

# SPJÄLLVENTILER I FJÄRRVÄRMENÄT



Rapport | 2009:46



**SPJÄLLVENTILER I FJÄRRVÄRMENÄT**  
FÖRUTSÄTTNINGAR, FUNKTIONALITET  
OCH UTVÄRDERING

LARS FILIPSSON

# FÖRORD

Det här projektet har behandlat spjällventilens historik och dess tekniska möjlighet att uppfylla kraven på funktion i fjärrvärmesystemet samt vilka delsystem och parametrar som utgör svårigheter för en säker installation.

Det är viktigt med provning av spjällventilen enligt fastställd standard för att kunna jämföra prestanda med andra likvärdiga produkter. Provning är också viktig för att kunna visa ventilens förmåga att uppfylla ställda krav under en livslängd.

Rapporten behandlar även konstruktionens förmåga att uppfylla de tekniska krav som ska motsvara säker användning och inte bara tar hänsyn till produktens popularitet. Produktens funktion under verkliga driftsförhållanden och dess dagliga användning visar på stora olikheter i utformning.

Projektet har utförts av Lars Filipson, ILF handelsbolag. En referensgrupp har varit knuten till projektet. Gruppen har utgjorts av ordförande Jan Lindeberg, Landskrona stad TSB-värme; Per Rosén, E.ON Värme Sverige; Niclas De Lorenzi, Fortum Värme samägt med Stockholmstad; Pål Ryke, Affärsverken Karlskrona; Lena Olsson-Ingvarson, Göteborg Energi; Thomas Samuelsson, Jönköping Energi; Sven Olsson, Vattenfall Värme Norden, Ingemar Andersson, Mälarenergi, sekreterare samt Ture Nordenswan, Svensk Fjärrvärme.

**Eva-Katrin Lindman**

Ordförande för Svensk Fjärrvärmes tekniskråd

## SAMMANFATTNING

Ventilen utgör en av de allra viktigaste tekniska installationerna i ett fjärrvärmesystem. Ventilen skall i hela sin tekniska utformning och installation utgöra en säker installation med fastställd funktionalitet i hela sin livslängd. Den skall säkra mot skaderisk på personal, mot skador på utrustning och skapa möjlighet till optimerad driftfunktion på systemen.

Denna rapport redovisar spjällventilens tekniska möjligheter att uppfylla kraven på fastställd funktionalitet i fjärrvärmesystem och vilka delsystem och parametrar som utgör de väsentligaste svårigheterna till fullgod och säker funktion.

En bred genomgång har utförts för de påverkande faktorerna som förekommer i ett normalt svenskt fjärrvärmenät. Vilka driftsituationer som resulterar i minskad förutsättning för spjällventilens funktion samt i vilken mån situationen är allvarlig eller påverkbar.

Spjällventilens konstruktion och uppbyggnad redovisas enligt 3 huvudlinjer. Dessa har valts i beaktande av tätyornas utformning och material. Vidare redovisas de parametrar som utgör valmöjlighet på teknisk utformning samt exempel på installerade produkter.

Provning av spjällventilen enligt fastställda normer är en förutsättning för jämförbarhet och prestanda med andra likvärdiga produkter. Ventilens förmåga att långvarigt uppfylla ställda krav redovisas utförligt och uppdelat per huvudlinje.

Konstruktionens förmåga att uppfylla de tekniska kraven överensstämmer inte med säkerhet till produktens popularitet. Funktionen i driftsituation och vid daglig användning visar på stora olikheter i personliga värderingar på såväl produktens utformning som förmågan till god funktionalitet.

Installerade spjällventiler med tätytor som kompletterats med polymert material har en tydlig och väl känd maximal livslängd. Detta faktum gäller endast med polymert material från 60-70-tal. Senare konstruktioner är utformade med stålytor med olika utformning och funktion på både spjället och på ventilhusets tätytor. Spjällventiler avsedda för fjärrvärmesystem utformade med dagens polymera material och är inte provade och testade i dessa sammanhang.

Installationen på nätet är en viktig del i såväl funktionalitet som leveranskvalitet. Vilka faktorer påverkar funktionen och hur detta i sin tur påverkar kundvård och kundens förtroende för produkten fjärrvärme.

