har där sett olika typer av placering.

*bilaga 1 Samtal med VVS-konsulter***Företag: MVB Mellansvenska VVS-byrå AB****Kontaktperson: Anders Hollinder, 25/1-05****Tryckfall i radiatorväxlaren:**

Påverkan ses som andra komponenter. Tryckfallet behandlas som övriga komponenter.

Placering av cirkulationspump

Numera i tillloppet till radiatorkretsen. Detta för att få tryck i systemet. Expansionskärlet på pumpens sugsida.

Påfyllning

Kranvatten är det vanligaste. FJV-vatten förekommer.

Avluftning

Beroende på storleken av anläggningen och dess utformning.

På radiatorerna är det vanligast

Spirovent på sugsidan av pumpen

Luftklockor förekommer, men ej vanligt (där automatisk avluftning ej är lämplig)

Automatiska avluftare på höjdpunkter

Temperaturnivåer i systemet avgörs av normkrav. Ingen lägger ner tid på att räkna på eller undersöka skillnad av avluftning mellan olika temperatursystem.

Skillnad mellan anläggningar utförda av entreprenör och konsult. Anders säger att det förekommer anläggningar där entreprenörer utför hela anläggningen (även dimensionering), och då kan den se annorlunda ut då de ej har samma kunskap.

*bilaga 1 Samtal med VVS-konsulter***Företag: TRIA VVS-konsult AB****Kontaktperson: Tor Skjören, 25/1-05****Tryckfall i radiatorväxlaren:**

Större tryckfall i VVX innebär en större pump. Annars ses VVX som en del i systemet som vilken annan.

Placering av cirkulationspump

Vill helst placera cirkulationspumpen på framledningen till radiatorerna. Då erhålles bättre koll på trycket i anläggningen och därmed minskar luftproblemen. Expansionskärlet placeras varsomhelst före pumpen (precis innan eller efter VVX).

Påfyllning

VV –vanligast, men även KV förekommer.

Avluftning

Spirovent används och placeras på olika ställen (före eller efter pumpen)

På höjdpunkter placeras automatiska avluftare då de är tillgängliga och synliga, det finns läckagerisk förknippade med denna typ av avluftare.

Manuella avluftare på ställen som ej är åtkomliga (ex. rörförstoring med rör och ventil ner till åtkomlig punkt).

Avluftning sker med stillastående system.

*bilaga 1 Samtal med VVS-konsulter***Företag: Lycksele VVS konsult AB****Kontaktperson: Björn Karlsson, 25/1-05****Tryckfall i radiatorväxlaren:**

Ses som en komponent bland andra i systemet.

Placering av cirkulationspump

Idag i framledningen till radiatorerna, historiskt i returen. Tekniskt sätt spelar det ingen roll. Expansionskärlet ansluts till returledningen från radiatorerna. (expkärlet → VVX → pump → radiatorer)

Påfyllning

VV

Alltid fast installerad påfyllnad i projekteringen.

Avluftning

Systemberoende.

Manuella i högpunkter.

Automatiska av flottörprincipen, åtkomliga i höjdpunkter.

I högpunkter förekommer det rörförstoring och rör ner med ventil vid icke åtkomliga punkter.

EJ mikrobubbelavskiljare.

Temperaturnivån i systemet påverkar ej tänkandet för avluftning.

*bilaga 1 Samtal med VVS-konsulter***Företag: MNO ingenjörer AB****Kontaktperson: Peter Norgren, 27/1-05****Tryckfall i radiatorväxlaren:**

Effekten bestämmer växlarens storlek. Tryckfallet bestämmer pumpens storlek (tillsammans med det övriga systemets tryckfall). Ses som en komponent bland andra.

Placering av cirkulationspump

Vill placera den i returen för att få upp tryck i VVX. Minskar även risk för oljud. Förr var returen vanligast pga. lägst temperatur, något som dock inte längre spelar någon roll.

Dock är det vanligast med placering på framledning.

Exp-kärlet vill Peter ha på pumpens trycksida, dock är det viktigt att ha koll på det statiska trycket. Om den nödvändiga förtryckningen är i närheten av maximalt tryck för expansionskärlet flyttas det till pumpens sug sida istället.

Påfyllning

Fylls på med VV

Avluftning

Luftningsmöjligheter på höjdpunkter, automatiska på höjdpunkter. Rätt hastighet på flödet är viktigt för att få luften dit man vill.

Mikrobubbelavskiljare förekommer på större anläggningar. Monteras på varmaste stället enl. tillverkarens anvisning.

Uppfångande volym där avluftare placeras förekommer ej i lika stor utsträckning idag. Detta i kombination med lägre temperatur och dålig kontroll av flödet gör att systemen blir svårare att avlufta. Förr sattes alltid avluftare på rör av större dimension.

Vid konvertering till FJV av fastigheter med högre temperatursystem erhålles ganska ofta problem med att få bort luft. Detta pga. lägre temperatur (svårare att få ut luften) samt för låga flöden (luften kommer inte dit den ska (för att komma ut). Detta innebär att systemen blir svåra att justera.

*bilaga 2 Samtal med tillverkare av fjärrvärmecentraler***Företag: CeteTherm (Alfalaval)****Kontaktperson: Rolf Jönsson, 27/1-05**

I FC placerades pumpen fram till 98 i returledningen, från 98 tills alldeles nyligen placerades pumpen i framledningen. Idag placeras den åter i returledningen för större anläggningar och i framledningen för små anläggningar. Anledningen till att pumpen placeras i returledningen är främst av konstruktionsskäl. Stora anläggningar kräver stora pumpar, som därmed är tunga, och därför placeras pumpen så lågt i anläggningen som möjligt av monteringsskäl. Konstruktionen för att placera pumpen på framledningen är betydligt dyrare då kraftigare stativ/fundament/infästningar behövs. Förr ansågs temperaturen vara av vikt för pumpens placering (varm pump → läckage pga. dåliga packboxar mm). Pumpen placeras vertikalt, bäst kylning av elektronik, minskad risk för luftansamling.

Vid mikrobubbelavskiljare bör den placeras på pumpens sug sida och på framledningen (hög temperatur). Denna typ av lösning förekommer ganska ofta då mikrobubbelavskiljare skall installeras. Mikrobubbelavskiljaren kan dock placeras på returledningen enligt Rolf (som diskuterat detta med RE Therm). Den får något försämrad kapacitet, men det viktigaste är att den är placerad på sugsidan av pumpen, och inte att den sitter på den varma sidan. Även mikrobubbelavskiljare är stora och tunga för stora anläggningar och bör därför även placeras lågt i anläggningen.

Mikrobubbelavskiljaren gör mest (och helt uteslutande) nytta vid påfyllnad av anläggningen. Ett system med luft är mycket svårt (för att inte säga omöjligt) att justera in. Gungningar i systemet kan förekomma om luft finns i systemet därför att systemet inte är stumt.

Det viktigaste i samband med placering av cirkulationspumpen är placeringen av expansionskärlet. Expansionskärlet skall alltid anslutas till sugsidan på pumpen!

10/2-05

Påfyllnad av radiatorsystemet sker med VV. Fast installerad med backventil enligt normer. Tidsvinst att fylla systemet med VV. Det är viktigt att få ut all luft ur systemet för att kunna göra en injuster. Om luft finns i systemet kan svängningar förekomma (tryckpendlig, gungningar).

*bilaga 2 Samtal med tillverkare av fjärrvärmecentraler***Företag: Swe Therm****Kontaktperson: Johan Källberg, 27/1-05**

Pumpen placeras som regel vertikalt i framledningen till radiatorkretsen. Detta av platsmässig aspekt (stativet är utformat så). Till större anläggningar tillhandahåller ofta kunden pumpen och därmed kan placeringen variera.

