



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



Rapport

R108:1984

**Vattenbehandling i
fjärrvärmesystem**

En handledning

Claes Harfors

R
ANT

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION	
Accnr	
Plac	ser

Byggeforskningsrådet

R108:1984

VATTENBEHANDLING I FJÄRRVÄRMESYSTEM

En handledning

Claes Harfors

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 811729-0
från Statens råd för byggnadsforskning till AF-Energi-
konsult AB, Malmö

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

R108:1984

ISBN 91-540-4181-3
Statens råd för bygnadsforskning, Stockholm

Liber Tryck Stockholm 1984

INNEHÅLL

1	BAKGRUND OCH SYFTE	7
2	FJÄRRVÄRMESYSTEM	8
3	VATTENBEHANDLINGENS BETYDELSE	9
3.1	Material	9
3.2	Vattenkvalitet	10
3.3	Korrosion	10
3.4	Korrosionsinhibitorer	11
3.5	Beläggningar	14
3.6	Drift, underhåll, ekonomi	14
4	RIKTVÄRDEN	15
5	DRIFTÖVERVAKNING	16
5.1	Provtagning	16
5.2	Analys	16
5.3	Vattenförbrukning, läckage	17
6	VATTENBEHANDLING FÖR OLIKA FV-SYSTEM	18
6.1	FV-nät anslutna till kraftvärmeverk	18
6.2	FV-nät anslutna till kommunala hetvattencentraler	23
6.3	FV-nät anslutna till gruppcentraler eller provisoriska centraler	27
6.4	Sekundärsystem	29
7	UTRUSTNING	31
7.1	Avhårdning	31
7.2	Partiell avsaltning	32
7.3	Totalavsaltning genom jonbyte	33
7.4	Avsaltning genom omvänd osmos	35
7.5	Mekanisk filtrering	37
7.6	Avgasning	38
7.7	Kemikaliedosering	40
7.8	Expansionstankar	42
8	UTVECKLINGSTENDENSER	44

FÖRORD

Utarbetandet av denna handledning har motiverats av den oklarhet som rått beträffande metoder att minimera korrosion från vattensidan i fjärrvärmesystem. Ämnet har tidigare ägnats en hel del uppmärksamhet, särskilt genom Värmeverksföreningens arbete, men de som arbetar med fjärrvärmeprojekt har ändå haft svårt att överblicka området bl a därför att delvis motstridande råd och anvisningar förekommit.

De tekniska problemen på detta område är inte överväldigande även om en del problem väntar på sin lösning. De avgörande frågorna gäller snarare hur långt man skall gå när det gäller korrosionsförebyggande åtgärder och vad det får kosta.

Projektet har därför huvudsakligen inriktats på att granska de metoder som har kommit till användning samt hur dessa metoder har motiverats. Detta har främst skett genom litteraturgranskning och intervjuer med värmeverkskemister och projektingenjörer. Författaren önskar därvidlag rikta ett speciellt tack till civilingenjör Lars Bergström, Stockholms Energiverk och Värmeverksföreningens Arbetsgrupp för material- och korrosionsfrågor. Den senare har fungerat som referensgrupp för projektet.

SAMMANFATTNING

De för drifttillgängligheten allvarligaste problemen i fjärrvärmesystem har gällt kulvertskador p g a yttre inverkan. Denna typ av skador har därför noga kartlagts av Värmeverksföreningen.

Brister i den invändiga miljön i fjärrvärmesystem har inte på samma sätt givit upphov till akuta störningar men förorsakar inte desto mindre en gradvis förslitning av utrustningen. Skadade ventiler, trög-
het i flödesmätare, försmutsade eller läckande värmeväxlare, frätska-
dade expansionskärl hör till de problem som blir följderna och därför
också leder till ett omfattande underhåll.

Fjärrvärmevattnet är i kontakt med flera olika material, främst olika stål-
kvaliteter, koppar och kopparlegeringar. Även om dessa material har olika korrosionspotential så har det visat sig att man vid de
betingelser som normalt krävs för låg korrosionshastighet på stål också
får en låg korrosionshastighet på övriga material. Man behöver sällan
befara s k galvanisk korrosion. Stor försiktighet bör dock iakttas vid
introduktion av nya material. För att uppnå låga korrosionshastigheter
och därmed låg halt av suspenderade partiklar samt undvika belägg-
ningar så måste vissa krav ställas på fjärrvärmevattnets kvalitet. De
grundläggande kraven för alla typer av fjärrvärmesystem är:

- pH vid 25°C 9-10
- syre, mg/l <0,02
- hårdhet, °dH <0,1

Genom att innehålla dessa värden minimeras vätgasutvecklande (all-
män) korrosion, syrereducerande (allmän och selektiv) korrosion samt
beläggningar på värmeöverförande ytor.

Enklast uppnår man detta genom att minimera läckage in i och ut från
systemet. Det är praktiskt möjligt att inskränka sig till åtgärder med
detta syfte om systemet är litet. Det gäller således främst sekundär-
system.

I större system, från s k gruppcentralanläggningar upp till de största
fjärrvärmesystemen, har man av erfarenhet icke obetydliga utläckage
och därmed behov av spädvatten samt inläckage vilka kan medföra
behov av behandling av fjärrvärmevattnet.

pH-värdet i fjärrvärmevattnet kan enkelt justeras genom dosering av
natronlut.

Av avgörande betydelse ur korrosionssynpunkt är tillförseln av syre till
systemet. Den kan ske på tre olika sätt:

- via spädvattnet
- via inläckage av syrehaltigt vatten
- via kontakt med atmosfären (t ex via öppna expansions-
kärl)

Det huvudsakliga problemet förknippat med syre är det magnetitslam
som bildas då stålet i systemet reagerar med syret. Detta slam har en

benägenhet att avsätta sig i reglerventiler och kan därför ge upphov till cirkulationsstörningar. Den jämna avfrätningen av stålytorna utgör däremot i sig inget problem. Det normala s k korrosionstillägget ger en betryggande marginal under systemets livslängd.

Den ur teknisk och ekonomisk synpunkt viktigaste frågan i detta sammanhang gäller hur långt man skall gå när det gäller åtgärder att minimera syretillförseln. Användningen av det syreeliminerande medlet hydrazin intar där en viktig roll. Eftersom hydrazin är ett hälsofarligt ämne så är dess framtida användning i Sverige osäker. Något fullgott ersättningsmedel har, trots stora ansträngningar, ännu inte kunnat uppbringas.

En fråga som diskuteras mycket är huruvida vattnet i fjärrvärmenätet skall behöva vara avsaltat eller ej. Man kan generellt säga att det inte är nödvändigt. De fördelar som finns med avsaltat vatten uppväger inte de betydande extrakostnaderna. Om avsaltat vatten ändå finns tillgängligt, bör man utnyttja det.

Beläggningar i fjärrvärmesystem leder till sämre utnyttjande av nätets kapacitet och skall därför förebyggas genom att spädvattnets hårdhetsbildare avlägsnas innan det matas in till fjärrvärmenätet.

De åtgärder och tekniska lösningar som erfordras för att minimera korrosion och beläggningar i fjärrvärmesystem sammanfattas i följande punkter:

1. Konstruera systemet med inriktning på god täthet. De minsta systemen, framförallt sekundärsystemen, skall därför behöva ytterst lite spädvatten, både absolut och relativt sett.
2. Minimera vätgasutvecklande korrosion genom att vid behov dosera natronlut till pH 9-10.
3. Avhärda spädvattnet. Om man kan förutse icke obetydliga hårdhetsinläckage till fjärrvärmesystemet bör en delström om 0,2-1 % av fjärrvärmevattenflödet kontinuerligt renas genom ett avhärdningsfilter.
4. Låt expansionsbehållaren vara sluten för att minska syretillförseln till systemet.
5. Avgasa om möjligt spädvattnet. För system större än ca 50 MW bör det ske på termisk väg. System på 5-50 MW kan utnyttja en förenklad termisk avgasning.
6. Dosera om möjligt hydrazin eller annat väl utprovat och av Värmeverksföreningen rekommenderat korrosionshämmande medel.
7. Avlägsna kontinuerligt slam i ett mekaniskt filter som genomströmmas av en delström om 2-5 % av fjärrvärmevattenflödet.
8. Rådgör med experter t ex Värmeverksföreningens, beträffande vattenbehandlingen vid de största fjärrvärmesystemen, särskilt de som ansluts till kraftvärmeverk. För sådana system krävs oftast totalavsaltat vatten i fjärrvärmenätet.
9. Se till att utrustning och instruktioner finns för löpande kontroll av spädvattnets och fjärrvärmevattnets kvalitet.

1 BAKGRUND OCH SYFTE

Ofullkomligheter i den konstruktiva utformningen av värmedistributionsnät kan leda till skador på rörledningar och utrustning i nätet. Bristande vattenkvalitet kan förutom korrosionsproblem ge upphov till beläggningar, som försvårar värmeöverföringen. Förutsättningarna för ett rationellt underhåll och en god driftekonomi försvåras därmed.

Valet av material och komponenter samt miljön som dessa skall arbeta i är avgörande för att systemet skall uppfylla kravet på lång livslängd.

De med hänsyn till drifttillgängligheten allvarligaste problemen i fjärrvärmesystem har gällt kulvertskador p g a yttre inverkan, främst genom korrosionsangrepp på medierör och kompensatorer. Sedan länge för Svenska Värmeverksföreningen, VVF, statistik över denna typ av kulvertskador.

Brister i den invändiga miljön i fjärrvärmesystem har inte i samma utsträckning yttrat sig i akuta störningar och har inte heller följts upp på ett systematiskt sätt. Där vattenkvaliteten varit otillfredsställande har det oftast snarare varit fråga om en långsam, gradvis förslitning av komponenter till följd av korrosionsangrepp eller erosionsangrepp. Detta mer odramatiska förlopp har därför ibland uppfattats som en normal företeelse som man måste räkna med. Ett omfattande rutinmässigt underhåll har då krävts för att åtgärda skador i ventilsäten, tröghet i flödesmätare, försmutsade eller läckande värmeväxlare, frätskadade expansionskärl m m.

Stora ansträngningar har gjorts, bl a genom Värmeverksföreningens arbete, för att förebygga och förhindra både ut- och invändiga skador på fjärrvärmesystem. Successivt har nya erfarenheter förts ut till de som projekterar nya system. När det gäller vattenbehandling och det inre korrosionsskyddet har det skrivits en del artiklar, rapporter och rekommendationer. De som arbetar med fjärrvärmeprojekt har ändå haft svårt att överblicka området bl a därför att delvis motstridande råd och anvisningar har förekommit. Vidare har det som kemister och korrosionstekniker ansett erforderligt, inte alltid av projektingenjörer upplevts som ekonomiskt realiserbart eller ens tillräckligt väl underbyggt.

Denna handledning syftar till att specificera metoder och utrustning för att fjärrvärmesystem skall motstå olika typer av invändig korrosion. Handledningen har avsiktligt gjorts inte alltför kortfattad, för att den som så önskar skall kunna finna sakliga motiveringar till givna riktvärden, behandlingsmetoder m m.

Det skall vidare påpekas att handledningen främst avser projektering av vattenbehandling för nya fjärrvärmesystem. Vid förbättring av äldre system måste hänsyn tas till att utgångsläget kan vara sämre t ex genom att systemet är utsatt för omfattande in- eller utläckage av vatten. Omvänt gäller även att omfattningen av vattenbehandlingen i nya system inte får dikteras av de förutsättningar som råder i äldre system.

Den som i denna handledning vill gå rakt på sak kan med fördel gå direkt till avsnitt 4 och följande avsnitt. Vid behov av bättre bakgrund hänvisas till avsnitt 2-3.

2 FJÄRRVÄRMESYSTEM

Det är ändamålsenligt att på något sätt definiera olika typer av fjärrvärmesystem (FV-system). Med hänsyn till ämnet för denna handledning förefaller följande indelning lämplig:

- 1 FV-system anslutna till kraftvärmeverk.
- 2 FV-system anslutna till kommunala hetvattentraler.
- 3 FV-system anslutna till gruppcentraler eller provisoriska centraler.
- 4 Sekundärsystem.

En indelning på detta sätt är motiverad med tanke på de olika förfaranden som kommer till användning för att förhindra korrosion.

Det skall betonas att indelningen inte återspeglar olika stränga krav på korrosionsförebyggande åtgärder. Det måste anses tekniskt och ekonomiskt lika viktigt att de minsta systemen skyddas mot korrosion som de allra största.