Rapporten redovisar att spjällventilen i sin nuvarande tekniska utformning och funktion inte förmår att uppfylla samtliga krav som fastställts för montage i fjärrvärmesystem. Rapporten visar även på det faktum att nuvarande ventilprovningsprogram inte till alla delar är utformat för att stödja ventilens tekniska utveckling och anpassning till fjärrvärmesystem.

Med rimlig teknisk insats går det att utveckla dagens spjällventil till en väl anpassad produkt i fjärrvärmesystem. Tätytor och stängprincip är de parametrar som bör bli föremål för utveckling. Avslutningsvis bör nämnas att kunskapen om spjällventilens funktion i rörsystemet och påverkbara driftfaktorer bör stärkas såväl hos beställare som driftansvariga.

## EXECUTIVE SUMMARY

The valve is one of the most vital components in a district heating system. To be a reliable part of the system, the valve is required to perform its specified functionality durable throughout its predicted lifecycle. The valve's main functionality is to support the system optimisation capability but is also fundamental for the safety characteristics of the system, both for personnel and other technical installations.

This report aims to present facts of the inherent technological capabilities of the butterfly-valve, to define its required functionality, and to analyse the butterfly-valve's ability to meet specified requirements.

The study has been performed at a holistic system level, using butterfly-valves in a normative Swedish district heating system as a baseline and context. Based on the context and throughout risk analysis, the report identifies significant operational risks, using butterfly-valves in a district heating system, and potential mitigation measures to be undertaken.

The main construction of the butterfly-valves is presented according to three views. These views are based upon design and material of the valve seals. Correlated to these views, technical parameters are defined and reported and how these parameters can be used in the process of either to specify a design, or to verify a component in a valid system configuration.

To perform stringent tests and verification, procedures are fundamental to secure that the valve is manufactured according to specified or desired functionality and reliability. Technical performance measures to specify the quality of a valve is presented in the report, grouped by each view.

When comparing different valves, based on market shares and quality, one conclusion is that there is a low correlation between the market share and the quality, indicating that personal aspects are as important when selecting a component.

The report also leverages the fact that current butterfly-valves, used in its current normative context, do not meet common requirements of a district heating system. The report also indicates that commonly used test and verification procedures are poorly designed or unsuccessfully modified to the problem at stake, which reduce the evolution and development of high quality valves well adapted for the district heating system, even though the technique is available and mature.

The conclusion is that it is possible, with a reasonable investment, to improve the construction and usage of butterfly-valves in district heating systems, and as a consequence increase the return of investment. The area of greatest potentials is the construction of the seals, and the main focus should therefore be to improve the principles to seal and close the valve.

Finally, it is of importance to stress that one fundamental aspect to achieve this goal is to improve the knowledge and competence of valves and its characteristics, both at the contractor as well as the operator.

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>Förord</b>	4
<b>Sammanfattning</b>	5
<b>Executive summary</b>	6
<b>1 Bakgrund, syfte och uppläggning av arbetet</b>	9
1.1 Inledning	9
1.2 Bakgrund	9
1.3 Ventilen	9
1.4 Drifterfarenhet av (vrid)spjällventiler	10
1.5 Syfte	10
1.6 Informationssökning	11
<b>2 Påverkande faktorer i fjärrvärmenätet</b>	12
Ventilen i fjärrvärmenät	12
2.1 Uppklassade nät	12
2.2 Filter	13
2.3 Avluftning	13
2.4 Vattenbehandling	13
2.5 Försmutsning i rörsystemet	13
2.6 Smutsfickor	14
2.7 Tillfällig spetsproduktion	14
2.8 Ventilens placering i nätet	14
2.9 Kavitation vid ventilmanöver	14
<b>3 Spjällventilens utformning och funktion</b>	16
3.1 Funktionalitet	16
3.2 Äldre utformning	16
3.3 Horisontell spindel	18
3.4 Olika typer av tätande element	18
3.4.1 Spindeln (spjällaxel, manöverreglage)	19
3.4.2 Spjällskiva med komplettering av polymer tätning	19
3.4.3 Dubbelspjäll med/utan polymer tätning	20
3.4.4 Spjällskiva med läpptätning	21
3.4.5 Spjällventil med radiellt invändig tätning	21
3.4.6 Ventil med möjlighet till eftertätning	22
3.4.7 Metalltätning/lamelltätning	22
<b>4 Flöde i fjärrvärmeledningar</b>	24
4.1 Flödesmotstånd	25
4.2 Rörrensning	26
4.3 Ventilmanöver utan tryckfall över ventil	26
<b>5 Material</b>	27
5.1 Polymera material	27
5.2 Dagens produktkrav	29
5.3 Ventilhus	30