Utför stora anläggningar på direkt uppdrag av kund och gör då egna ritningar.

I större anläggningar har det förekommit att kunden önskar mikrobubbelavskiljare, som då placeras enligt tillverkarens rekommendationer. Annars finns det på mindre FC manuell avluftning på högsta punkten.

Ingen plats lämnas åt mikrobubbelavskiljare i FC om inte kunden önskar så.

Expansionskärlet placeras på pumpens sugsida.

Kavitation har upptäckts, men ytterst sällan och då har felet lokaliserats till felaktigheter på pumpen.

Hård prispress, därför endast manuella avluftare.

I villacentraler finns ibland problem med att få ur luft ur systemet och därmed dröjer det innan injustering kan utföras korrekt. Luftning får vid påfyllnad av sådant system ske i flera omgångar under viss tid.

På frågan om de rekommenderar att tillfälligt höja temperaturen i radiatorkretsen för att snabbare få ut luft svarade Johan nej, men att det inte var otroligt att installatören gör detta då systemet tas i drift.

bilaga 2 Samtal med tillverkare av fjärrvärmecentraler

Företag: Alstom

Kontaktperson: Per-Åke Sundhäll, 27/1-05

Sysslar med prefabricerade mindre FC upp till 25 lägenheter.

Det viktigaste då det gäller pumpplaceringen är att pumpan uppåt (eller möjligtvis horisontellt) för att undvika att luft samlas i pumpen.

Pumpen placeras i returen där lägst temperatur finns. Alla styrventiler i returen för att verka vid så låg temperatur som möjligt.

Expansionskärlet monteras på sugsidan av pumpen.

I centralen finns (vid röranslutning nedåt) luftning (numera manuell) på högsta punkten. Tidigare användes automatisk avluftning, men reklamationer och läckage medförde övergång till manuella. Mikrobubbelavskiljare används ej.

Inga störningar eller kavitationsproblem har observerats.

Påfyllnad av systemet sker med VV.

Per-Åke tipsar om behov av anvisningar för att få de husinterna systemen att fungera väl då det gäller konvertering till FJV. Tidigare vid panndrift finns shuntgrupp som ofta ställer till problem. Systemen ofta inte justerade för att ge låga returtemperaturer, något som vid FJV-drift önskas.

*bilaga 2 Samtal med tillverkare av fjärrvärmecentraler***Företag: LPM****Kontaktperson: Ola Randal, 28/1-05**

Pumpen placeras som standard i framledningen. Detta för att det passar bäst in i utförandet av anläggningen (produktionstekniskt). Det förekommer att kunden vill ha pumpen i returen, detta görs då, med extra rördragning är då tvunget. Tryckstyrda pumpar är vanligast i större anläggningar (ca hälften av stora anläggningar i STHM regionen). Mindre anläggningar upp till ca. 20-25 lägenheter är det vanligast med fasta pumpar.

Det förekommer att kunden önskar en tryckstyrd pump i kombination med strypning, något som inte Ola direkt rekommenderar. De försöker förklara att det inte är en bra lösning, då det är pumpen som själv skall styra trycket, men det förekommer i alla fall. Enda anledningen till detta som Ola kan se det är om kunden ev. vill veta flödet i kretsen.

Expansionskärlet ansluts på returen (expansionskärlet → VVX → pump → radiatorer), förutom på de vägghängda anläggningarna där expansionskärlet ansluts till sugsidan av pumpen (på varma sidan).

Påfyllnad av systemet kopplas till VV, något annat föreskrivs ej, dock kan det säkert inträffa att kunden fyller på med avgasat vatten.

På vissa anläggningar (främst till ett par kunder i STHLM) görs en extra ledning med kulventiler där vattnet kan passera genom ett filter för att tillsätta kemikalier. Detta verkar vara regionalt (STHLM) och endast vissa uppdragsgivare.

Avluftning sker relativt ofta i större anläggningar med automatiska avluftare (typ Spirovent). Dessa placeras då på den varma sidan så nära VVX som möjligt och på pumpens sugsida.

bilaga 2 Samtal med tillverkare av fjärrvärmecentraler

Företag: NordIQ

Kontaktperson: Peter Gummérus, 28/2/05

Pumpen placeras alltid på returen från radiatorsystemet.

Pumpen bör placeras först och främst så att man undviker kavitation.

- Ur tryckfalls synvinkel bör den placeras i returledningen vid värmeväxlarens inlopp, men före smutsfiltret. Man kan tycka att smutsfiltret borde sitta före pumpen men dagens cirkulationspumpar är okänsliga för mindre smutspartiklar, däremot kan filtret ge upphov till stora tryckfall vid ansamling av smuts och orsaka kavitation.

- Tryckhållningstanken placeras nära pumpens sug sida.

- Det finns ingen anledning att tro att radiatorernas termostatter arbetar bättre om pumpen placeras i framledningen så att "det första tryckfallet" utfaller i ventilen.

- Även ur arbetstemperaturens synvinkel bör pumpen placeras före värmeväxlaren då risken för kavitation är mindre vid lägre temperatur. Dessutom mår styrelektroniken som de moderna pumparna är utrustade med bättre vid lägre temperatur (oavsett vad pumptillverkare säger om detta).

Påfyllnad av radiatorsystemet sker med tappvatten, varmvatten helst. Helst skulle Peter vilja fylla systemet med avgasat vatten. Avgasat vatten kan erhållas med undertrycksavgasning eller inköpt fjärrvärmevatten. Peter säger dock att detta inte förekommer.

Luften måste bort från systemet.

Mikrobubbelavskiljare placeras på framledningen till radiatorsystemet (där temperaturen är som högst).

bilaga 2 Samtal med tillverkare av fjärrvärmecentraler

Företag: Tau District Heating AB

Kontaktperson: Lars Persson, Samtal mellan Janusz Wollerstrand och Lars Persson, februari 2005

Pumpen placeras i returen från radiatorkretsen, då den har längre livslängd vid denna placering. Det är bättre att placera pumpen före VVX än efter eftersom tryckfall bör undvikas på pumpens sug sida.

Avluftning - inga problem.

*bilaga 3 Samtal med radiatortillverkare/leverantörer***Evecon AB****Henrik Ottosson, 31/1-05**

Generellt är luft i systemet inget problem. Vid påfyllnad luftas systemet enligt allmänna regler. Den luft som eventuellt sedan finns kvar är konstant, och blir så småningom ”dött vatten”. Nytt syre tillförs ej då radiatorsystemet är tätt och rätt tryck hålls i systemet.

Syre i systemet kan medföra rost och sämre cirkulation.

Viktigt att bli av med luften från början i systemet. Kommer syre in i systemet kontinuerligt kan problem uppstå. Det finns invändig korrosionsbehandling av radiatorer, men detta har en begränsad livslängd, sedan är rotskyddet förbrukat.

Problem orsakade av luft i systemet är ej vanliga. De problem som uppstår tar lång tid innan de märks, vilket innebär att endast den läckande radiatören byts och det eventuella fel/orsak söks ej.

50 år gamla radiatorer har börjat läcka. Finns ingen direkt koppling mellan utbyte av värmekälla/temperaturnivå.

Inga krav på lufthalten i radiatorvattnet.

bilaga 3 Samtal med radiatortillverkare/leverantörer

Företag: Retting heating AB (PURMO)

Kontaktperson: Emanuel Johanson (säljare syd, 040-127070), 31/5-05

Syret måste bort vid påfyllnad. Helst skall det inte vara någon luft alls.

Inga gränser för luftinnehåll i vattnet.