Låt oss vidare skilja på system med vatten respektive ånga som värmetransportmedium. I utlandet används ånga fortfarande i stor utsträckning. I Sverige dominerar vattensystem helt. Vattensystem kan vidare vara direkt eller indirekt kopplade till abonnenterna. I Sverige har indirekt koppling blivit dominerande men direkt koppling är fortfarande aktuell med tanke på de lägre kostnaderna förknippade med direkt koppling.

Denna handledning berör bara system med vatten som medium eftersom nya fjärrvärmesystem såväl i som utanför Sverige till helt övervägande del kommer att använda vatten som värmetransportmedium.

3 VATTENBEHANDLINGENS BETYDELSE

Vattenbehandlingens betydelse i fjärrvärmesammanhang har delvis berörts redan i inledningen.

För undvikande av skador p g a korrosion och beläggningar gäller det att finna en lämplig kombination av material och vattenkvalitet i systemet.

3.1 Material

Som konstruktionsmaterial i fjärrvärmesystem används i dag stål- och kopparlegeringar som

- kolstål	(rörledningar, ventiler)
- rostfritt stål	(kompensatorer)
- syrafast stål	(värmeväxlare och pumphjul)
- gjutstål	(pumpar, pumphjul)
- segjärn	(pumpar, pumphjul)
- koppar	(rörledningar, värmeväxlare)
- mässing	(ventiler, värmeväxlartuber)
- rödgods	(ventiler, pumphjul)

Användning av konstruktionsmaterial med olika korrosionspotential försämrar i allmänhet möjligheterna till ett fullgott korrosionsskydd. Det har emellertid visat sig att man vid de betingelser, som normalt krävs för låg korrosionshastighet på stål framförallt i frånvaro av löst syre, också får en låg korrosionshastighet på övriga material och sällan behöver befara s k galvanisk korrosion.

Kolstål, rostfritt stål och kopparmaterial är för sin användning helt beroende av att täta oxidiska skyddsskikt kan utbildas. Om miljön är sådan att skyddsskiktets bildningen försvåras kommer materialet att korrodera.

Att minska risken för korrosion genom att använda mer kvalificerat material är inte ekonomiskt rimligt. Det är mycket mindre kapitalkrävande att vidta åtgärder, som ger liten korrosion på de aktuella billigare materialen.

På senare år har nya material introducerats bl a rör av polymermaterial, som t ex förnätad polyeten. Avsikten med de nya materialen har varit att reducera de totala kostnaderna för byggnaden av systemen. Användning av polymerrör har dock medfört stora problem eftersom de inte varit diffusionstäta varigenom luftens syre kontinuerligt har tillförts systemvattnet. Resultatet har blivit omfattande allmän korrosion och slambildning eller, i de fall korrosionsinhibitorer använts, punktfrätning med läckage i radiatorer och andra värmeväxlare som följd. Tyvärr har det också visat sig svårt att i dessa fall klara problemen med aldrig så sofistikerad vattenbehandling.

Introduktion av nyutvecklade material i FV-system bör således ske med stor försiktighet. Man kan med fördel vända sig till Värmeverksföreningen som gärna ger råd och anvisningar med utgångspunkt från de normer och tekniska rekommendationer som VVF har utarbetat beträffande materialval.

3.2 Vattenkvalitet

Förutsatt att de tidigare nämnda vanliga konstruktionsmaterialen används är följande parametrar avgörande för vattnets lämplighet.

- . pH
- . syrehalt
- . hårdhet
- . alkalitet
- . salthalt
- . kloridhalt
- . suspenderade partiklar

Som tidigare framhållits bör kraven på fjärrvärmevattnet, ur korrosionssynpunkt, vara lika oavsett storleken på systemet. Dessa grundläggande krav är:

- | | |
|----------------------------|--------|
| . pH vid 25 ^o C | 9 - 10 |
| . hårdhet, ^o dH | < 0,1 |
| . syre, mg/l | < 0,02 |

Bakgrunden till dessa krav framgår av beskrivningen av olika korrosionstyper, avsnitt 3.3.

Speciella förutsättningar kan motivera tillkommande krav. FV-system anslutna till kraftvärmeverk bör ha vatten med låg salthalt med tanke på risken för läckage i FV-kondensorererna.

Det bör poängteras att värdena ovan avser fjärrvärmevatten. Vid tillräckligt små läckage och därmed liten spädmatning behöver inte nödvändigtvis spädvattnet hålla samma kvalitet. Små system t ex sekundärsystem kräver relativt sett mycket mindre spädvatten än större system. Om ett sådant system tillföres en liten mängd syremättat vatten, förbrukas det snabbt genom korrosion och syrehalten i systemvattnet går snabbt ned till en låg nivå. Den måttliga allmänkorrosion, som blir resultatet, äventyrar ej systemets funktion.

I alla större fjärrvärmesystem, där läckage och ingrepp är mer förekommande, måste däremot spädvattnet avgasas för att en låg syrehalt skall kunna hållas i fjärrvärmevattnet.

Allmänt gäller således att små läckage gör det lättare att åstadkomma den önskade vattenkvaliteten i systemet.

De fullständiga riktvärdena för spädvatten och fjärrvärmevatten framgår av avsnitt 4, tabell 4.1.

3.3 Korrosion

Vid de i fjärrvärmesystem aktuella betingelserna kan ett flertal olika korrosionsformer uppträda.

Syreförbrukande korrosion uppstår på stål i neutral, sur eller alkalisk miljö i närvaro av löst syre.

Metallen går i lösning genom allmän korrosion, i svårare fall även genom gropfrätning eller spaltkorrosion och ger upphov till oxidslam, som kan transporteras runt i systemet. Vid låg syrehalt fås Fe_3O_4 , magnetit eller svartrost, medan man vid högre halter får sk röd rost $\text{Fe}(\text{OH})_2$.

Syrekorrosion får anses som den klart vanligaste orsaken till invändiga skador i fjärrvärmesystem.

Ett system som genom stickprov visar mycket låg syrehalt kan likväl vara utsatt för syrekorrosion. En ständig tillförsel av syre via spädvatten eller expansionskärl ger då upphov till en korrosion som ständigt förbrukar det tillförda syret och ger upphov till cirkulerande magnetit-slamm.

Förekomst av löst syre och/eller större mängder magnetit-slamm tyder således på att syreförbrukande korrosion pågår.

Vätgasutvecklande korrosion förutsätter närvaro av vätejoner. Vätejoner finns ofta tillgängliga i naturligt vatten p g a den kolsyra som bildas genom löst koldioxid. Även vid den vätgasutvecklande korrosionen fås magnetit, Fe_3O_4 . En allmän korrosion blir följden men den kan minimeras genom att hålla ett förhöjt pH-värde. Skador p g a vätgasutvecklande korrosion får anses som mera sällsynta.

Erosionskorrosion blir följden om oxidskyddsskiktet på metallen eroderas bort p g a för hög strömningshastighet eller suspenderade slitande partiklar t ex magnetit-slamm eller kalkslamm. Denna typ av korrosion är i praktiken vanligt förekommande i t ex ventiler. Koppar och kopparlegeringar är särskilt utsatta för erosionskorrosion.

Spänningskorrosion är en selektiv korrosion genom vilken ett material på kort tid kan spricka till följd av mekaniska spänningar och ett lokalt korrosionsangrepp. De passiverbara, rostfria stählen är särskilt känsliga för lokala angrepp av klorider och syre, speciellt vid förhöjd temperatur. Skador på rostfria kompensatorer, praktiskt taget samtliga genom utvändigt påverkan, har kunnat förebyggas genom förbättringar med avseende på materialet, konstruktionen och miljön.

För att kunna använda vanliga och relativt billiga konstruktionsmaterial i fjärrvärmesystem utan störande korrosionsskador fordras således en kontroll av vattenkvaliteten samt i de flesta fall någon form av behandling av vattnet.

3.4 Korrosionsinhibitorer

Korrosionsinhibitorer delas in i anodiska, katodiska och dubbelverkande (både anodiska och katodiska) beroende på vilket elektrokemiskt delsteg de kontrollerar.

En annan typ av korrosionshämmande medel är de som reagerar med ett korrosivt ämne löst i vattnet t ex syre. Därmed förhindras katodreaktionen vid korrosionsprocessen. Vätgasutvecklande korrosion förhindras på liknande sätt genom att höja pH och därmed minska vattnets halt av vätejoner.

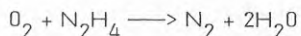
S k filmbildande inhibitorer har använts i mycket liten utsträckning i fjärrvärmesystem. Det finns emellertid anledning att varna för användning av filmbildande inhibitorer speciellt av anodisk typ. För bästa funktion krävs ofta mycket noggrann kontroll av kemikaliehalterna. Om man slarvar med denna kontroll kan större skador uppstå än om man inte använde någon inhibitor alls. Det finns vidare mycket goda belägg för att ingen filmbildande inhibitor i praktisk tillämpning har hundraprocentig verkan. Till detta kommer att många av dessa inhibitorer är mycket dyra.

För små och medelstora fjärrvärmesystem är likväl korrosionsskydd med inhibitorer av intresse. Innan någon i den stora mängden kommersiellt tillgängliga inhibitorer används måste man dock kräva att inhibitorn har utprovats med godkänt resultat av, eller i samråd med, oberoende korrosionsteknisk expertis. Referensfall är naturligtvis viktiga men man bör kritiskt granska leverantörens referenser. Många inhibitorer innehåller bl a alkaliserande och dispergerande medel som tillsammans avsevärt kan reducera korrosionshastigheten och rengöra smutsiga systemytor. Vilken effekt övriga komponenter i inhibitorblandningen har är därför svår att bedöma utifrån enbart referensfall. Det är därmed också svårt att bedöma om priset är rimligt. Enbart alkaliserande och dispergerande effekt kan man nämligen få till mycket måttlig kostnad.

Det har hittills visat sig svårt att finna en inhibitor som av en enig expertis har bedömts ha så god effekt att man kan eliminera behovet av konventionell behandling, främst termisk avgasning av spädvattnet. Har man redan behandlat vattnet genom termisk avgasning och justerat pH-värdet, så kan inte de dyrare inhibitorerna motiveras av den marginella förbättring som kan fås genom inhibitorn.

Den främsta orsaken till korrosion i fjärrvärmesystem är löst syre. Att i möjligaste mån eliminera syret är därför en viktig uppgift.

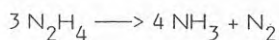
Den tekniskt och ekonomiskt sett helt överlägsna korrosionsinhibitorn för fjärrvärmesystem är fn hydrazin. Det reagerar nämligen vid pH 9-10 med löst syre i vattnet enligt:



De genom denna kemiska avgasning bildade produkterna, kväve och vatten, är helt harmlösa. Om man försöker eliminera ständigt tillkommande syre i större mängder med hydrazin, kan man dock råka ut för att kvävgaskuddar utskiljs i systemdelar med lågt tryck.

Normalt skall emellertid hydrazinet användas bara för restsyreborttagning eftersom spädvattnet bör avgasas termiskt.

Hydrazin bryts delvis ned till ammoniak och kväve vid högre temperatur än 100°C:



Hydrazinhalten bör därför inte vara för hög eftersom för kopparmaterial skadligt höga ammoniakhalter kan fås.

Det avgörande problemet med hydrazin är emellertid av hygienisk natur.

Hydrazin är upptaget i Arbetarskyddsstyrelsens gränsvärdeslista som HKS-ämne, dvs det

- kan upptas genom huden (H)
- har cancerframkallande egenskaper (K)
- har sensibiliserande (allergiframkallande) egenskaper (S)

Det hygieniska gränsvärdet för hydrazin i luft är 0,1 ppm eller 0,1 mg/m³. Värdet anger en högsta tillåten tidsvägd genomsnittskoncentration för en åttatimmars arbetsdag. Värdet bör dock inte överskridas under längre tid än 15 min per timme och inte med mer än 200 %.

En arbetsgrupp inom VVF har 1978 grundligt beskrivit tillsatsmedel i fjärrvärmesystem. Merparten av rapporten behandlar hydrazin. Efter kontakter mellan arbetsgruppen och Produktkontrollnämnden beslöt den senare, att fjärrvärmevatten med lägre hydrazinhalt än 0,5 mg/kg (0,5 ppm) inte skall omfattas av ett tidigare beslut att hydrazin skall klassas som gift.

Genom mätningar och provningar studerade arbetsgruppen vad som händer när fjärrvärmevatten blandas med syrerikt varmt vatten i samband med läckage i en vattenvärmare. Man fann att syre och klor i vattnet snabbt bryter ned hydrazinet. I rapporten redovisas även mätningar av hydrazinhalt i luft i samband med läckage i en abonnentcentral och vid dosering.