<b>6 Ventilprovning och drifterfarenheter</b>	32
6.1 Dagens ventilprovning	32
6.2 Resultat av tidigare ventilprovningar	34
6.3 Ställningstagande och reaktioner från driftansvariga	34
<b>7 Montage</b>	37
7.1 Installation på rörsystem	37
7.2 Installation i pumpstation	37
7.3 Termiska längdförändringar	37
7.4 Sträckgränsventiler	38
7.5 Långtidsegenskaper	38
7.6 Underhåll	38
<b>8 Kundpåverkan</b>	40
8.1 Byte av driftsatt ventil på distributionsnät	40
8.2 Byte av driftsatt ventil i produktionsanläggningar	40
8.3 Demontering av hela ventilenheten	40
8.4 Restvärde	41
8.5 Dolda kostnader	41
<b>9 Slutsatser</b>	42
9.1 Generella slutsatser och påverkande faktorer	42
9.2 Spjällventiler med polymer tätning	43
9.3 Spjällventiler med kombinerad tätfunktion	43
9.4 Spjällventiler med ”mjukståltätning”	43
9.5 Spjällventiler med solida ståltätytor	44
9.6 Ventilprovning	44
<b>10 Konstruktionskritisk installation</b>	45
10.1 Konstruktionsutveckling	45
<b>11 Reflektion</b>	46
11.1 Äldre utformning	46
11.2 Senare utformning	46
11.3 Resultat av studien	47
11.4 Förslag på inriktat utvecklingsarbete	47
<b>12 Referenser</b>	49

# 1 BAKGRUND, SYFTE OCH UPPLÄGGNING AV ARBETET

## 1.1 Inledning

Sedan fjärrvärmens etablering i Sverige på 1950-talet och den följande framgångsrika verksamheten har spjällventiler i stort antal och i alla förekommande dimensioner monterats i systemen. En försiktig beräkning indikerar att 8 000-12 000 ventiler i dimension 200 mm eller större har installerats.

Under den övervägande delen av denna tid har spjällventilernas funktion, utförande och lämplighet för installation i fjärrvärmesystem varit ett aktuellt tekniskt spørsmål.

Det här projektet vill söka klarhet i vilka tekniska och eventuellt påverkbara orsaker som har visat sig utgöra de kvalitativt funktionella begränsningarna för spjällventiler.

## 1.2 Bakgrund

Fjärrvärmens i Sverige etablerades med början på 1950-talet. Utbyggnaden genomfördes genom målinriktad och kraftfull satsning på nya system på nya orter men även genom sammankoppling av befintliga blockcentralers distributionssystem. De här blockcentralernas system byggdes ofta upp på 1950-talet, efter kriget i samband med installation av oljepannor. Det då redan befintliga rörsystemet för värme och varmvatten klassade ofta upp till normenligt fjärrvärmestandard med systemtryck 16 Bar från system byggda med tryckklass 10 Bar eller i undantagsfall 6 Bar.

Enligt Svensk Fjärrvärmes senast presenterade material (juni 2008) produceras för närvarande knappt 50 TWh fjärrvärme till den svenska värmemarknaden, detta utgör en marknadsdel på ca 45% av landets totala värmemarknad för uppvärmning av bostäder och lokaler.

Fjärrvärme har visat sig vara en vinnande produkt med mycket hög och jämn leverans-kvalitet.

Samtidigt är det naturligtvis så att många av de befintliga installationerna är gamla och inte helt anpassade för dagens krav eller förväntningar och därmed inte heller på funktion och säkerhet.

Denna studie vill belysa funktion och förutsättningarna för fullgod funktion för en av de viktigaste komponenter i våra fjärrvärmesystem, nämligen ventilen. Ventilen utgör till sin funktion den enskilt viktigaste komponenten i det uppbyggda systemet. Den säkrar uppbyggda sektioner så att driften kan upprätthållas på andra delar av nätet vid merparten av de skador som kan uppstå på systemet.

Ventilen kan även vara installerad i egenskap av säkerhet för personalen vid varje åtgärd på befintligt nät.

En installerad ventil måste alltid uppfylla sin fastställda funktion för att motivera sin existens som enskild produkt.