Emanuel har tidigare jobbat med installation (projektledare)

Fel som orsakas pga. Luft är främst dålig/låg/ojämn temp. på radiatorerna.

Om luft finns i systemet innebär det problem med injustering.

Viktigt att låta systemet snurra på så att all luft kan fås ut. Detta kan ta tid!

Viktigt att inte ha kontinuerlig påfyllnad av luft.

Luft som leder till korrosion är ovanligt, långsökt.

Inget temperaturberoende har märkts (ex. vid byte av system med lägre max. temperatur).

Radiatorerna är förtryckta enl. PM10 (13bar)

*bilaga 3 Samtal med radiatortillverkare/leverantörer***Företag: Korado AB****Kontaktperson: Ove Börjesson, 31/5-05**

Inga krav eller fastsatta nivåer kring vattnets luftinnehåll finns. Dock bör systemet vara luftfritt.

Luft i radiatorsystemet märks främst genom ljud (porlar och susar). Luft försämrar cirkulationen, radiatorer blir ej varma.

Instruktioner lämnas med radiatorerna där det står om drift och skötsel. Luftning viktig för att få god funktion och undvika korrosionsproblem.

Uppvärmrt vatten innebär att luft försvinner. Det finns flera 50 år gamla anläggningar med fina radiatorer där inga spår av luft finns.

Lägre temperaturer (lågtemperaturssystem, värmepumpar, FJV) kan tänkas ställa till problem. Vattnet bör värmas till 80°C för att släppa luft. Detta är något som vore intressant att studera.

Rost går fort om luft tillförs kontinuerligt. Hustillverkare som använde PEX-rör innan de blev diffusionstäta fick problem med rostande radiatorer redan efter 3-4 år.

Förr lades golvvärme i privatbostäder ibland med PEM (som ej är diffusionstät) och fick därmed problem med rostande radiatorer.

Golvvärmesystem kan vara svåra att lufta ordentligt.

bilaga 3 Samtal med radiatortillverkare/leverantörer

Företag: EPECON AB

Kontaktperson: Bo Nilsson, 2/2-05

Inga nivåer på maximal halt syre i vattnet finns. Det skall inte förekomma luft!

Vid påfyllnad av systemet skall det luftas, detta innebär att ingen luft skall vara kvar i systemet. Radiatorerna är endast avsedda för slutna system där luft inte skall förekomma.

Luften angriper radiatorerna inifrån (rost). Detta är dock inte särskilt vanligt.

Om det finns luft i systemet påverkas inte bara radiatorerna negativt, utan även ventiler.

Inga indikationer fås på att lågtemperaturssystem skall vara mera utsatta än högre temperatursystem.

Om en fastighetsägare får byta ofta/många radiatorer pga. rost måste felets orsak undersökas. Luftinsugning (ej tätt) är det vanligaste felet.

*bilaga 3 Samtal med radiatortillverkare/leverantörer***Företag: Thermopanel****Kontaktperson: Jonas Skeppås, 2/2-05**

Inga gränser på syrehalt finns. Syre får inte tillföras kontinuerligt (insugning, påfyllnad).

Systemet fylls på och luftas av. Det bör köras upp till maximal systemtemperatur (som anläggningen kan ge) för att snabbare få ut syre. Det bör efteravluftas efter en tid, något som sällan utförs.

Syre i vatten anses inte vara ett stort problem (därmed inte sagt att det inte är ett problem). Luftinsugning förekommer i vissa anläggningar där trycknivåerna är fel, detta medför rostangrepp. (Detta betraktas som systemfel och inte produktfel)

Tidiga installationer med PEX var inte diffusionstäta, vilket innebar kontinuerlig syresättning av vattnet. Detta fick till följd att radiatorerna rostade sönder snabbt. Hela värmesystemet måste då bytas ut.

Radiatorer kopplas ibland felaktigt in på VVC, vilket medför mycket snabba rostangrepp.

Reklamationer på radiatorer har ej ökat vid övergång till lågtemperaturssystem. Dock ställer dessa högre krav på den som utför avluftningen än i anläggningar där vattnet i princip kokas i pannan och på så sätt blir syrefritt. Avluftningen i ett lågtemperaturssystem tar längre tid.

bilaga 4 Samtal med återförsäljare av cirkulationspumpar och avluftsanordningar

Företag: Wilo

Kontaktperson: Rolf Jonasson, 25/1-05

Placeringen av pump beror delvis av typen av pump. Våtlöpande pumpar är mera känsliga då det gäller kavitation.

Spontant säger Rolf att pumpen bör placeras på retursidan (från radiatorkretsen). Detta på grund av kavitationsproblem som ökar med högre temperatur.

Ur temperatursynpunkt har det ingen betydelse. Pumparna skall fungera med vätsketemperaturer upp till 130-140°C.

Vertikal pumpplacering är bäst ur avluftningssynpunkt (minskar risken att luft fastnar i pumpen).

Det statiska rycket där pumpen placeras har betydelse.

bilaga 4 Samtal med återförsäljare av cirkulationspumpar och avluftsanordningar

Företag: Grundfos

Kontaktperson: Dickie Kristiansson, 25/1-05

Det viktigaste med pumpens placering är inte på vilken sida av VVX den placeras, utan hur den placeras i anslutning till expansionskärlet. Det viktiga är att pumpens sug sida är ansluten till expansionskärlet, för att få ett så högt lägsta statiskt tryck som möjligt. Dickie rekommenderar på framledningen till radiatorerna. Temperaturen på vattnet vid pumpen är av mindre betydelse i vanliga system.

Om pumpen placeras på retursidan från radiatorkretsen bör expansionskärlet även då vara i anslutning till pumpens sug sida.

Vissa projekterare vill ha pumpen där det är som kallast (i returen från radiatorkretsen).

Pumpen bör placeras lågt i systemet. Helst med uppåtriktad strömning, dock ej allra längst ner i systemet pga. smuts.

Med *mikrobubbelavskiljare* menas här en avskiljare eller anläggning för att sänka trycket lokalt och på så sätt lösa ut mikrobubblor.

Med mikrobubbelavskiljning finns risk för ångbildning i pumpen då trycket sänks. Dickie är positiv till mikrobubbelavskiljare. Utan mikrobubbelavskiljare kommer mikrobubblorna att "fälla ut" i pumpen och därmed sänka pumpens kapacitet. Bubblorna kommer åter att "lösa sig" i vattnet när trycket höjs. Mikrobubbelavskiljare behövs eftersom systemen ej är diffusionstäta.

Placering av avskiljaren:

Kylsystem på sugsidan

Värmesystem på trycksidan av pumpen, dock enligt återförsäljares rekommendationer.

*bilaga 4 Samtal med återförsäljare av cirkulationspumpar och avluftsanordningar***Företag: Armatec****Kontaktperson: Christer Johansson, 25/1-05**

Sysslar bla. med tryckhållning och avgasning.

Henrys lag- gasers löslighet i vätska är grunden för allt tänkande. (tryck- och temperaturberoende)

Gas frigörs vid låga tryck och hög temperatur

Mikrobubbelavskiljare bör därför placeras på pumpens sug sida och den varma sidan av VVX.

Pumpen på varma sidan.

Undertrycksavgasning: ett delflöde avleds och utsätts för lokal trycksänkning och på så sätt frigörs gas. Denna typ av anläggning är inte särskilt tryckberoende och kan därför placeras oberoende av pumpens placering. Däremot fungerar den bäst vid ca 60-70°C.

Vid lägre temperaturer är det viktigare med undertrycksavgasning.

I höghus förekommer låga tryck. I höjdpunkter sätts då lämpligen avluftare in (luftfångare med lokalt lågt flöde för att fånga luften).

Skickar material ang. avluftning (handbok).