Arbetsgruppen fann sammanfattningsvis inga hinder mot att hydrazin kan användas i fjärrvärmesystem om man beaktar vissa föreskrifter beträffande halten i FV-vattnet (< 0,5 mg/l) och kemikaliedoseringen (sluten, se avsnitt 7.7). Många värmeverk använder därför hydrazin i sina system.

I Nederländerna, delar av Västtyskland och fr o m 1983 även Danmark, tillåts inte hydrazin i fjärrvärmesystem. Detta tillsammans med den tveksamhet, som även en del svenska kommuner har beträffande hydrazin, gör att dess framtida användning är osäker.

Det finns sedan länge andra syreförbrukande medel och vissa nya har kommit på senare år. Katalyserad sulfit hör till de länge använda. Det reagerar snabbt med syre till sulfat, vilket emellertid innebär att salthalten i systemet successivt ökar. Under vissa, ännu ej helt klarlagda betingelser, bildas dessutom skadlig sulfid. Andra preparat har andra nackdelar. En för fjärrvärmetekniken mycket angelägen forsknings- och utvecklingsuppgift är därför framtagandet av ett effektivt och miljövänligt ersättningsmedel för hydrazin.

Stiftelsen för Värmeteknisk Forskning har på uppdrag av VVF nyligen publicerat en rapport där kommersiella inhibitorer har undersökts som eventuellt ersättningsmedel för hydrazin.

Fysikaliska eller kemiska metoder, som t ex termisk delströmsavgasning, för kontinuerligt borttagande av syre är antingen oralistiskt dyra eller ger inte resultat innan syret har förbrukats genom korrosion i systemet.

Man finner då att det f n enda verkliga alternativet till korrosionskydd genom hydrazindosering är att mata systemet med termiskt

avgasat vatten och kontinuerligt följa upp och åtgärda in- och utläckage av vatten.

Drifterfarenheterna från system, främst i utlandet, där man använder totalavsaltat vatten och inga syreborttagande medel är goda. Om man undantar system anslutna till fjärrvärmeverk och system med mycket salthaltigt vatten och stora inläckage så finns det emellertid inte tillräckligt starka skäl varför vattnet i de flesta normala fjärrvärmesystem skall behöva avsaltas även om systemet har en viss syrehalt.

Olika former av selektiv korrosion, som skulle kunna vara ett problem vid hög salthalt och hög syrehalt, har i praktiken knappast förekommit. Det helt dominerande problemet, slambildning pga allmän korrosion, blir inte mindre för att vattnet totalavsaltas.

3.5 Beläggningar

Beläggningar i pannor och värmeväxlare orsakas främst av hårdhet i vattnet, d v s närvaron av kalcium och magnesium. Vattnets karbonathårdhet, d v s den del av vattnets hårdhet som kan bilda kalciumkarbonat, fungerar i princip korrosionsskyddande. Beläggningar på värmeöverförande ytor leder emellertid till att värmeöverföringen försvåras.

Endast i mindre system, huvudsakligen sekundärsystem, där spädvattenbehovet är litet, kan man därför klara sig utan en avhärdning av spädvattnet.

3.6 Drift, underhåll, ekonomi

Som tidigare poängterats är det lika angeläget att förebygga korrosion och beläggningar i mindre som i större system. Det relativa spädvattenbehovet är emellertid i regel avsevärt större i stora fjärrvärmesystem än i mindre system.

Den mer kvalificerade behandlingen för större system kräver daglig tillsyn och ett mer omfattande underhåll.

Totalt sett utgör dock vattenbehandlingen en liten del av utrustningen i ett fjärrvärmesystem. Investeringskostnaderna påverkas därför marginellt av vattenbehandlingsutrustningen. Tar man hänsyn till de minskade underhållskostnader, som blir resultatet av god vattenbehandling, torde merinvesteringen vara mycket lönsam. Investeringskostnader m m belyses ytterligare i avsnitt 6.

På senare år har olika rekommendationer och typanalyser redovisats av VVF, VAST (Kraftverksföreningens utvecklingsavdelning), Ångpanneföreningen, DFF (Danske Fjernvarmeværkers Forening), VGB (Technische Vereinigung der Grosskraftwerksbetreiber) och holländska KEMA. Skillnaderna är inte stora mellan dessa.

Riktvärdena i tabell 4.1 skall återspegla vad som bör eftersträvas för att uppnå låg korrosionshastighet. Det råder stor enighet om att en strikt tillämpning av riktvärdena inte är meningsfull. Viktigare är att man kontinuerligt följer tendenser och vidtar lämpliga åtgärder för att vända en tendens som går i fel riktning.

För äldre system kan det vara svårt att leva upp till riktvärdena men det behöver inte betyda att systemet är utsatt för oacceptabel korrosion. I många fall torde dock vattenkvaliteten i äldre system kunna förbättras genom mer kvalificerad spädvattenbehandling och effektivt sökande efter läckage in i och ut ur systemet.

Av tabell 4.1 framgår att de flesta riktvärden är tillämpbara på alla typer av system.

Tabell 4.1 Dimensionerande riktvärden för spädvatten och fjärrvärmevatten.

Parameter	Spädvatten	Fjärrvärmevatten
pH vid 25°C	-	9 - 10
hårdhet, °dH	<0,05	<0,1
syre, mg/l	<0,02 ^a	<0,02
ledningsförmåga, µS/cm	- ^b	- ^b
klorid, mg/l	<50 ^c	<50 ^c
alkalitet, mg HCO ₃ /l	<60 ^d	-
olja	-	<1

- gäller ej om spädvattentillförseln understiger ca 25 % av systemvolymen per år, (sekundärsystem, gruppcentraler, provisoriska centraler).
- FV-system anslutna till KV-verk bör dock fyllas och spädmatas med totalavsaltat vatten, <10 µS/cm.
- gäller bara FV-system med kompensatorer av rostfritt stål.
- gäller bara FV-system kopplade direkt till en hetvattenpanna utan värmeväxlare.

5 DRIFTÖVERVAKNING

Fjärrvärmesystem med tillhörande produktionsanläggningar kräver naturligtvis regelbunden tillsyn. Vattenbehandlingsutrustningen kan vara placerad i en eller flera av fjärrvärmesystemets produktionsanläggningar.

Kontrollen av systemvattnets kvalitet och vattenbehandlingsutrustningens funktion skall ske genom provtagning och analys.

För att underlätta läckagesökning bör alla returledningar från abonnenterna vara försedda med provtagningskranar.

5.1 Provtagning

Provtagningsledningar med avstängningsventiler, och vid varma medier provtagningskylare, skall finnas för kontroll av

- fjärrvärmevatten i framledningen
- vatten före och efter mekaniska filtret
- obehandlat spädvatten
- spädvatten in till systemet

I de fall spädvattnet avsaltas finns i regel ytterligare provtagningsledningar inom avsaltningens anläggningen.

Provtagningsfrekvensen bör direkt efter idrifttagning vara hög, helst daglig kontroll, men bör sedan anpassas efter uppnådda erfarenheter. System med stort spädvattenbehov kräver tätare kontroll av vattenkvaliteten än system med litet spädvattenbehov.

Gruppcentralanläggningar och mindre system anslutna till provisoriska panncentraler skall normalt ha så litet spädmatningsbehov att provtagning ca 1 gång per månad bör vara tillfyllest.

5.2 Analys

Prover på fjärrvärmevatten och spädvatten analyseras för kontroll av överensstämmelse med riktvärdena, se tabell 4.1. Analys av syrehalten kräver noggrant provtagnings- och analysförfarande men övriga analyser är lätta att utföra. Metodbeskrivningar kan erhållas genom Värmeverksföreningen eller konsultföretag på energi- och vattenområdet.

Om riktvärdena innehålles kan man utgå från att korrosionshastigheten är låg i systemet. Då och då kan kontroll av korrosionshastigheten ske genom mätning av järn- och kopparhalterna i fjärrvärmevattnet. Halterna bör då vara:

- | | | |
|----------|-------|----------|
| - järn | <0,1 | mg Fe/kg |
| - koppar | <0,02 | mg Cu/kg |

Det kan vara svårt att ta ut representativa prover men om prover tas på samma sätt kan en jämförande bedömning vara av stort värde.

Kontroll av korrosionshastigheten kan även ske med s k korrosionskupper, metallbleck som på särskilt sätt monteras i systemet. Anvisningar kan fås genom t ex Korrosionsinstitutet.

Om systemet har doserats med hydrazin skall kontroll regelbundet ske av överskottet, som skall uppgå till 0,1-0,5 mg/l.

5.3 Vattenförbrukning, läckage

En kontinuerlig uppföljning av spädvattenförbrukningen ger ett mått på nettoläckage och andra förluster från systemet.

Eventuella inläckage av vatten låter sig relativt enkelt utvärderas genom mätningar av ledningsförmågan (efter starkt sur katjonbytare) eller hårdheten.

6 VATTENBEHANDLING FÖR OLIKA FV-SYSTEM

I detta avsnitt visas hur vattenbehandlingen för olika typer av fjärrvärmesystem kan utformas. I ett antal figurer ges exempel på olika system med angivande av kapaciteter och kostnader. Investeringskostnader för utrustning inkluderar inte montage, rörledningar, isolering etc.

För valet och dimensioneringen av vattenbehandlingsutrustning utgår man från riktvärdena i tabell 4.1, sid 15.

Vattnet i alla system inklusive sekundärsystem skall framför allt uppfylla följande krav:

- pH 9-10
- låg syrehalt
- låg hårdhet
- låg slamhalt

Hur dessa krav skall mötas beror på typen av FV-system, framför allt på dess storlek. I allmänhet kräver större system (kommunala FV-system) relativt stora spädvattenmängder medan mindre system, som gruppcentralanläggningar eller sekundärsystem, normalt skall fordra mycket liten spädvattentillförsel. För stora FV-system erfordras därför en mer kvalificerad behandling än för små system. Det innebär således att mer kvalificerad vattenbehandling för större system inte hänger samman med att dessa system bättre kan bära kostnaderna. Som tidigare påpekats är den ekonomiska betydelsen av låga korrosionshastigheter lika viktig oavsett systemets storlek.

Omfattningen av och behandlingen av spädvatten och fjärrvärmevatten framgår av tabell 6.1. Det är väsentligt att anmärkningarna i tabellen beaktas.

Huruvida hydrazin skall eller kan användas eller ej har tidigare berörts i avsnitt 3.4. Det är helt klart att hydrazindosering för restsyreborttagning är ett effektivt medel för att nå en låg allmänkorrosion. Enligt författarens mening behöver dock inte slopande av hydrazindosering innebära att man måste investera i omfattande utrustning för att t ex totalavsalta vattnet (se även 3.6).

För medelstora och större fjärrvärmesystem kan ett mycket gott resultat uppnås även utan hydrazin. Spädvattnet skall då avgasas termiskt, fjärrvärmevattnet mekaniskt filtreras (minst 5 % av fjärrvärmeflödet) och in- och utläckage av vatten i möjligaste mån minimeras. Expansionstankar bör vara slutna för att undvika den syresättning av FV-vattnet som annars uppstår vid kontakt med atmosfären.

6.1 FV-nät anslutna till kraftvärmeverk

Trycket i FV-nätet är alltid högre än i fjärrvärmekondensorn. Det innebär att en tubskada i fjärrvärmekondensorn alltid leder till att det läcker från FV-nätet in i kondensatet.

Om kondensatreningsanläggning finns och/eller övervakningen av kondensatet är god så är det egentligen inte nödvändigt att FV-nätet är fyllt med totalavsaltat vatten. Eftersom praktiskt taget alla kraftvärmeverk ändå måste ha tillgång till totalavsaltat vatten i större mängder så har man emellertid i allmänhet fyllt även FV-nätet med totalavsaltat vatten.

Användning av totalavsaltat vatten ger således en bättre marginal mot kondensatföroreningar i KV-processen. Vidare underlättas övervakningen av läckage in i FV-systemet.

Spädvattnet skall avgasas termiskt. Till fjärrvärmevattnet doseras vid behov natronlut för att justera pH till 9-10.

En delström av FV-vattnet får passera ett mekaniskt filter och därefter i normala fall ett avhärtningsfilter. Avhärtningsfiltret avlägsnar hårdhetsbildarna, vilket är av intresse både för FV-nätet och för KV-processen vid eventuella inläckage. Att avhärtningsfiltret därvid avger salt har mindre betydelse. Mycket stora hårdhetsinläckage måste i alla fall åtgärdas.