## 1.3 Ventilen

De ventiler som installerats i produktionsanläggningarna och på distributionsnäten har under åren varierat stort, både till utformning som till kvalitet. De senaste 30 åren har det naturligt skett en viss anpassning av de olika typer som marknadsförts och installerats i systemen. Detta resulterar i att den övervägande delen av de i dag installerade ventilerna är utförda som nålventil vid små dimensioner, kikventil, kulventil eller (vrid)spjällventil.

Skjutspjällventilen har på grund av sin tekniska uppbyggnad och utformning endast i mycket blygsam omfattning varit aktuell för installation på fjärrvärmesystem och tillhör därför inte materialet i detta arbete.

I någon utsträckning finns i undantagsfall inom äldre produktionsanläggningar även installerat kilslidventiler i varierande tekniskt utförande men då oftast i stora anslutningsdimensioner, merparten mellan 600 mm och 1 200 mm.

Spjällventilen har alltid varit ett intressant alternativ att montera i systemen. Utformning och teoretisk funktion tilltalar konstruktören medan prisbilden är intressant för den ekonomiskt sinnade. Ventilen består av ett mycket fåtal rörliga delar och kan med viss reservation betraktas som närmast underhållsfri.

#### 1.4 Drifterfarenhet av (vrid)spjällventiler

Befintliga spjällventiler i fjärrvärmesystem har efter några år i drift visat den olyckliga egenheten att de inte helt förmår att avsäkra sektionerna mot inträngning av systemvatten.

De äldre installationerna där tätningsfunktionen i ventilen är utformad med kompletterande tätelement av polymera material i form av O-ringar, gummilabyrinter eller läpptätningar har vid marknadsföring och i teknisk specifikation men även vid installationen visat på en liten men ändå teoretisk möjlighet till fullgod funktion.

När ventilen varit driftsatt några år visar erfarenheten på alvarliga brister i funktionen eller i det närmaste en helt fallerande funktion

Den senare utvecklade och i dag marknadsförda varianten med speciellt utformad ”mjukstål”-tätning, lamelltätning eller solid ståltätning har visat på bättre funktionalitet men uppmärksammade och konstaterade svagheter och brister vid driftsättning och efter kort tid även på driftsatta ventiler, indikerar att situationen vad gäller de funktionstekniska långtidsegenskaperna är bekymmersam.

Vid introduktion av nya tillverkares marknadsförda och levererade produkter har det även framkommit alvarliga konstruktiva svagheter och funktionsbrister på i första hand ventilluset. Bristerna har visat sig redan vid första driftsättning av ventilen.

#### 1.5 Syfte

Syftet med det i denna rapport redovisade arbetet är, att så långt som är praktiskt möjligt genom empirisk utvärdering och med erfarenhet från mer än 40-årig daglig drift av fjärrvärmesystem redovisa funktion, drifterfarenhet, styrande driftförutsättningar och konstruktiva svagheter på (vrid)spjällventiler avsedda för montage i fjärrvärmenät.

Genom utvärdering av resultat från Svensk Fjärrvärmes ventilprovsningsprogram och genom personliga samtal med insatta och erfarna bransch-kunniga medarbetare på svenska fjärrvärmeverk söka finna de faktorer i fjärrvärmesystemet konstruktion och från daglig drift som kan påverka spjällventilens tveksamma funktionalitet.

Vidare bör frågeställning om i vilken utsträckning spjällventilens fysiska placering i det aktuella nätet påverkar funktion och livslängd, vara av intresse.

Avslutningsvis redovisas i vilken utsträckning den under 1980-1990-talet genomförda produktutvecklingen på spjällventiler kan motivera omvärdering av spjällventilens tveksamma förmåga till långsiktig och säker avsäkring i fjärrvärmesystem.

## 1.6 Informationssökning

Informationssökning för spjällventiler har utförts genom litteraturstudier, produktkataloger och tillverkares hemsidor tillgängliga på Internet.

Informationssökning på Internet resulterade i nerladdning av material från svenska eller europeiska agenter/grossister/tillverkare/distributörer av ventiler. Detta material har sedan bearbetats specifikt med inriktning på (vrid)spjällventiler.

Genom tekniskt inriktade samtal och intervjuer med referensgruppens deltagare har stor och gedigen kännedom och insikt för ventilens fleråriga funktionalitet i drift redovisats.