11/2-05

I Handboken står att direkt efter pumpen kan vara den bästa placeringen av avskiljaren. Christer förklarar:

Att placera luftavskiljaren direkt efter pumpen kan vara en mycket effektiv placering, då flödet *direkt efter* (så nära det går) pumpen innehåller luftbubblor som skapas i pumpen pga. trycksänkning. Studier av flödet efter pumpen (genom plexiglas) visar att det lokalt efter pumpen finns luftbubblor i flödet. Dessa bubblor försvinner ganska snabbt (pga. trycket). Med denna placering är det alltså pumpen som ”producerar” luftbubblorna.

Detta kan öka de mycket små risker för kavitation i pumpen. Pumptillverkare önskar så homogent flöde som möjligt.

*bilaga 4 Samtal med återförsäljare av cirkulationspumpar och avluftsanordningar***Företag: Re Therm****Kontaktperson: Mats Rydén 16/12-04**

Re Therm tillverkar olika typer av avluftare för bla. värmesystem.

Kontinuerlig avluftning sker med Spirovent som lämpligast placerar där trycket är lägst och temperaturen som högst. Vid hög temperatur går större andel av luften i vattnet ut i mikrobubblor som fångas in av Spirovent. När sedan temperaturen sjunker i radiatorkretsen (vid cirkulation) ökar vattnets förmåga att samla lösa luft och därmed fångas luft upp i vattnet, som sedan värms upp i VVX och blir mikrobubblor för att sedan fångas i Spiroventen. Detta fungerar på schakt upp till 15-20m. Vid högre schakt är trycken högre och därmed minskar detta fenomen (utnyttjar Henrys lag om gasers löslighet i vatten).

Vid högre system rekommenderas istället Spirovent Air Superior som klarar avlufta högre schakt. Denna är dock dyr. Billigare lösning skall introduceras i januari.

Till högsta punkter rekommenderas spirotop, en automatisk luftklocka som automatiskt tömmer systemet på luft främst vid påfyllnad. Skall finnas flera fabrikat på marknaden.

Vid påfyllnad rekommenderas så varmt vatten som möjligt. Även vid driftstart för att snabbt få ut luften ur vattnet. Allra helst avluftat vatten, men detta används främst i stora anläggningar.

Mats tipsar om artikel i *VVS teknik & installation, oktober 2004*

1/3-05

Då pumpen är placerad i returledningen bör mikrobubbelavskiljaren placeras på den varma sidan.

bilaga 5 Övriga kontakter

Företag: NVS, Malmö

Kontaktperson: Åke Wallentin, 2/2-05

Luftproblematik

Resultatet blir nersatt cirkulation. Dålig värme. Kan uppstå pumpproblem, detta är dock ganska ovanligt. Felen på pumpen blir då oftast lagerfel och oljud. Detta händer främst då pumpen ej placerad så att den är självavluftande.

Ständig syretillförsel kan medföra stora korrosionsskador. Problemet var vanligare förr då ej diffusionstäta slangar användes främst till golvvärme (görs ej numera).

Avluftning

Högpunkter utrustas med avluftningsmöjlighet (alla tänkbara varianter, manuella, automatiska...) Mikrobubbelavskiljare (på returen) kan förekomma.

Vid avluftning höjs temperaturen i systemet. FJV och V-pump har vissa begränsningar men V-pumpar är oftast anslutna till en el-panna eller har el-patron och då kan temperaturen höjas till betydligt högre nivåer än 55°C drift då ingen värmelast finns.

Pumpens placering

Pumpen placeras på returledningen då detta är bäst för pumpen. I höguttemperatursystem är framledningstemperaturen hög. Kalla vinterdagar är returen 20°C lägre i returen än i framledning därför placeras pumpen där. Förutom temperaturaspekter spelar pumpens placering ingen roll.

Exp. kärl

Ej på pumpens sug sida (slutna) då ledningen till expansionskärlet har en luftning. Uppstår här undertryck kan det bli luft. För öppna expansionskärl spelar placeringen mindre roll. Vanligtvis placeras slutna expansionskärl i framledningen via rör med avluftare, röret får ej vara avstängningsbart mot pannan/värmekällan.

*bilaga 5 Övriga kontakter***Företag: Lunds Energi****Kontaktperson: anonym, 2/2-05****Pumpplacering**

På returen från radiatorerna. Detta för att trycka in vattnet i VVX. Pumptillverkare rekommenderar detta med.

Expansionskärl

På pumpens sug sida. För att inte trycka upp vatten i expansionskärlet. Med denna placering fås övertryck överallt i systemet.

Problem med luft i systemet

Kunder klagar på dålig värme. Främst villakunder. De som har serviceavtal besöks. Ofta behöver systemet fyllas på och luftas. Kunder äger anläggningen och tror ofta att den skall sköta sig själv. Vissa större anläggningar fylls på/kontrolleras med vissa intervall.

Inga direkta driftproblem med luft i system har påträffats. Tankar på kavitation och ångbildning har X svårt att tänka sig (i slutna radiatorkrets). Då måste systemet i princip vara tomt och allt tryck släppt.

*bilaga 5 Övriga kontakter***Företag: Bravida, Lund****Kontaktperson: Göran Olsson, 3/2-05****Pumpplacering**

Pumpen placeras på framledningen till radiatorsystemet. Pumpen är konstruerad för att trycka genom systemet. Vid annan placering är det i ett öppet system risk för luftinsugning. I små anläggningar är pumpen placerad i en fast position.

Luft

När anläggningen fylls är vattnet syresatt. Detta syre måste bort. Små anläggningar manuell avluftning. Större anläggningar finns ofta avskiljare (typ Spirovent eller större variant som antingen är fast installerad i anläggningen eller hyrd för att endast vara i drift tills syret är borta).

Manuella luftklockor görs, automatiska avluftare på högpunkter använd sällan då de ofta läcker eller får andra fel.

Vid befintliga anläggningar försöker man få så lite vatten tömt ur systemet som möjligt.

Luftproblem

Sällsynta. I förhållande till antalet radiatorer är det få som byts. Annars inga problem med luft.

Kan vara svårt att få rätt på golvvärmeanläggningar där slingorna kan vara ”vågiga”. Det går dock att få ut luften, tar längre tid, noggrannhet.

Ingen märkbar ökning av luftrelaterade fel vid övergång från panna till FJV eller V-pump.

*bilaga 5 Övriga kontakter***Företag: SABO****Kontaktperson: Gunnar Wiberg, 26/5-05 samt 31/5****Pumpplacering**

Pumpen skall placeras i framledningen till radiatorsystemet. Kavitation i cirkulationspumpar har Gunnar aldrig hört inträffa i verkligheten. Med pumpen placerad på framledningen till radiatorkretsen minskar risken för att luft skall sugas in i värmesystemet. Luftinträngning kan främst ske genom avluftare om trycket i anläggningen är för lågt.

Luft

När anläggningen fylls med tappvatten är vattnet syresatt. För att injustering skall kunna ske och fungera måste luften bort. Undertrycksavgasare fungerar mycket bra. Dessa finns både som permanenta och mobila. I samband med ingrepp och påfyllnad av radiatorsystemet är det väldigt bra med undertrycksavgasare som snabbt tar bort gasen som finns i vattnet. Det borde därför vara av intresse för installatörer att inskaffa mobila undertrycksavgasare och hyra ut dem i samband med påfyllnad av radiatorsystemet i de fall då bostadsföretaget/förvaltaren saknar resurser för att själv äga undertrycksavgasaren.

Mikrobubbelsavskiljare (typ Spirovent, men det finns flera andra fabrikat) installerades förr i så gott som samtliga anläggningar, men undertrycksavgasare effektivare. Mikrobubbelavskiljare används numera ej lika frekvent som tidigare.