Användning av hydrazin i fjärrvärmevattnet i kombination med termiskt avgasat totalavsaltat spädvatten ger ett mycket gott korrosionsskydd. Doseringen av hydrazin skall ske till en halt av 0,1-0,5 mg/l i FV-vattnet. Om inte hydrazin doseras torde likväl allmänkorrosionen bli låg och selektiv korrosion inte kunna förekomma. Så länge hydrazin är ett tillåtet syrebindande medel talar såväl den goda effekten som de måttliga driftkostnaderna för att man skall använda det.

Ett system för behandling av spädvatten och FV-vatten för ett större FV-system framgår av fig. 6.1.

På senare år har på sina håll FV-vattnet i stora system börjat renas genom delströmsavsaltning. Nyttan av denna behandling för fjärrvärmesystemets del är tveksam och torde inte alls stå i proportion till de tillkommande kostnader som blir följden. Även med ganska betydande inläckage av salt- och syrehaltigt vatten når man inte de höga syrehalter där totalavsaltat vatten skulle minska riskerna för selektiv korrosion. Allmänkorrosionens omfattning torde inte påverkas nämnvärt av salthalten.

I speciella fall, t ex om pannan är särskilt känslig för kondensatföroreningar, kan man tänka sig att en delströmsavsaltning i FV-systemet kan eliminera behovet av en kondensatrening i KV-processen. För fullständighetens skull visas ett komplett system med delströmsavsaltning men utan hydrazindosering i fig 6.2.

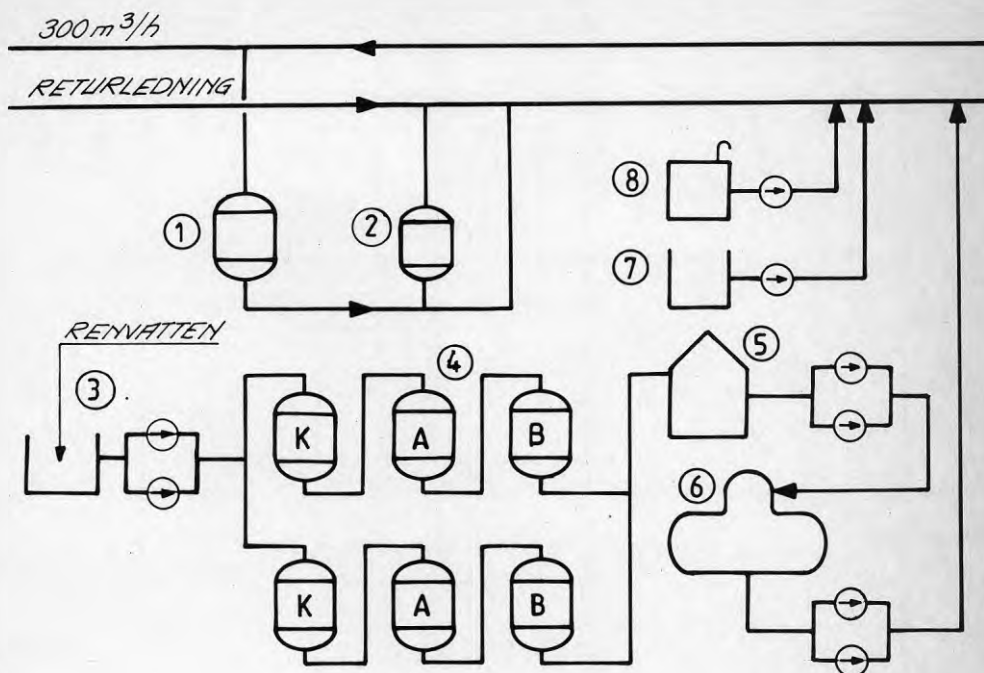
Såväl vid avhärtning som avsaltning av en delström av FV-vattnet bör 0,2-1 % av systemets volym renas per timme. Förutsatt hundra procentig reningsgrad tar det då några dygn att minska hårdheten respektive salthalten till hälften.

Delströmmen till avsaltningfilterna bör kylas till ca 55°C för att anjonbytaren inte skall brytas ned. I fig. 6.2 har detta skett så att inkommande vatten till totalavsaltningen kyls ned ca hälften av delströmmen varefter kyld och okyld delström blandas. Delströmsavsaltningen bör alltså i detta fall företrädesvis arbeta då totalavsaltningen är i drift.

Tabell 6.1 Behandling av olika FV-vatten

	FV-system anslutna till			
	KV-verk	Komm. hetv.centri	Grupp- el.prov. central	Sekundär- system
<u>SPÄDVATTEN:</u>				
avhärdning	-	X	X	-
avsaltning	X	-	-	-
termisk avgasning	X	X	-	-
<u>FV-VATTEN:</u>				
mek. delströmsfilt- tering	X	X	X	X
delströmsavhärdning	X	- ^c	-	-
delströmsavsaltning	- ^a	-	-	-
syrebindande kemikalier	X ^b	X ^b	-	-
pH-justering	X	X	X	-
slutet expansionskärl	X	X	X	X

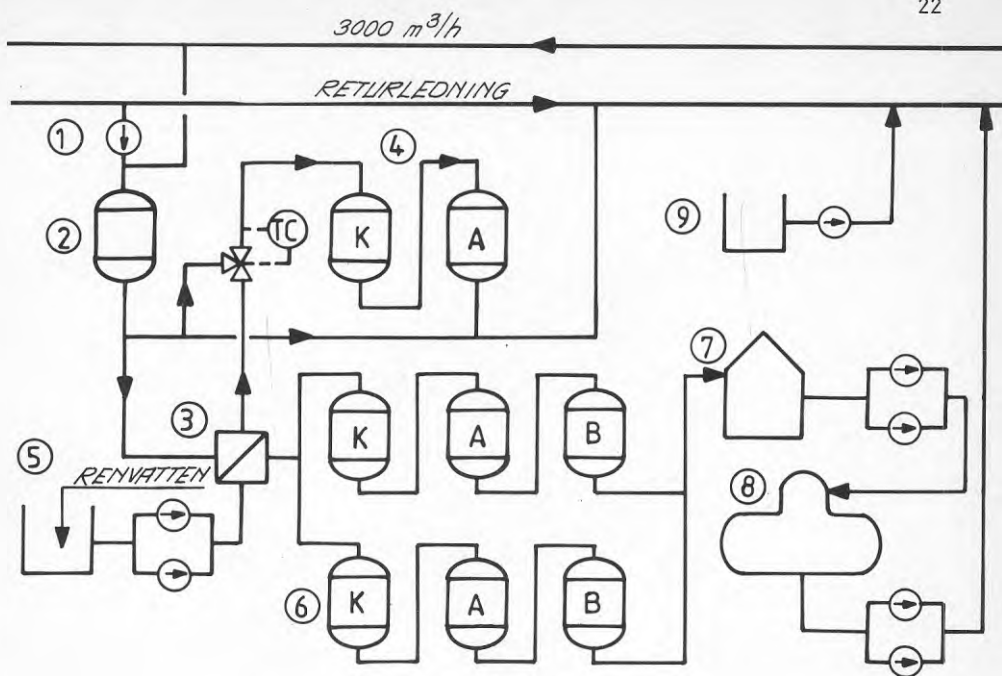
- a. I vissa speciella fall kan delströmsavsaltning vara motiverad, se sid 19.
- b. Om det är förenligt med de lokala kraven.
- c. Om det finns särskild risk för inläckage av hårt vatten, t ex vid direkt anslutning av äldre bebyggelse, bör delströmsavhärdning finnas. Vid tveksamhet reserveras plats för filter för delströmsavhärdning.



Pos.	Specifikation	Inv.kostn.(kkr)
1.	Mekaniskt filter, 90 m ³ /h, 16 bar	50
2.	Avhärtningsfilter 30 m ³ /h, 16 bar	60-90
3.	Vattencistern, 5 m ³ med pumpar 2x30 m ³ /h	60-130
4.	Totalavsaltning (katjon + anjon + bl.bädd), 2x30 m ³ /h	600-1200
5.	Förrådstank för totalavsaltat vatten, 200 m ³	450
6.	Spädv. tank för FV-systemet, 10 m ³ med avgasare 10 m ³ /h	120-175
7.	Dosering av natronlut	10
8.	Dosering av hydrazin	10

1360-2115

Fig. 6.1 Exempel på spädvattenrensning och systemvattenrensning för FV-nät anslutet till ett KV-verk, alt 1.
Principschema och kostnader (1983) för ett 175 MW system



Pos.	Specifikation	Inv.kostn.(kkr)
1.	Pump, 90 m ³ /h, 20 mvp	27
2.	Mekaniskt filter, 90 m ³ /h, 16 bar	50
3.	Värmeväxlare för ca 15 m ³ /h, 70-40°C, 16/10 bar	60
4.	Delströmsavsaltning (katjon + anjonfilter), 30 m ³ /h, 16 bar	250-410
5.	Vattencistern, 5 m ³ med pumpar 2x30 m ³ /h, 40 mvp	50-130
6.	Totalavsaltning (katjon + anjon + blandbädd), 2x30 m ³ /h	600-1200
7.	Förrådstank för totalavsaltat vatten, 200 m ³	450
8.	Spädv. tank för FV-systemet, 10 m ³ med av- gasare 10 m ³ /h	120-175
9.	Dosering av natronlut	10
		1617-2512

Fig 6.2 Exempel på spädvattenrening och systemvattenrening för ett FV-nät anslutet till ett KV-verk, alt. 2. Principschema och kostnader (1983) för ett 175 MW system.

6.2 FV-nät anslutna till kommunala hetvattencentraler

Kommunala fjärrvärmenät kan variera i storlek från något tiotal till hundratals megawatt i värmeeffekt. Avhärdat, eventuellt partialavsaltat, vatten kan alltid användas som spädvatten då näten är kopplade till hetvattenpannor. Totalavsaltning av vattnet för pannans del krävs sällan. Det är egentligen bara i samband med elpannor som bättre vattenkvalitet behövs men den erforderliga avsaltningkapaciteten för elpannans behov är bara en bråkdel av vad som normalt krävs för ett fjärrvärmesystem.

För de flesta, till en hetvattencentral anslutna, FV-nät (5-50 MW) erfordras en spädvatten- och nätvattenbehandling enligt fig. 6.3.

Spädvattnet avhärdas och avgasas därefter termiskt på ett förenklat sätt i en tryckavgasare. Avgasaren kan med fördel monteras på expansionstanken (som kan vara stående eller liggande). Denna får då samtidigt en ångkudde som skydd mot atmosfären. Fig. 7.8, sid 42, visar hur en expansionstank med förenklad avgasning kan utformas. Avhärdningen består av ett större och ett mindre avhärdningsfilter. Det mindre tar hand om normala påfyllningsbehov medan det större går in vid större nivåsenkningar i expansionstanken.

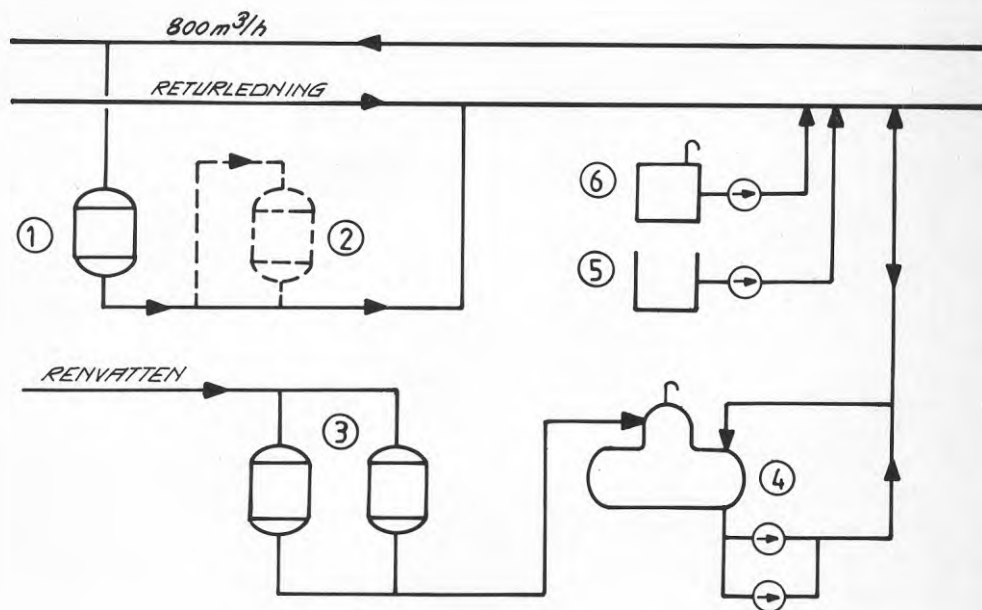
Fjärrvärmevattnet filtreras mekaniskt i en delström om 2-5 % av fjärrvärmeflödet. Om det finns särskilda skäl att anta att hårt vatten kan läcka in i större mängder (t ex vid direkt anslutning till bebyggelse med gamla varmvattenberedare) så bör även ett avhärdningsfilter installeras i delströmskretsen. Plats bör i alla händelser reserveras för ett filter för delströmsavhärdning.