Dolda automatiska avluftare kan ställa till problem, dels genom inläckage av luft, dels genom utläckage av vatten.

Påfyllnad

Påfyllnad av radiatorsystem sker som regel med tappvarmvatten, även om det på vissa orter förekommer att radiatorsystemet fylls med fjärrvärmevatten eller avgasat vatten. Påfyllnad med vatten från fjärrvärmenätet är ej vanligt, förekommer främst i Uppsalaområdet. Det vore en rimlig tjänst av värmeleverantören att möjliggöra påfyllnad med fjärrvärmevatten. Tekniska problem såsom högre tryck i fjärrvärmenätet jämfört med tillåtet i radiatorsystemet går att lösa rent tekniskt. Om detta är intressant jämfört med avgasat vatten från undertrycksavgasare är en prisfråga. Innehållet på vattnet i fjärrvärmenätet måste säkerställas och anges.

Automatiska påfyllnadsanordningar borde ej vara tillåtna. Med automatisk påfyllnad finns ingen kontroll över mängden påfyllt vatten och därmed är läckage svåra att detektera. Vattenmätare för dokumentation av påfylld vattenvolym är bra. Med kontroll och uppsikt överpåfylld vattenvolym kan läckage som annars inte skulle ha upptäckts indikeras.

*bilaga 6 Utländska kontakter***Association for Finnish energy industries,(Finland, telefonkontakt)****Mirja Tiitinen, 4/2-05**

Kontakt på fd. Finska fjärrvärmeföreningen som tillsammans med flera andra branschorganisationer har gått samman och under nytt namn bildat Association for Finnish Energy Industries.

I Finland är det husinterna systemet alltid skiljt från fjärrvärmenätet. Har i princip alltid varit så.

Radiatorsystemet fylls med tappvatten (kallt är antagligen vanligast). Finns försök med avluftat vatten. Mirja känner till företag som säljer sådant vatten. Detta används ibland. Vatten från fjärrvärmenätet är ej till för att fylla radiatorkretsen.

Pumpen rekommenderas att placeras på den kalla sidan (returen från radiatorsystemet). Dock är många FC idag prefabricerade, och de följer inte alltid dessa rekommendationerna.

Expansionskärlet skall placeras på kalla sidan, och på pumpens sugsida för att få övertryck i hela systemet. Därmed minskas risken för inträngning av luft.

Syre anses inte vara ett stort problem i anläggningar.

Det finns rekommendationer från finsk fjärrvärmeföreningen på kopplingsprinciper och komponenter till FC på hemsidan (<http://www.energia.fi/attachment.asp?Section=400&Item=7300>). På sidorna 29-31 finns FC-kopplingar (nr 1-större anläggningar, nr 2-mindre, nr 3-enfamiljshus). Dessa rekommendationer finns dock bara på finska!

*bilaga 6 Utländska kontakter***Helsingfors energi (Finland, telefon och e-postkontakt)****Turo Eklund, 4/2-05**

Hello Per-Olof,

We are implementing recommendations and model connection schemes of the Finnish District Heating Association so my answer covers practically the whole country.

- 1) Always indirect radiator system connection
- 2) Hot water
- 3) the pump is on the cold side. Main reason is the lower temperature level, in some cases also the radiator system expansion arrangements may be partly the reason.

If you need some further information don't hesitate to contact

Best regards,
Toro

*bilaga 6 Utländska kontakter***Dansk Fjernvarme (Danmark, telefon och e-postkontakt))****Mette Hansen, 14/2-05**

I Danmark är ungefär hälften av anläggningar anslutna direkt till fjärrvärmenätet, hälften via VVX.

På fyllnad av radiatorsystemet görs som regel med tappvatten (kallt). Det finns anläggningar som fylls med fjärrvärmevatten.

Mette skickar information om inkopplingsprinciper i Danmark.

Enligt inkopplingsprinciper som erhållits från Mette är pumpen placerad på framledningen till radiatorerna, expansionskärlet på sugsidan av pumpen (på varma sidan av VVX).

e-postkontakt:

Hej Per-Olof

Diagrammerne viser
Fjernvarmeforeningens anbefaling.
Langt de fleste
installationer følger vores
anbefaling, også hvad angår
placering af de
enkelte komponenter.

Jeg kender ikke til andre steder i
Danmark, der kan give mere
præcise
oplysninger.

Med venlig hilsen

Mette Hansen

Dansk Fjernvarme
Galgebjergvej 44, DK-6000 Kolding
Tel. (+45) 7630 8000
Fax (+45) 7552 8962
www.danskfjernvarme.dk

-----Oprindelig meddelelse-----

Fra: Per-Olof Johansson [Per-Olof.Johansson@vok.lth.se]

Sendt: 24. februar 2005 14:35

Til: Mette Hansen

Emne: Re: SV: kopplingsprinciper i
Danmark

Tack för ritningarna på dansk
anslutning av fjärrvärmecentraler.
Jag undrar om ni från
fjärrvärmeföreningen har detta som
rekommendationer,
eller om det är exempel på typiska
anslutningar.

Om inte ni har rekommendationer
på anslutning (ex. pumpplacering,
expansionskärl mm) finns det
någon annan som har det?

*bilaga 6 Utländska kontakter***Axel Olsen (Danmark, e-post kontakt)****Korsør Forsyning A/S**

Hej Per

1. Begget systemer anvendes i Danmark.
2. Der kan både påfyldes koldt vand eller fjernvarmevand.
3. Pumpen kan placeres begge steder, dog oftest på den kolde side.
4. Expansionsbeholderen er oftest placeret ved siden af varmeveksleren.

Fjernvarmeværkerne i Danmark har en interesseorganisation, ligesom i Sverige. Den hedder WWW.danskjernvarme.dk. Der kan man få yderligere om fjernvarme i Danmark.

Har du yderligere spørgsmål, er du velkommen til at skrive igen.

Med venlig hilsen

Axel Olsen
Korsør Forsyning A/S.
Lilleøvej 3
4220 Korsør
Telefon direkte: 58 36 25 32
E- mail : AIO@korsoerkom.dk

-----Oprindelig meddelelse-----

Fra: Per-Olof Johansson [Per-Olof.Johansson@vok.lth.se]

Sendt: 4. februar 2005 14:16

Til: Aio@korsoerkom.dk

Emne: frågor kring fjärrvärme och värmesystem

Hej,

Mitt namn är Per-Olof Johansson och jag jobbar på Lunds Tekniska Högskola på avdelningen för Värme och Kraft, fjärrvärme. Jag håller just nu på med en mindre bakgrundstudie på hur husinterna radiatorsystem är anslutna till fjärrvärmenätet. Jag har undersökt detta genom kontakt med konsulter, fjärrvärmecentralstillverkare och rörläggare i Sverige.

De frågor som jag vill ha svar på är:

- + Hur ansluts radiator-/värmesystem till fjärrvärmenätet i Danmark?
(ex. direkt/indirekt via värmeväxlare) Om båda systemen används, vilket är dominerande?
- + Då värmesystemet är skilt från fjärrvärmevattnet med en värmeväxlare

vad fylls radiatorsystemet med? (ex. varmvatten, kallvatten, syrefritt vatten) Om syrefritt/behandlat vatten hur framställs/erhålls detta vatten?

- + Var är cirkulationspumpen placerad i radiatorkretsen? (ex. varma/kalla sidan av värmeväxlaren) Varför?
- + Var är expansionskärlet placerad i förhållande till värmeväxlaren och cirkulationspumpen, varför denna placering?

Jag vill gärna veta hur det ser ut i Danmark. Har du möjlighet att besvara mina frågor, eller kan tipsa mig på någon som kan hjälpa mig vore jag tacksam.

Med vänlig hälsning
Per-Olof Johansson
VoK
Lunds tekniska högskola
Box 118
22100 Lund
Sverige

Tfn. +46 222 40 43
e-postadress: per-olof.johansson@vok.lth.se

*bilaga 6 Utländska kontakter***Enercon AS (Norge, e-postkontakt)****Mats Rosenberg, 8/2-05 (e-post kontakt)**

Hej

Jag skall försöka att svara på dina frågor.

Men de tekniska lösningarna varierar mellan olika fjärrvärmebolag så det finns inte någon generell standard.

Fjärrvärmeföreningen är för liten till att arbeta med teknik utan fokuserar på lobby och policy arbete.

1. Det klart dominerande systemet är indirekt. I de tillfälle att man har direkta system så är det till et villaområde med en central växlare.
2. Radiatorsystemet fylls i de flesta fall med kallvatten. I en del nya system så har fjärrvärmebolaget godkänt att man använder fjärrvärmevatten och tatt betalt för detta.
3. Pumpen är oftast placerad i framledningen efter växlaren. Men detta varierar.
4. Expansionskärlet är oftast placerat efter växlaren men innan pumpen men också detta varierar.

En stor skillnad mot Sverige är fortfarande är det många system med många shuntar, pumpar, strypventiler i systemen som ger problem. Man värdesätter inte en låg returtemperatur även om vi arbetar med saken och försöker få VVS-konsulter till att tänka på detta.

Som jag sa i början så har inte Fjernvarmeforeningen några tekniska rekommendationer men ta kontakt med mig så skall jag pröva att hjälpa dig.

Jag var ledare för Fjernvarmeforeningen i Norge mellan 1987 og 1996 og har efter det arbetat som konsulent inom fjärrvärm och bioenergi här i Norge. I tillägg är jag F-77 från LTH så bara hör av dig.

MVH Mats Rosenberg

Enercon AS
Høgdaaveien 11
NO-1482 Nittedal
Tlf: +47 67 07 05 94
Fax: +47 67 07 51 06

*bilaga 6 Utländska kontakter***Viken Energi (Norge, telefonkontakt)****Per Jynge, 4/2-05**

Per känner bäst till de större anläggningarna.

Viken energi har inga rekommendationer då det gäller placering av cirkulationspumpen, men Jynge det vanliga är på returen. Normalt har Viken energi inte med pumpplaceringen att göra då de ej äger anläggningen.

Påfyllnad av anläggningar sker med tappvatten vanligtvis. I ett fåtal anläggningar där bolaget antingen äger eller ansvarar för driften på kundens anläggning fylls de med FJV-vatten.

Finns från vissa kunder önskemål om att köpa FJV-vatten, men det får de ej.

Anledningen till att de inte önskar fylla system med FJV-vatten är att de vill ha fjärrvärmenätet helt skilt från husinterna system eftersom tryck och temperatur är höga i FJV-nätet.

Rapportförteckning

**Samtliga rapporter kan beställas hos Svensk Fjärrvärmes Förlagsservice.
Telefon: 026 – 24 90 24, Telefax: 026 – 24 90 10, www.svenskfjarrvarme.se**

<i>Nr</i>	<i>Titel</i>	<i>Författare</i>	<i>Publicerad</i>
FORSKNING OCH UTVECKLING – RAPPORTER			
1	Inventering av skador på befintliga skarvar med CFC-blåsta respektive CFC-fria fogskum	Hans Torstensson	maj-96
2	Tryckväxlare – Status hösten 1995	Bror-Arne Gustafson Lena Olsson	maj-96
3	Bevakning av internationell fjärrvärmeforskning	Sture Andersson Gunnar Nilsson	maj-96
4	Epoxirelining av fjärrvärmerör	Jarl Nilsson	sep-96
5	Effektivisering av konventionella fjärrvärmecentraler (abonnentcentraler)	Lena Råberger Håkan Walletun	okt-96
6	Auktorisation av montörer för montage av skarvhylsor och isolering Former och utvärdering	Lars-Åke Cronholm	okt-96
7	Direkt markförlagda böjar i fjärrvärmeledningar	Jan Molin Gunnar Bergström	dec-96
8	Medierör av plast i fjärrvärmesystem	Håkan Walletun Heimo Zinko	dec-96
9	Metodutveckling för mätning av värmekonduktiviteten i kulvertisolering av polyuretanskum	Lars-Åke Cronholm Hans Torstensson	dec-96
10	Dynamiska värmelaster från fiktiva värmebehov	Sven Werner	mars-97
11	Torkning av tvätt i fastighetstvättstugor med fjärrvärme	H. Andersson J. Ahlgren	maj-99
12	Omgivningsförhållandenas betydelse vid val av strategi för ombyggnad och underhåll av fjärrvärmenät. Insamlingsfasen	Sture Andersson Jan Molin Carmen Pletikos	dec-97
13	Svensk statlig fjärrvärmeforskning 1981-1996	Mikael Henriksson Sven Werner	dec-97
14	Korrosionsrisker vid användning av stål- och plaströr i fjärrvärmesystem – en litteraturstudie	Peeter Tarkpea	dec-97
15	Värme- och masstransport i mantelrör till ledningar för fjärrkyla och fjärrvärme	Daniel Eriksson Bengt Sundén	dec-97
16	Utvärdering av fuktinträngning och gasdiffusion hos gamla kulvertrör ”Hisings-Backa”	Ulf Jarfelt	dec-97
17	Kulvertförläggning med befintliga massor	Jan Molin Gunnar Bergström Stefan Nilsson	dec-97
18	Värmeåtervinning och produktion av frikyla – två sätt att öka marknaden för fjärrvärmedrivna absorptionskylmaskiner	Peter Margen	dec-97
19	Projekt och Resultat 1994-1997	Anders Tvärne	mars-98

Nr	Titel	Författare	Publicerad
20	Analys av befintliga fjärrkylakunders kylbehov	Stefan Aronsson Per-Erik Nilsson	mars-98
21	Statusrapport Trycklösa Hetvattenackumulatorer	Mats Lindberg Leif Breitholtz	maj-98
22	Round Robin test av isolerförmågan hos fjärrvärmerör	Ulf Jarfelt	maj-98
23	Mätvärdesinsamling från inspektionsbrunnar i fjärrvärmesystem	Håkan Walletun	juni-98
24	Fjärrvärmerörens isolertekniska långtidsegenskaper	Ulf Jarfelt Olle Ramnäs	juni-98
25	Termisk undersökning av koppling av köldbärarkretsar till fjärrkylanät	Erik Jonson	juni-98
26	Reparation utan uppgrävning av skarvar på fjärrvärmerör	Jarl Nilsson Tommy Gudmundson	juni-98
27	Effektivisering av fjärrvärmecentraler – metodik, nyckeltal och användning av driftövervakningssystem	Håkan Walletun	apr-99
28	Fjärrkyla. Teknik och kunskapsläge 1998	Paul Westin	juli-98
29	Fjärrkyla – systemstudie	Martin Forsén Per-Åke Franck Mari Gustafsson Per-Erik Nilsson	juli-98
30	Nya material för fjärrvärmerör. Förstudie/litteraturstudie	Jan Ahlgren Linda Berlin Morgan Fröling Magdalena Svanström	dec-98
31	Optimalt val av värmemätarens flödesgivare	Janusz Wollerstrand	maj-99
32	Miljöanpassning/återanvändning av polyuretanisolerade fjärrvärmerör	Morgan Fröling	dec-98
33	Övervakning av fjärrvärmenät med fiberoptik	Marja Englund	maj-99
34	Undersökning av golvvärmesystem med PEX-rör	Lars Ehrlén	apr-99
35	Undersökning av funktionen hos tillsatser för fjärrvärmevatten	Tuija Kaunisto Leena Carpén	maj-99
36	Kartläggning av utvecklingsläget för ultraljudsflödesmätare	Jerker Delsing	nov-99
37	Förbättring av fjärrvärmecentraler med sekundärnät	Lennart Eriksson Håkan Walletun	maj-99
38	Ändgavlar på fjärrvärmerör	Gunnar Bergström Stefan Nilsson	sept-99
39	Användning av lågtemperaturfjärrvärme	Lennart Eriksson Jochen Dahm Heimo Zinko	sept-99
40	Tätning av skarvar i fjärrvärmerör med hjälp av material som sväller i kontakt med vatten	Rolf Sjöblom Henrik Bjurström Lars-Åke Cronholm	nov-99
41	Underlag för riskbedömning och val av strategi för underhåll och förnyelse av fjärrvärmeledningar	Sture Andersson Jan Molin	dec-99