Doseringsutrustning för natronlut skall finnas. Det är en fördel om även hydrazin kan doseras för eliminering av restsyre men med en väl fungerande termisk avgasning och rimlig inläckning av syresatt vatten så blir korrosionshastigheten låg i systemet även utan hydrazindosering.

pH-justering skall ske till pH 9-10. Vid hydrazindosering skall ett överskott om 0,1-0,5 mg/l uppehållas i fjärrvärmevattnet. Beträffande doseringen av hydrazin, utrustning m m, se 3.4 och 7.7.

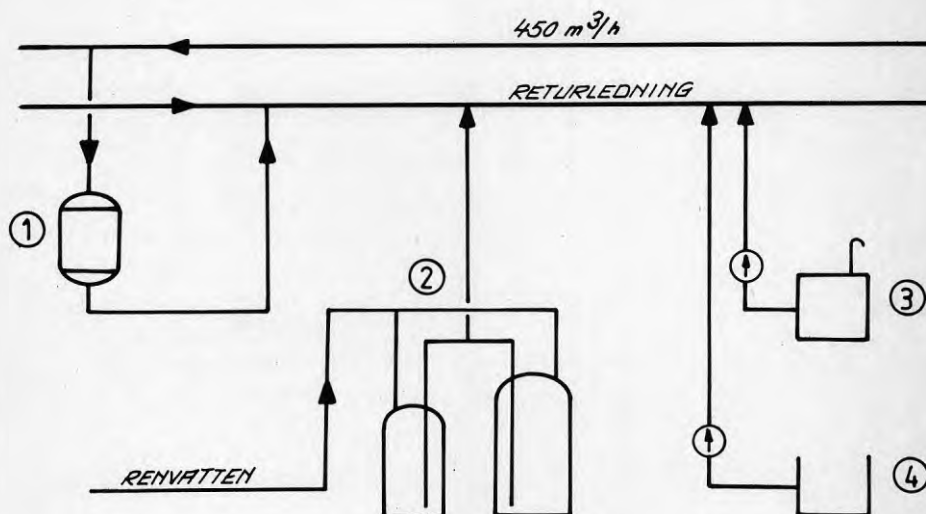
Om FV-nätet är kopplat till en hetvattenpanna utan värmeväxlare och vattnets alkalitet väsentligt överstiger 1 mekv/l (60 mg/l bikarbonat) kan det vara nödvändigt att partiellt avsalta vattnet. Partiell avsaltning innebär att ytterligare ett filterkärll jämte regenereringsutrustning för saltsyra behöver installeras. Två kompletta partialavsaltninglinjer behövs däremot inte. Kortvarigt kan nätet matas med enbart avhärdat vatten. Merkostnaden för ett partialavsaltningfilter med kringutrustning uppgår till ca 35 kkr för 5 m³/h, 50 kkr för 10 m³/h.

För mindre kommunala fjärrvärmenät kan man förvänta sig att spädvattenbehoven blir små. För dessa fjärrvärmenät finns möjligheten att eliminera allt tillfört syre med enbart dosering av hydrazin eller annan framtida inhibitor. Ett överskott av hydrazin uppehålls i nätet. Vid varje tillförsel av spädvatten tillförs samtidigt automatiskt erforderlig mängd hydrazin till nätet. Termisk avgasning kan härigenom avvaras och utrustningen blir enkel som framgår av fig. 6.4. Med detta förfarande bör kontrollen av spädvattenflödena vara noggrann och läckagen effektivt minimeras.



<u>Pos.</u>	<u>Specifikation</u>	<u>Inv.kostn.(kkr)</u>
1.	Mekaniskt filter, 25 m ³ /h, 16 bar	25
2.	Filter för delströmsavhärdning, 10 m ³ /h, 16 bar	35-65
3.	Avhärdningsanläggning, 2x10 m ³ /h	45
4.	Matarvattentank, 10 m ³ med avgasare 10 m ³ /h	120-175
5.	Dosering av natronlut	10
6.	Dosering av hydrazin (alt. annan inhibitor)	10
		246-330

Fig. 6.3 Exempel på spädvattenrening och systemvattenrening för FV-nät anslutet till en kommunal hetvattencentral. Principschema och kostnader (1983) för ett 45 MW system.



<u>Pos.</u>	<u>Specifikation</u>	<u>Inv.kostn,(kkr)</u>
1.	Mekaniskt filter, 15 m ³ /h, 16 bar	16
2.	Avhärdningsfilter, 1x5 m ³ /h, 1x1 m ³ /h	22
3.	Dosering av hydrazin, 1-10 l/h	11
4.	Dosering av natronlut, 1-10 l/h	10
		59

Fig. 6.4 Exempel på spädvattenrensning och systemvattenrensning för FV-nät anslutet till en mindre kommunal hetvattencentral. Principschema och kostnader (1983) för ett 25 MW system.

Det har på senare tid blivit alltmer vanligt att kommunala fjärrvärmenät anslutna till hetvattencentraler fylls och spädmatas med totalavsaltat vatten. Det är klart att totalavsaltat vatten ger vissa fördelar jämfört med enbart avhärdat vatten såsom lättare övervakning av vattenkvaliteten och minskad risk för olika typer av selektiv korrosion. Det kan ändå inte anses nödvändigt att ha totalavsaltat vatten i nätet om man har en väl fungerande termisk avgasning av spädvattnet. Utrustning för termisk avgasning av spädvattnet är således ett långt mer angeläget behov än att vattnet totalavsaltas.

För fjärrvärmenät anslutna till hetvattencentraler kan sammanfattningsvis följande rekommendation ges:

- avhärda och avgasa termiskt spädvattnet.
- se till att expansionstanken är sluten.
- filtrera en delström av fjärrvärmevattnet genom ett mekaniskt filter.
- dosera om möjligt hydrazin eller eventuell annan av VVF rekommenderad korrosionsinhibitor.
- justera vid behov fjärrvärmevattnets pH till 9-10.
- följ upp med provtagning och analys.

6.3 FV-nät anslutna till gruppcentraler eller provisoriska panncentraler.

Även för FV-nät av rubricerad typ är det viktigt att

- minimera syretillförseln till FV-vattnet
- begränsa tillförseln av hårdhetsbildare
- avlägsna slam genom ett mekaniskt delströmsfilter
- justera pH-värdet, genom dosering av natronlut

Att avlägsna syret i spädvattnet till dessa anläggningar ställer sig ofta svårt. Termisk avgasning kan ske genom tryckavgasning eller vakuumavgasning. Den förra fordrar ånga och båda kräver regelbunden tillsyn. Erfarenheterna av konventionell termisk avgasning i mindre anläggningar har inte varit goda. Kostnaderna blir dessutom besvärande höga. En förenklad termisk avgasning i expansionstanken är en intressant men ännu obeprövad metod, se fig. 7.8, sid 42.

Kemisk avgasning, å andra sidan, kan ske med hydrazin. Hydrazinhanteringen är emellertid omgärdad av stränga regler både när det gäller utrustning och handhavande. Möjligheterna till kontroll av arbetarskyddet i mindre anläggningar är begränsade.

Katalyserad natriumsulfit har använts som ersättning för hydrazin. Den kan emellertid under vissa, ännu ej helt kända, förutsättningar ge upphov till skadliga biprodukter (se 3.4).

Det finns ett antal olika förfaranden under utveckling för avluftning av eller syreborttagning ur spädvatten. Gemensamt är att de ännu ej är beprövade. En del utrustningar är dessutom oralistiskt dyra (se även avsnitt 7.6)

Ett enkelt system för behandling av fjärrvärmevatten till en 10 MW provisorisk panncentral återfinns i fig. 6.5. Man måste med denna enkla lösning inrikta sig på att kraftigt reducera spädvattentillförseln till systemet.

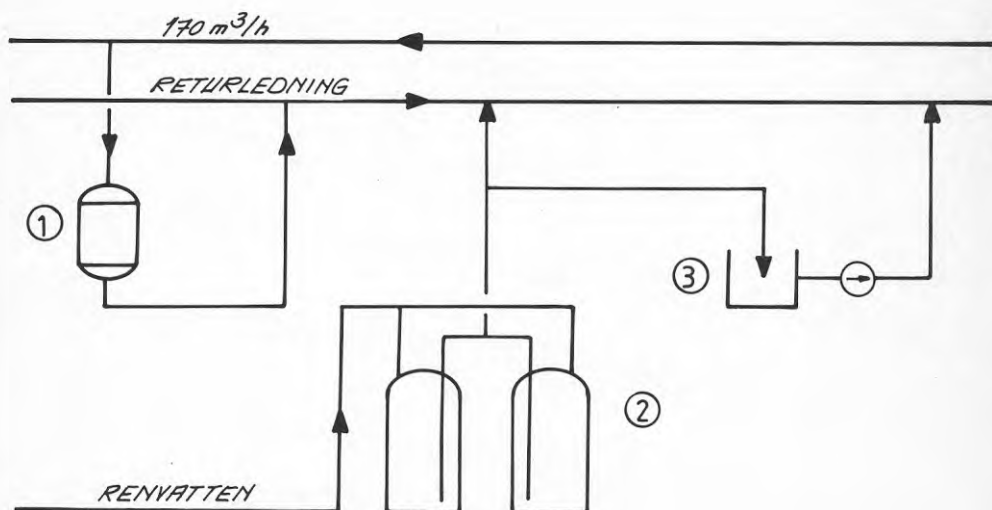
Påfyllning av vatten i nya delar av nätet kan ske med obehandlat vatten, liksom i samband med reparationer.

Däremot måste påfyllningarna vid kontinuerlig drift begränsas till ett minimum. Detta kan bara ske genom att komponenter med god täthet installeras samt att spädvattenbehovet kontinuerligt följs upp.

Expansionsbehållarna bör vara slutna. (se avsnitt 7.8).

Under dessa förhållanden ställer syrehalten i systemet snabbt in sig på ett värde mycket nära noll, varigenom risken för olika typer av selektiv korrosion (punktfrätning, spaltkorrosion) kan anses eliminerad.

Det syre som trots allt tillförs systemet ger upphov till mindre mängder magnetitslam, som emellertid kan avlägsnas i det mekaniska filtret. Om spädvattentillförseln begränsas kraftigt på detta sätt, kan man helt bortse från även allmänkorrosionens verkan på systemet. Varje systemvolym av syremättat vatten som tillförs systemet ger upphov till en jämn avfrätning av storleksordningen endast några hundradels mikrometer per år.



Pos.	Specifikation	Inv.kostn.(kkr)
1.	Mekaniskt filter, 5 m ³ /h, 10 bar	7-9
2.	Avhärdningsfilter, 1 x 5 m ³ /h, 1 x 1 m ³ /h	22
3.	Dosering av natronlut, 1-10 l/h	10
		39-41

Fig. 6.5 Spädvatten- och systemvattenbehandling för ett nät anslutet till en 10 MW provisorisk panncentral.
Principschema och kostnader (1983).

I verkligheten bör man kunna hålla en spädmatning som väsentligt understiger en systemvattenvolym per år. Ett lämpligt riktvärde kan vara 25 % av systemvattenvolymen per år.

Med begränsad spädvattentillförsel enligt ovan, är således marginalen mot olika typer av korrosionsproblem ganska betryggande. Om vattnet är hårt är däremot marginalen mindre mot störande hårdhetsbeläggningar. Ändå krävs det att flera systemvattenvolymer tillförs årligen för att beläggningar i panna och värmeväxlare skall bli störande tjocka under systemets livslängd. Om vattnets hårdhet understiger 5 °dH erfordras inget avhärtningsfilter, men vid högre hårdhet bör avhärtningsfilter finnas. Fjärrvärmevattnet behöver däremot inte delströms-avhärtdas.

Sammanfattningsvis bör FV-system kopplade till gruppcentralanläggningar eller provisoriska panncentraler uppfylla följande krav:

- . kontroll av vattenpåfyllning, notera volymen varje gång och summera, riktvärde 25 % av systemets volym per år, åtgärda alla läckage, även små droppläckage.
- . expansionskärlet bör vara slutet.
- . en förenklad termisk avgasning av spädvattnet i ett liggande expansionskärl enligt fig. 7.8, sid 42, kan vara en lösning för att kombinera avgasning och avtätning av expansionstanken.
- . spädvattnet avhärtdas i ett parallellavhärtningsaggregat (se 7.1) om hårdheten överstiger 5 °dH.
- . fjärrvärmevattnet renas i ett mekaniskt filter (se 7.5), med 2-5 % av systemflödet.
- . kontroll av pH-värdet regelbundet, frekvensen bestäms efter drifterfarenheterna, vid behov dosering av natronlut enligt särskild instruktion.