<i>Nr</i>	<i>Titel</i>	<i>Författare</i>	<i>Publicerad</i>
		Carmen Pletikos	
42	Metoder att nå lägre returtemperatur med värmeväxlardimensionering och injusteringsmetoder. Tillämpning på två fastigheter i Borås.	Stefan Petersson	mars-00
43	Vidhäftning mellan PUR-isolering och medierör. Har blåstring av medieröret någon effekt?	Ulf Jarfelt	juni-00
44	Mindre lokala produktionscentraler för kyla med optimal värmeåtervinningsgrad i fjärrvärmesystemen	Peter Margen	juni-00
45	Fullskaleförsök med friktionsminskande additiv i Herning, Danmark	Flemming Hammer Martin Hellsten	feb-01
46	Nedbrytningen av syrereducerande medel i fjärrvärmenät	Henrik Bjurström	okt-00
47	Energimarknad i förändring Utveckling, aktörer och strategier	Fredrik Lagergren	nov-00
48	Strömförsörjning till värmemätare	Henrik Bjurström	nov-00
49	Tensider i fjärrkylennät – Förstudie	Marcus Lager	nov-00
50	Svensk sammanfattning av AGFWs slutrapport ”Neuartige Wärmeverteilung”	Heimo Zinko	jan-01
51	Vattenläckage genom otät mantelrörsskarv	Gunnar Bergström Stefan Nilsson	jan-01
52	Direktförlagda böjar i fjärrvärmeledningar Påkänningar och skadegränser	Sven-Erik Sällberg Gunnar Bergström Stefan Nilsson	jan-01
53	Korrosionsmätningar i PEX-system i Landskrona och Enköping	Anders Thorén	feb-01
54	Sammanlagring och värmeförluster i närvärmenät	Jochen Dahm Jan-Olof Dalenbäck	feb-01
55	Tryckväxlare för fjärrkyla	Lars Eliasson	mars-01
56	Beslutsunderlag i svenska energiföretag	Peter Svahn	sept-01
57	Skarvtätning baserad på svällande material	Henrik Bjurström Pal Kalbantner Lars-Åke Cronholm	okt-01
58	Täthet hos skarvar vid återfyllning med befintliga massor	Gunnar Bergström Stefan Nilsson Sven-Erik Sällberg	okt-01
59	Analys av trerörssystem för kombinerad distribution av fjärrvärme och fjärrkyla	Guaxiao Yao	dec-01
60	Miljöbelastning från läggning av fjärrvärmerör	Morgan Fröling Magdalena Svanström	jan-02
61	Korrosionsskydd av en trycklös varmvattenackumulator med kvävgasteknik – fjärrvärmeverket i Falkenberg	Leif Nilsson	jan-02
62	Tappvarmvattenreglering i P-märkta fjärrvärmecentraler för villor – Utvärdering och förslag till förbättring	Tommy Persson	jan-02
63	Experimentell undersökning av böjar vid kallförläggning av fjärrvärmerör	Sture Andersson Nils Olsson	jan-02

Nr	Titel	Författare	Publicerad
64	Förändring av fjärrvärmenäts flödesbehov	Håkan Walletun Daniel Lundh	jan-02
65	Framtemperatur vid värmegles fjärrvärme	Tord Sivertsson Sven Werner	mars-02
66	Fjärravläsning med signaler genom röret – förstudie	Lars Ljung Rolf Sjöblom	mars-02
67	Fukttransport i skarvskum	Gunnar Bergström Stefan Nilsson Sven-Erik Sällberg	april-02
68	Round Robin test II av isolerförmågan hos fjärrvärmerör	Ture Nordenswan	april-02
69	EkoDim – beräkningsprogram	Ulf Jarfelt	juni-02
70	Felidentifiering i FC med ”flygfoton” – Förstudie	Patrik Selinder Håkan Walletun	juni-02
71	Digitala läckdetekteringssystem	Jan Andersson	aug-02
72	Utvändigt skydd hos fjärrvärmerörsskarvar	Gunnar Bergström Stefan Nilsson Sven-Erik Sällberg	sept-02
73	Fuktdiffusion i plaströrsystem	Heimo Zinko Gunnar Bergström Stefan Nilsson Ulf Jarfelt	sept-02
74	Nuläge värmegles fjärrvärme	Lennart Larsson Sofie Andersson Sven Werner	sept-02
75	Tappvarmvattensystem – egenskaper, dimensionering och komfort	Janusz Wollerstrand	sept-02
76	Teknisk och ekonomisk jämförelse mellan 1- och 2-stegskopplade fjärrvärmecentraler	Håkan Walletun	okt-02
77	Isocyanatexponering vid svetsning av fjärrvärmerör	Gunnar Bergström Lisa Lindqvist Stefan Nilsson	okt-02
78	Förbättringspotential i sekundärnät	Lennart Eriksson Stefan Petersson Håkan Walletun	okt-02
79	Jämförelse mellan dubbel- och enkelrör	Ulf Jarfelt	dec-02
80	Utvändig korrosion på fjärrvärmerör	Göran Sund	dec-02
81	Varmvattenkomfort sommartid i småhus	Tommy Persson	dec-02
82	Miljöbelastning från produktion av fjärrvärmerör	Morgan Fröling Camilla Holmgren	dec-02
83	Samverkande produktions- och distributionsmodeller	John Johnsson Ola Rossing	feb-03
84	Användning av aska vid förläggning av fjärrvärmeledningar - förstudie	Rolf Sjöblom	feb-03
85	Marginaler i fjärrvärmesystem	Patrik Selinder Heimo Zinko	mars-03
86	Flödesutjämnande körstrategi	Gunnar Larsson	april-03
87	”Black-Box”-undersökning av fjärrvärmecentraler	Håkan Walletun Bernt Svensson	juni-03
88	Långtidsegenskaper hos lågflödesinjusterade radiatorsystem	Stefan Petersson Sven Werner	aug-03