6.4 Sekundärsystem

I motsats till primärsystem beskrivna i 6.1 - 6.3 byggs inte sekundärsystem ut etappvis utan färdigställs normalt i ett sammanhang och är mera begränsade till sin utsträckning.

Detta innebär att om komponenter med god täthet installeras så skall spädvattenbehovet kunna reduceras till ett minimum och därmed erfordras ingen vattenbehandling. Om påfyllningsvattnet är hårt (>10 °dH) bör dock vattnet avhärtdas.

Sekundärsystemets täthet kan i hög grad påverkas vid projekteringen. Följande punkter bör då beaktas:

- . rörledning av diffusionstätt material, stål eller koppar.
- . läckagefria komponenter, pumpar med mekanisk plantätning, kulventiler.

- påfyllning av vatten skall ske genom manuell, ej automatisk, öppning av ventil.
- expansionskärlet bör vara slutet, t ex med membran.
- säkerhetsventilen bör vara så placerad, att man lätt ser om den läcker eller om den har öppnat (t ex p g a läckande påfyllningsventil).

En god fortlöpande kontroll av systemets täthet är således den viktigaste uppgiften även för den som har driftansvaret för sekundärsystemet. Denna kontroll består av

- uppföljning av vattenbehovet, utöver vattenspill i samband med reparationer och dylikt skall påfyllningsbehovet vara mycket litet, högst några få procent av systemets volym per år.
- okulär kontroll av pumpar, ventiler, värmeväxlare m m, även till synes obetydliga droppläckage ger stora vattenförluster från systemet och måste därför åtgärdas.

7 UTRUSTNING

I detta avsnitt beskrivs kortfattat utrustning, som kommer till användning vid vattenbehandlingen.

7.1 Avhärdning

Avhärdningsfilter finns av ett mycket stort antal fabrikat och i många utföranden. För flöden upp till ca 30 m³/h och beräkningstryck 1 MPa, används i stor utsträckning filterbehållare av glasfiberarmerad plast.

För större kapaciteter, men fortfarande även för mindre, används stål.

Filtren fylls med katjonbytesmassa av polystyrenmaterial.

Ett komplett avhärdningsaggregat består av ett eller två filterkärn med ventiler, saltbehållare och oftast en regenereringsautomatik. Första fyllningen av jonbytesmassa ingår normalt.

Vanligen används två avhärdningsfilter som dock kan vara kopplade på olika sätt:

- seriekopplade: det ena vattenmätarstyrt, det andra tidsstyrt och fungerande som s k polisfilter.
- parallellkopplade: växelvis eller samtidigt arbetande vattenmätarstyrda filter.

Med båda typerna av aggregat får man kontinuerligt avhärdat vatten av hög kvalitet.

Kapacitet och ungefärliga priser för parallellavhärdningsaggregat framgår av tabell 7.1.

Tabell 7.1 Parallellavhärdningsaggregat (växelvis arbetande).

Flöde m ³ /h	Volym per reg. m ³ (vid 10 °dH)	Saltåtgång per reg, kg	Pris, kkr (1983)	
			plast	stål
1	8	3	13	-
5	30	12	32	40
10	80	30	45	62
20	120	50	60	70
30	200	70	70	80

Normalt uppnås en resthärdhet mindre än 0,05 °dH på det avhärdade vattnet.

7.2 Partiell avsaltning

Partiell avsaltning kan ibland behöva tillgripas (se 6.2) för att utöver hårdheten även reducera vattnets bikarbonathalt.

Metoden innebär att man ersätter en del av hårdheten med vätejoner (H^+) i stället för med natriumjoner (Na^+). I vissa vatten kan man t o m behöva byta en del av vattnets natriumjoner mot vätejoner om bikarbonathalten väsentligt överstiger hårdheten. Frigjorda vätejoner ger med bikarbonat fri kolsyra och vatten. Kolsyran kan drivas bort ur vattnet med luft eller ånga. Man minskar alltså även vattnets salthalt, därav namnet partiell avsaltning.

Ett vätejonbytande filter (H-filter) är i princip konstruerat som ett vanligt avhärtningsfilter men filtret och rörgalleriet är beklädda med gummi eller utförda av syrabeständigt material. I dag används ofta glasfiberarmerad plast liksom för avhärtningsfiltren. Filtret regenereras vanligen med saltsyra.

För partiell avsaltning finns två kopplingsmöjligheter, enström och delström, se fig. 7.1.

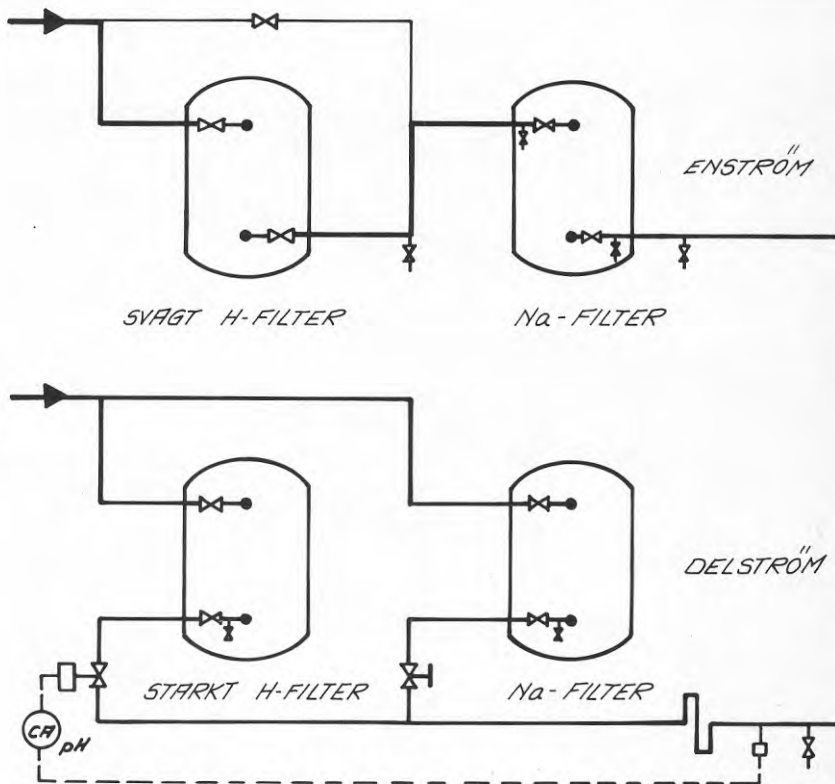


Fig. 7.1 Partialavsaltning, enström respektive delström

- Delströmsförfarandet Ett starkt H-filter och ett Na-filter parallellkopplas och en delström körs genom varje filter. Båda filtren tar bort all hårdhet från vattnet. I övrigt justeras strömmarna så att man genererar lagom mängd vätejoner i H-filtret för att eliminera bikarbonathalten.
- Enströmsförfarandet Ett svagt H-filter och ett starkt Na-filter körs i serie. Na-filtret tar bort den hårdhet som återstår efter H-filtret. Vid behov kan en liten delström ledas förbi H-filtret för att inte utgående vatten skall bli surt.

I båda fallen vill man ha en viss resterande bikarbonathalt, ca 10-30 mg/l HCO_3 , som marginal mot att inte vattnet skall bli surt.

Enströmsförfarandet föredras i allmänhet framför delströmsförfarandet (lättare att ställa in, lägre syraförbrukning). Observera dock att båda filtren vid enström måste dimensioneras för den totala genomströmningen och att Na-filtret och rörledningar för det kolsyrehaltiga vattnet måste vara av syraresistent material.

Investeringskostnaden för en komplett anläggning för partiell avsaltning, 5 och 10 m³/h, enligt enströmsförfarandet, uppgår till ca 80 resp 110 kkr (1983) med filterkärl, armatur och rörledningar i plastmaterial.

7.3 Totalavsaltning genom jonbyte

Totalavsaltning genom jonbyte kan ske på många olika sätt beroende på vattnets kvalitet och på den kvalitet man önskar. I fjärrvärmesammanhang behöver man inte nå maximal renhet, motsvarande en elektrisk ledningsförmåga mindre än 0,2 $\mu\text{S}/\text{cm}$, utan kan nöja sig med en rening till ca 5-10 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Om FV-nätet är kopplat till ett kraftvärmeverk behöver det senare totalavsaltat vatten av högsta kvalitet, vilket innebär att man i slutet av avsaltningslinjen måste ha ett s k blandbäddfilter. För att uppnå 5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ krävs bara katjon- och anjonfilter kopplade i serie.

Totalavsaltningen innebär att vattnets positiva joner (Na, K, Ca, Mg) byts mot H-joner i syraregenererade katjon-filter (H-filter) och de negativa jonerna (Cl , SO_4 , HCO_3) mot OH-joner i lutregenererade anjonfilter (OH-filter).

För att få låga kemikaliekostnader väljer man ibland både svaga och starka H-filter och/eller svaga och starka anjonbytare, motströmsregenererade filter och kolsyreavdrivare. Det rätta valet bör ske efter konsultation med en specialist. Några vanliga kopplingar framgår av fig 7.2.

För avbrottsfri vattenförsörjning fordras två parallella linjer men i många fall kan man klara sig med en linje om man har en tillräckligt stor bufferttank för producerat vatten. Merkostnaden för två linjer jämfört med en uppgår till ca 45-65 %.

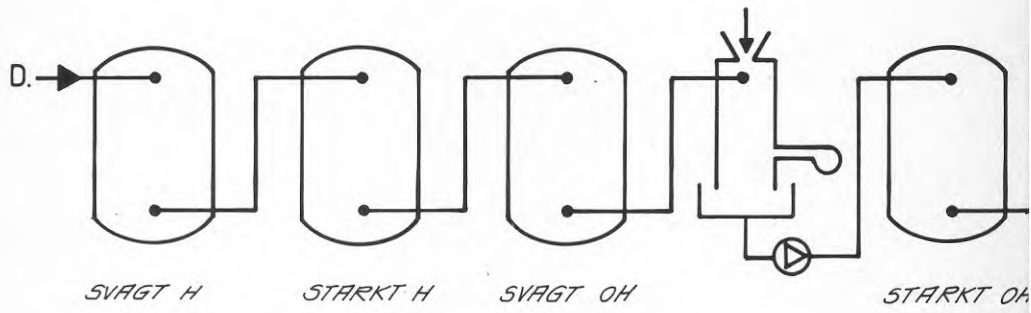
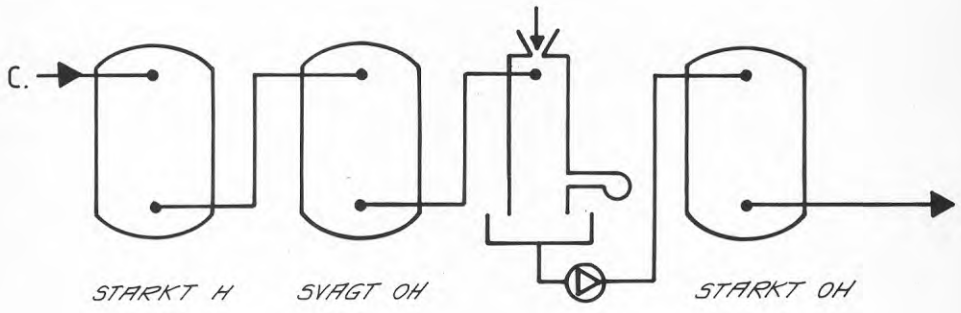
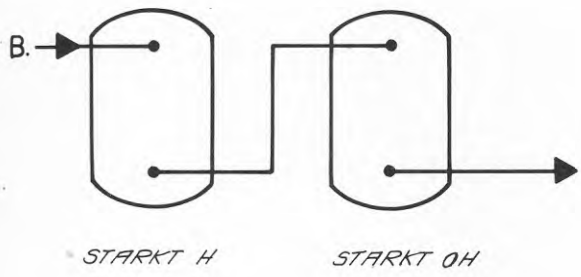
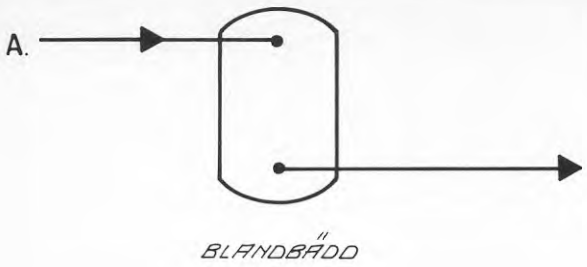


Fig. 7.2 Några vanliga kopplingar för totalavsaltning.

- Alt. A är bara aktuellt vid mycket låg salthalt och vid låga flöden.
- Alt. B används vid låg bikarbonathalt och låg salthalt.
- Alt. C används vid högre bikarbonat- och salthalter och för såväl medelstora som stora flöden.
- Alt. D används vid höga bikarbonat- och salthalter och vid stora flöden.

I alternativ B, C och D kopplas ett blandbäddfilter (alternativt starkt H-filter + starkt OH-filter) sist då högsta kvalitet erfordras.

Ungefärliga priser (1983) för kompletta totalavsaltningssystem framgår av tabell 7.2.

Tabell 7.2 Investeringarkostnader för komplett totalavsaltning, medströmsregenererade filter utav stål respektive glasfiberarmerad plast. Två parallella linjer.

Alternativ	Kapacitet, m ³ /h	Stål, kkr	Plast, kkr
A	1	75	65
B	10	625	400
	30	800	500
C	10	880	525
	30	1300	750
D	10	1100	675
	30	1600	925
Extra blandbäddfilter (2 st)	10	160	90
	30	210	140

7.4 Avsaltning genom omvänd osmos

Omvänd osmos (RO, reverse osmosis) är en vattenreningsmetod genom vilken man kan producera ett vatten med ca 5 % av det ursprungliga vattnets lösta beståndsdelar.

Vid omvänd osmos pressas vattnet i motsatt riktning mot vad som sker vid naturlig osmos då rent vatten strävar att gå igenom ett semipermeabelt membran in på den sida där det salthaltigare vattnet finns. Membranet består av plastmaterial och kan vara utformat på olika sätt, t ex som hålfibrer eller plattor.

Principen för en RO-anläggning framgår av fig. 7.3.

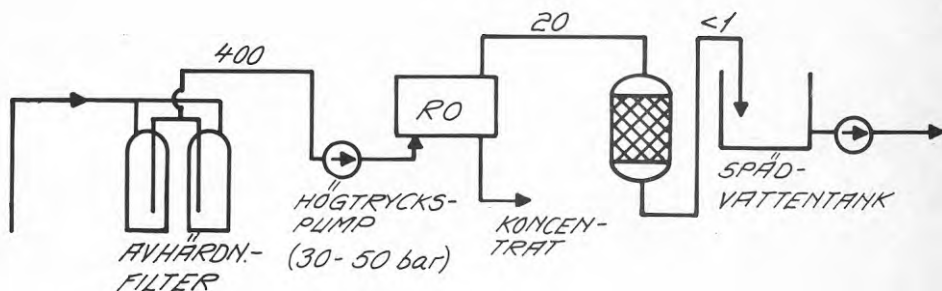


Fig. 7.3 Princip för totalavsaltningssystem med omvänd osmos. Siffrorna anger ledningsförmåga i $\mu\text{S}/\text{cm}$ (exempel).

Följande punkter är väsentliga att känna till beträffande omvänd osmos:

- Anläggningskostnaderna är höga. Kompletta anläggningar enligt fig 7.3 kostar 125-200 kkr för 1 m³/h och 1000-1500 kkr för 10 m³/h. Prisvariationerna mellan olika fabrikat kan vara stora.
- Med en förrådstank dimensioneras anläggningen för dygnsbehovet.
- Osmosanläggningen går för fullt eller står still.
- Skadliga ämnen i råvattnet som fri klor, slam, organisk substans, olja eller liknande förstör membranerna. Leverantören eller specialist bör yttra sig om behovet av förbehandling.
- Effektiviteten ökar vid stigande vattentemperatur men en kritisk temperatur (ca 35°C) får inte överskridas.
- Kemikaliehanteringen, och därmed kemikaliekostnaderna, är jämfört med totalavsaltning avsevärt mindre men inte helt eliminerad eftersom membranerna kan behöva rengöras periodiskt och blandbädden kräver både syra och lut. För mindre anläggningar kan eventuellt blandbädden vara av patrontyp, dvs den regenereras hos leverantören.

Kapital- och driftkostnaderna per kubikmeter producerat vatten, kan i vissa fall konkurrera väl med de som gäller vid totalavsaltning med jonbyte. Sammanfattningsvis kan man säga, att omvänd osmos utgör ett intressant alternativ, som man bör beakta vid projektering av avsaltningssystem även om denna teknik ännu inte vunnit så mycket terräng för behandling av matarvatten och liknande.

7.5 Mekanisk filtrering

I avsnitt 6 har insättande av mekaniskt delströmsfilter i alla typer av fjärrvärmesystem rekommenderats för att kontinuerligt avlägsna järnoxidslam (magnetit), som annars leder till förslitning av utrustning.

Ätminstone tre olika typer av filter är tänkbara:

- patronfilter
- bäddfilter
- påsfilter

Patronfilter, fig. 7.4, är de som hittills använts mest p g a sin enkla konstruktion, såväl i små som stora FV-system. Dessa filter innehåller ett större antal filterpatroner, ca 25 cm långa, oftast vertikalt place-

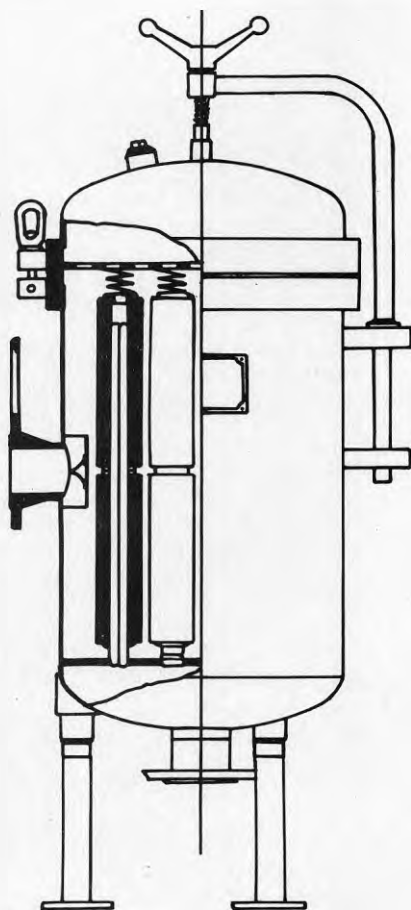


Fig. 7.4 Patronfilter
(fabr. AMA)

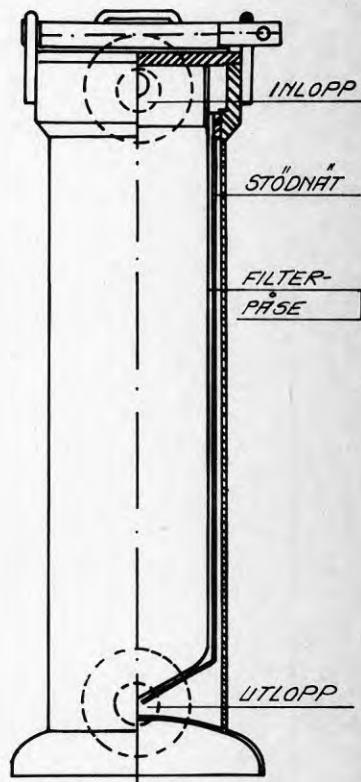


Fig. 7.5 Påsfilter
(fabr. Eurowater)

rade två eller tre ovanpå varandra i ett cylindriskt filterkärl, som lätt kan öppnas för utbyte av patroner. Patronerna består av tvinnad tråd på en perforerad stålhylsa. Önskad porositet kan fås. I fjärrvärmesystem väljs ofta $5\ \mu\text{m}$ porositet och polypropylen som trådmateriäl för att klara temperaturen. När en filterkaka bildats på patronerna frånfiltreras även en del partiklar mindre än $5\ \mu\text{m}$. Priser (1983) för patronfilter framgår av tabell 7.3.

Tabell 7.3 Priser för patronfilter och patronsatser (1983)

Filterkapacitet m^3/h	Tryck bar	Filter kkr	Patronsats kkr
1	6	5	0,15
5	6	8	0,45
10	10	10	0,75
25	16	20	2,0
50	16	28	4,5
100	16	45	10,0

När tryckfallet över filtret överskrider ett visst värde, ofta 15-20 mvp, öppnas filtret och patronerna byts mot nya. Beroende på systemets status kan 2-6 byten per år behövas.

Vanligen dimensioneras filtret för 2-5 % av FV-vattenflödet.

Bäddfilter kan bestå av filterkärl med en bädd av sand och/eller antracit. Investeringskostnaden blir högre än för patronfilter men driftkostnaden lägre eftersom filtren rensas genom returspolning.

Påsfilter, fig. 7.5, har använts i stor utsträckning i Danmark och utprovas på vissa håll även i Sverige. Konstruktionen är mycket enkel och utgör ett intressant alternativ till det annars vanligaste filtret, patronfiltret. Fördelen gentemot patronfiltret är, att både investeringskostnad och driftkostnad blir lägre. Påsarna kan rengöras och återanvändas ett antal gånger. Filterverkan torde vara jämförbar med patronfiltrets åtminstone sedan en tunn filterkaka har bildats.

För små och medelstora fjärrvärmesystem torde patronfilter eller påsfilter vara det riktiga valet. I stora system kan bäddfilter erbjuda lägre totalkostnad.

7.6 Avgasning

Borttagning av syre i fjärrvärmevatten kan ske genom kemisk avgasning med hydrazin. Detta har utförligt behandlats i avsnitt 3.4.

Obehandlat spädvatten innehåller en syrehalt i storleksordningen 10 mg/l. I princip skulle man kunna ta bort även detta med hydrazin, antingen utanför eller när det kommit in i systemet. Det skulle emellertid leda till en omfattande hydrazindosering och risk för kvävgasurskiljning i systemet. Tveksamheten om hydrazinets framtid gör att spädvattnet till fjärrvärmesystem bör befrias från syre genom termisk avgasning. Vid den termiska avgasningen befrias dessutom vattnet från sin halt av fri kolsyra.

Tekniken för både tryckavgasning och vakuumavgasning är välkänd. Tryckavgasare finns i nästan alla större ång- och hetvattencentraler.

Både tryckavgasare och vakuumavgasare monteras normalt på en liggande cylindrisk matarvattentank. Avgasarens kapacitet bör vara dimensionerad efter det största spädvattenflödet.

Vakuumavgasare, se fig. 7.6, har använts i mindre utsträckning eftersom viss tillkommande utrustning behövs jämfört med tryckavgasaren och priset därmed är högre. Rent teoretiskt kan inte en vakuumavgasare, ge lika låg restsyrehalt som en tryckavgasare. Dessutom finns

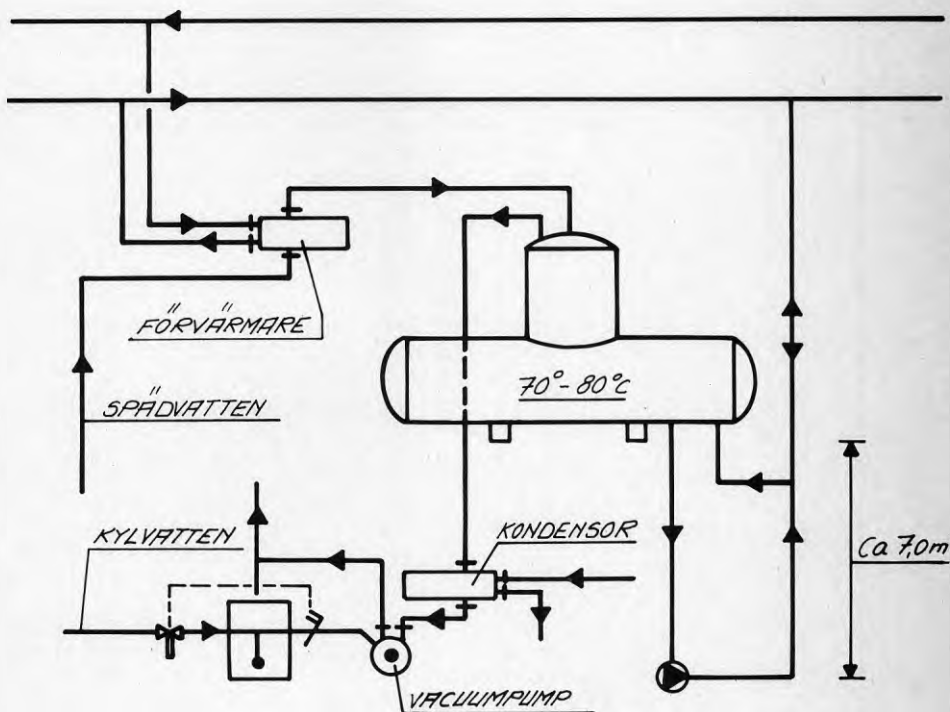


Fig. 7.6 Princip för vakuumavgasare/expansionscistern

det alltid en viss risk för luftinläckage. Ett annat problem med vakuumavgasaren är att matarvattenpumparna behöver stor sughöjd, åtminstone 7-8 m, eftersom trycket i tanken ligger vid ca 0,4 bar (70-80°C). Det kan därmed vara svårt att få plats med utrustningen.