Nr	Titel	Författare	Publicerad
89	Rationellt byggande av fjärrvärmeledningar	Tommy Gudmundson	sep-03
90	Total – Kontra utförandeentreprenad	Tommy Gudmundson	sep-03
91	Tryckväxlare för fjärrkyla – Teknik och funktion	Bror-Arne Gustafson	sep-03
92	Kylning av kylmaskiners kondensorer med fjärrkyla i livsmedelsbutiker	Caroline Haglund Stignor	sep-03
93	Minskade distributionsförluster med diffusionstäta fjärrvärmerör	Maria Olsson	okt-03
94	Kopplingsprinciper för fjärrvärmecentral och frånluftsvärmepump	Patrik Selinder Håkan Walletun Heimo Zinko	okt-03
95	Funktion hos 1-rörs radiatorsystem – Avkylning, komfort och stabilitet	Stefan Petersson Bernt-Erik Nyberg	okt-03
96	EPSPEX-kulvert – Utveckling, utförande och uppföljning	Tommy Gudmundson	okt-03
97	EPSPEX-kulvert – Funktion under och efter vattendränkning	Stefan Nilsson Sven-Erik Sällberg Gunnar Bergström	okt-03
98	Fukt i fjärrvärmerör, larmsystem och detektering Inventering av mätmetoder och gränsvärden	Henrik Bjurström Lars-Åke Cronholm Mats-Olov Edström	okt-03
99	Undersökning av skarvar med isolerhalvor efter nio år i drift	Stefan Nilsson Sven-Erik Sällberg Gunnar Bergström	nov-03
100	Strategier för framtidens fjärrvärme	Markus Felleesson	dec-03
101	Fjärrvärmevärmda torkrumsanläggningar	Peter Neikell Tobias Nilsson	nov-03
102	Kyllager i befintligt kylnät	Fredrik Setterwall Benny Andersen	nov-03
103	Reglerdynamik, tryckhållning och tryckslag i stora rörsystem	Gunnar Larsson	dec-03
104	Energimätning i småhus. Förstudie.	Jan Eliason Morgan Romvall Håkan Walletun	dec-03
105	Konsekvenser av mindre styrventiler i distributionsnät	Håkan Lindkvist Håkan Walletun	jan-04
106	Inventering av nya inspektionsinstrument för statuskontroll av fjärrvärmerör	Göran Sund	jan-04
107	Kopplingar i fjärrvärmesystem – inventering av alternativ och utvecklingspotential	Rolf Sjöblom Jöns Hilborn	feb-04
108	Gradtid för kyla	Peter Lundell	april-04
109	Effektivare rundgångar	Håkan Walletun Karolina Näsholm	april-04
110	Mikrobiell aktivitet i fjärrkylennät	Magnus Nordling	april-04
111	Effektivare distribution av fjärrkyla	Olle Källman Per Hindersson Börje Nord	maj-04
112	Värmedriven kyla	Magnus Rydstrand Viktoria Martin Mats Westermark	maj-04

Nr	Titel	Författare	Publicerad
113	Markradar fältförsök	Emelie Vestin Peter Wilén	juni-04
114	EcoTrench läggning av fjärrvärmerör	Alf Lindmark	juni-04
115	Tappvarmvattenanvändning på hotell	Stefan Petersson Sven Werner Martin Sandberg Åsa Wahlström	juni-04
116	PET-skum som isoleringsmaterial i fjärrvärmerör	Sara Mangs Olle Ramnäs Ulf Jarfelt	sept-04
117	Flexibla fjärrvärmerörs isoleringsegenskaper	Ulf Jarfelt Olle Ramnäs Camilla Persson Charlotte Claesson	okt-04
118	Injustering av vvc-kretsar	Janusz Wollerstrand Tommy Persson	okt-04
119	Integration av absorptionskylmaskiner i fjärrvärmesystem - Förstudie	Heimo Zinko Sven-Olof Söderberg Elsa Fahlén Alemayehu Gebremedhin	dec-04
120	Teknisk utvärdering av gamla och nya fjärrvärmecentraler i Slagsta	Håkan Lindkvist och Håkan Walletun	jan-05
121	Förkorta byggtider för fjärrvärmebyggnation	Hans Gille	jan-05
122	Ny metod för att bestämma fjärrvärmerörs isoleringsförmåga	Bijan Adl-Zarrabi	jan-05
123	Samverkande produktions- och distributionsanalys i fjärrvärmesystem	Ola Rossing John Johnsson	jan-05
124	Fuktmätning med pulsekometer	Stefan Nilsson Sven-Erik Sällberg Gunnar Bergström	jan-05
125	Utvärdering av funktionsintegrerad fjärrvärmecentral	Sofie Andersson Sven Werner	feb-05
126	Värmeförluster i småhusområdet Prästmarken, Växjö	Heimo Zinko Benny Bøhm	mars-05
127	Läckagevägar för markvatten i skarvisolering	Stefan Nilsson Sven-Erik Sällberg Gunnar Bergström	april-05
128	Kylprocessers design i fjärrvärmesystem	Viktoria Martin Fredrik Setterwall Mikael Andersson	april-05
129	Absorptionsmaskiner för kyl- och värmeproduktion i energisystem med avfallsförbränning	Maria Brorsson	april-05
130	Mät- och värmeförluster för fjärrvärmesystem i småhusområden	Frederick Cederborg Ola Nordgren Johannes Drewitz	april-05

<i>Nr</i>	<i>Titel</i>	<i>Författare</i>	<i>Publicerad</i>
131	Spröda brott i mantelrör	Stefan Nilsson Kristian Thörnblom Sven-Erik Sällberg Gunnar Bergström	maj-05
132	Avkylningsarbete på Göteborg Energi AB 1995-2004	Anders Fransson	maj-05
133	Kopparbeläggningar på induktiva flödesmätare	Magnus Palm Karin Segerdahl Kerstin Mattiasson Bengt Nordling	juni-05
134	Värdet av injustering	Anders Trüschel	juni-05
135	Korrosionsrisker vid användning av polyetenrör i fjärrkylesystem	Tor-Gunnar Vinka Jörgen Almquist Rolf Gubner	juni-05
136	Husinterna värmesystem	Per-Olof Johansson Janusz Wollerstrand	juni-05

FORSKNING OCH UTVECKLING – ORIENTERING

1	Fjärrkyla: Behov av forskning och utveckling	Sven Werner	jan-98
2	Utvärdering av fjärrkyla i Västerås. Uppföljning av Värmeforsk rapport nr 534. Mätvärdesinsamling för perioden 23/5 – 30/9 1996.	Lars Lindgren Conny Nikolaisen	jan-98
3	Symposium om Fjärrvärmeforskning på Ullinge Wårdshus i Eksjö kommun, 10-11 december 1996	Lennart Thörnqvist	jan-98
4	Utvärdering av fjärrkyla i Västerås. Uppföljning av Värmeforsk rapport nr 534. Mätvärdesinsamling för period 2. 1/1 – 31/12 1997.	Conny Nikolaisen	juli-98
5	Metodutveckling för mätning av värmekonduktiviteten i kulvertisolering av polyuretanskum	Lars-Åke Cronholm Hans Torstensson	sept-99
6	Optimering av fjärrvärmevattens framledningstemperatur i mindre fjärrvärmesystem	Ilkka Keppo Pekka Ahtila	jan-03
7	Sammanställning över fjärrvärme- och kraftvärmeprojekt med eu-stöd	Sofie Andersson Sven Werner	feb-04
8	Utvärdering av FOU-programmet Hetvattenteknik 2001-2003	John Johnsson Håkan Sköldberg	feb-04
9	Nytta med svensk fjärrvärmeforskning	Sven Werner	feb-04
10	Förenklad metod för energimätning i fjärrvärmecentral	Tommy Jonsson	jan-05
11	Värdet av icke levererad fjärrvärme till kunder – Fjärrvärmecentralers felfrekvenser i fjärrvärmesystem	Tero Loustarinen	jan-05

*Svensk Fjärrvärme AB och Statens energimyndighet bedriver
forskningsprogram inom området fjärrvärme, hetvattenteknik och fjärrkyla.*



Svensk Fjärrvärme • 101 53 Stockholm • Telefon 08-677 25 50 • Fax 08-677 25 55
Besöksadress: Olof Palmes gata 31, 6 tr. E-post: kontakt@svenskfjarrvarme.se
www.svenskfjarrvarme.se