I fjärrvärmesammanhang är ändå vakuumavgasaren intressant eftersom den inte kräver tillgång till ånga. Fjärrvärmevattnet utnyttjas för den erforderliga förvärmningen.

I kraftvärmeverk och hetvattencentraler där ånga kan tas ut ur pannan, skall tryckavgasare väljas. Är detta inte möjligt kan man antingen välja en vakuumavgasare eller generera ånga till tryckavgasaren med en liten elångpanna. En förenklad termisk avgasning i anslutning till expansionstanken enligt fig. 7.8, sidan 42, torde lämpa sig väl för system av storleken 5-50 MW.

En komplett matarvattentank med tryckavgasare, regulatorer m m för $10 \text{ m}^3/\text{h}$ avgasningsflöde, kostar 125-175 kkr (1983), en elångpanna ca 30 kkr. En motsvarande anläggning med vakuumavgasare kostar 180-240 kkr.

Flera andra metoder finns och är under utveckling för att avlägsna syre ur spädvatten framför allt i mindre anläggningar. Till dessa hör bl a upptagning av syre i sulfitregenererade jonbytare och katalytisk reaktion med vätgas. Ingen av dessa fyller ännu de krav på enkelhet och pålitlighet som man måste ställa på utrustning, som under långa tider skall fungera utan tillsyn.

7.7 Kemikaliedosering

För dosering av kemikalier till system med konstruktionstryck om högst 10 bar kan membranpumpar användas. För större FV-nät med högre tryck erfordras kolvpumpar. En komplett doseringsutrustning för natronlut med en behållare på ca 100 liter, kostar ca 3,5 respektive 10 kkr.

Man bör undvika pH-reglerad dosering. En automatisk dosering leder ofta till sämre kontroll av pH i fjärrvärmevattnet. Bättre är att regelbundet kontrollera pH genom manuell provtagning och dosera efter behov. Efter dosering bör förnyad mätning göras. Normalt skall intervallen mellan doseringarna kunna vara ganska långa.

Hydrazin, som ofta levereras som femtonprocentig lösning, skall doseras med helt sluten utrustning. Anordningar för eliminering av spill av hydrazin bör finnas. Värmeverksföreningen har utarbetat en skyddsinstruktion som bör följas noggrant. I denna instruktion finns även en skiss på en utrustning för sluten dosering. Med denna utrustning är dock inte möjligheterna till spill helt eliminerade. Risk för hudkontakt finns, om inte föreskriven skyddsutrustning används.

De flesta större vattenteknikföretagen i Sverige har doseringsutrustningar för sluten dosering av hydrazin. Flera uppfyller kraven på sluten hantering och minimering av spill. Bayer, som tillverkar hydrazin, har anvisat en doseringsutrustning från västtyska SERA (svensk representant AB Regel, Stockholm), se fig. 7.7. Denna utrustning kostar ca 15 kkr.

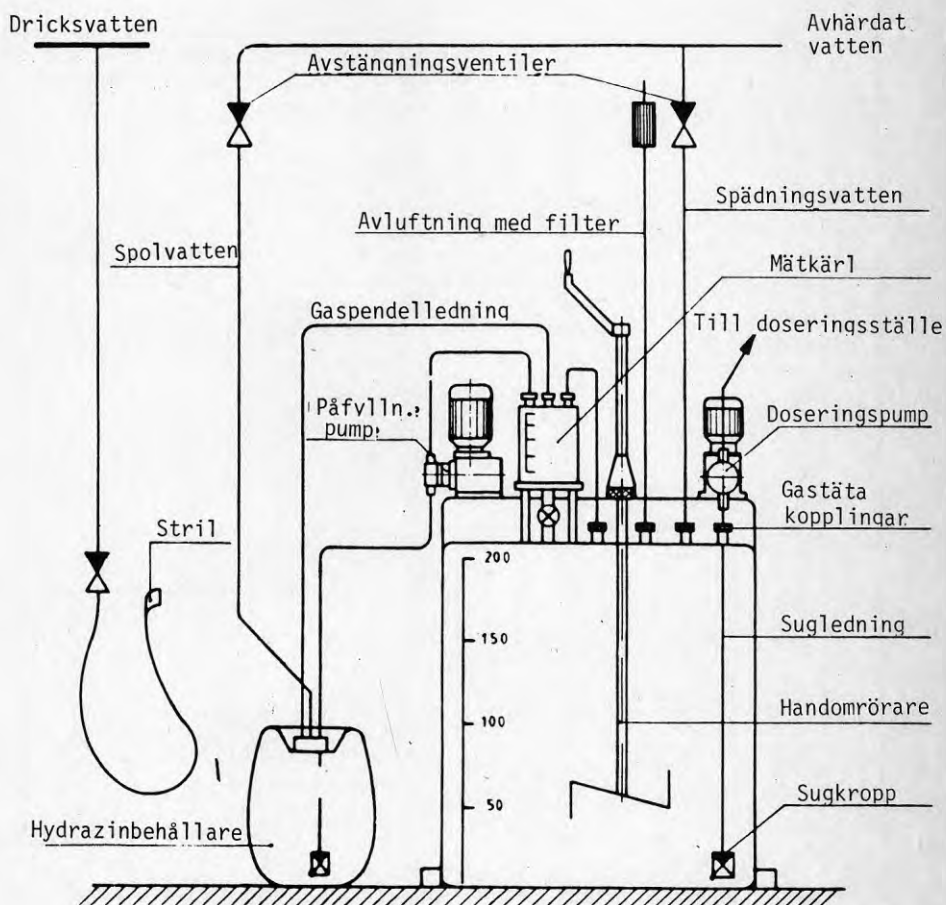


Fig. 7.7 Utrustning för sluten dosering av hydrazin (system SERA)

7.8 Expansionstankar

Det finns expansionstankar som arbetar efter flera olika principer.

Öppna expansionstankar är enklast och billigast. Även om man tillser, vilket man måste, att fjärrvärmevatten inte cirkulerar genom tanken så får man på grund av volymändringarna i systemet en omsättning i tanken av storleksordningen 0,5-3 systemvolym per år. Detta innebär att fjärrvärmesystemet tillföres en syremängd som är jämförbar med den som tillföres med spädvattnet. Med öppet expansionskärl och oavgasat spädvatten torde man därför få en slambildning på 50-100 g magnetit per m³ fjärrvärmevatten och år.

För att förhindra denna omfattande slambildning bör expansionskärlat vara avskärmat från atmosfären och, som tidigare framhållits, spädvattnet avgasas.

Detta uppnås t ex med ett system enligt fig. 7.8 (jämför med fig. 6.3). Den liggande expansionstanken är försedd med en avgasare för spädvattnet. En ångkudde upprätthålls i tanken med hjälp av en liten elångpanna som kan ta sitt matarvatten från fjärrvärmenätet efter det mekaniska filtret.

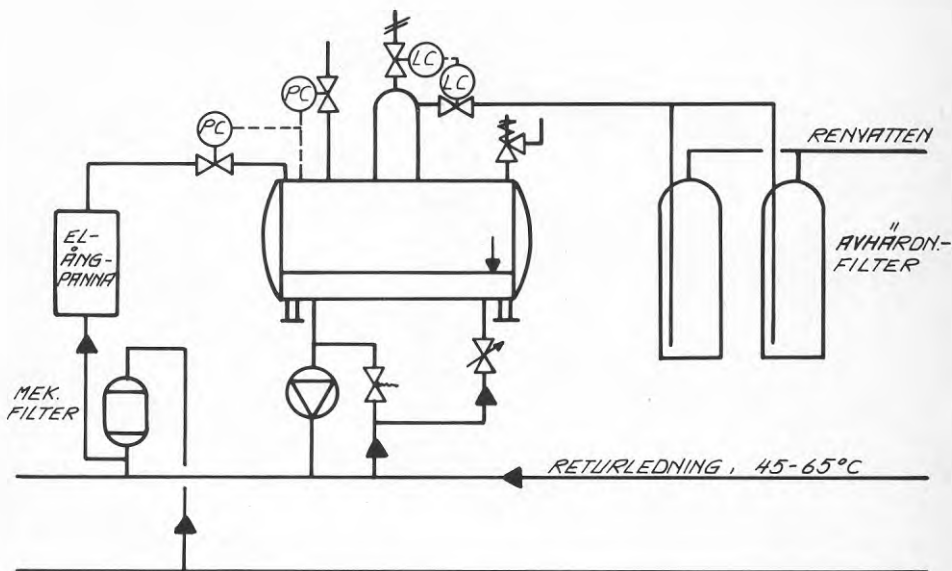


Fig. 7.8 Expansionstank med förenklad termisk avgasning.

Avgasningen blir inte lika långtgående som vid termisk avgasning av matarvatten men ändå tillräcklig. Genom att undvika användning av bottenånga värms inte vattnet i tanken upp vilket man vill undvika för att tanken skall kunna placeras på golvnivå (med hänsyn till pumparna). Den uppvärmning som sker av vattnet från ångkudden kompenseras man för genom att låta ett litet returvattenflöde ständigt cirkulera genom tanken.

För de minsta systemen, mindre än ca 5 MW, blir lösningen enligt ovan väl komplicerad och dyr relativt systemets övriga kostnader. Där lämpar det sig bättre att använda expansionskärl som är mekaniskt avtätade t ex med membran.

8 UTVECKLINGSTENDENSER

Utbyggnaden av fjärrvärme är omfattande i Sverige och många andra länder.

För att få en allsidig belysning av ämnet för denna handledning har inom projektets ram intervjuer gjorts med värmeverkskemister och korrosionsexperten. Därvid har även besök gjorts i Danmark, Nederländerna och Västtyskland.

I alla fjärrvärmeaktuella länder anstränger man sig nu för att uppnå en god miljö i fjärrvärmesystemen för att minska olika typer av korrosion.

Utvecklingen i Europa går i huvudsak ut på att finna driftsäkra och kostnadsmässigt överkomliga tekniska lösningar för att avgasa och avsalta spädvatten.

I en del länder, som Danmark och Nederländerna, tillåter man inte hydrazin i fjärrvärmevattnet, i Nederländerna heller inga kemikalier förutom natronlut för alkalisering. Det är troligt att denna inställning kommer att vinna allt större anslutning.

I Sverige, där hydrazin är tillåtet, görs stora insatser för att finna ett effektivt hälso- och miljövänligt ersättningsmedel för hydrazin.

En angelägen uppgift är att utveckla metoder och komponenter som möjliggör större täthet i fjärrvärmesystemen. Effektiva insatser i den riktningen skulle avsevärt kunna reducera kostnaderna för vattenbehandlingen.

LITTERATUR

Sundby, R, Bergström, L, Thorén, A, 1983, Korrosionsinhibitorer för värmesystem, Stiftelsen för värmeteknisk forskning, Värmeforsk Kemiteknik nr 138, Stockholm.

Qualitätsanforderungen an Fernheizwasser, 1980, Merkblatt VGB-M410N, Essen.

Tillsatsmedel i fjärrvärmevatten, 2:a uppl., 1979, Svenska Värmeverksföreningen, Stockholm.

Vandbehandling ved fjernvarmevaerker, 1979, Danske Fjernvarmevaerkeres Forening, Kolding.

Konferensrapport, 1978, Arbetsgruppen för drifterfarenheter vid värmekraftanläggningar (ADV), Stockholm.

Aanbeveling voor de Waterconditionering van Stadsverwarmingssystemen, 1980, KEMA rapport nr WSK/1295-419, Arnhem. /Opublicerad intern rapport/.



**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
811729-0 från Statens råd för byggnadsforskning
till ÅF-Energikonsult AB, Malmö.**

R108: 1984

ISBN 91-540-4181-3

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6704108

**Abonnementsgrupp:
W. Installationer**

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

Cirka pris: 30 kr exkl moms