Utredaren vill framföra sitt varma tack till alla de kunniga och vänliga kollegor som bidragit med material i detta arbete samt framföra sitt speciella tack till Ing. Bo Knutsson, Stockholm, i hans egenskap av saklig och gedigen kunskapskälla.

För givande erfarenhetsutbyte till referensgruppens deltagare från Svensk Fjärrvärme, Fortum Värme samägt med Stockholm Stad AB, Jönköping Energi AB och Sveriges Armaturleverantörers förening.

## 2 PÅVERKANDE FAKTORER I FJÄRRVÄRMENÄTET

### Ventilen i fjärrvärmenät

Ett fjärrvärmenät är uppbyggt, anpassat och utformat för att producera och transportera uppvärmt vatten i (2) parallellt liggande rörledningar. Temperaturen på det uppvärmda distribuerade vattnet bör i normalfallet inte överskrida 120°C och det inre övertrycket får i normal drift inte överskrida 16 bar.

Rörsystemets ingående tekniska utrustning inom produktionsanläggningar skall vara svetsat men kan i undantagsfall på äldre anläggningar i begränsad omfattning vara utformat som flänsförband.

På distributionsnätet skall sammanfogning ske med svetsning (undantag filter och flödesmätare för energimätning i fjärrvärmecentral).

Klenare dimensioner på servisleddningar kan även vara utförda av kopparrör och även rörledningar av rostfritt material förekommer. De här materialen skall sammanfogas med de speciella svetsmetoder och tillsatsmaterial som materialet kräver.

### Ventiler monteras i nätet:

- För att minska avbrottsstid och därmed störning till kund vid framtida reparation och underhåll av nätet.
- För att effektivisera verksamheten vid utbyggnad av nätet installeras lämpligt antal ventiler med placering på i förhand fastställda punkter på nätet.
- För att avsäkra nätdelar vid alternativa leveransmöjligheter.
- I avsikt att så långt som möjligt förhindra personskada för personal eller tredje part.
- För att nå höjd leveranssäkerhet till kundkollektivet installeras ventiler i tillräcklig omfattning för att kunna skapa alternativa leveransvägar i det uppbyggda nätet.
- Sektioneringsventiler installeras alltid vid alternativa produktionsanläggningar.
- Krav eller tungt vägande önskemål på kompletterande avstängning från t.ex. Vägverket, SJ, Banverket eller civilförsvaret, resulterar i ventilmontage.
- Med avsikt att begränsa omfattningen av skada på minsta avstängningsbara enhet.

Faktorer i fjärrvärmesystem med varierande påverkan på ventilfunktion.

### 2.1 Uppklassade nät

Medräknat även de mindre men relativt många rörsystem som byggdes upp runt blockcentraler för värmeförsörjning av kvarter och i undantagsfall mindre stadsdelar kan vi enkelt fastställa tiden till ca 60 år av ständigt expanderande och framgångsrik verksamhet.

De här äldre men i senare skede uppklassade nätdelarna byggdes ofta i tryckclass PN10 och ibland med flänsförband i stället för senare krav som fastställde att systemet skall vara svetsat (eller hårdlött vid cu-rör).

Ombyggnader och anpassningar till nya krav har i flertalet fall genomförts men äldre och uppklassade delar fanns i begränsad omfattning men ändå under många år kvar som helt intakta delar i systemen. De här äldre nätdelarna byggdes med betydligt lägre krav på noggrann avluftning, vattenbehandlig och filtrering av vattnet än vad som senare blev fallet i fjärrvärmenät.

## 2.2 Filter

Filter för rening av distributionssystemets vatten installerades inte regelmässigt på de äldre näten som senare kom att utgöra en del av fjärrvärmesystemet. Den utrustning som i sällsynta fall ändå kom till användning för sedimentrening av vattnet valdes ofta som delströmsfilter med bypassfunktion och placerades i omedelbar anslutning till produktionsanläggningen.

## 2.3 Avluftning

Heltäckande och dokumenterad information för gällande krav och omfattning på regelmässig avluftning av rörledningarna efter arbete har visat sig svår att få fram. Redovisade äldre skriftliga arbetsrutiner visar ändå på insikten om avluftningens viktighetsmått vid all form av driftsättning efter åtgärd på distributionsnätet.

Vi utgår därför att avluftning efter varje ingrepp på ledningar utfördes rutinmässigt efter arbete på distributionsnätet men i vilken omfattning som syresättning av vattnet ändå accepterades och därmed ökade risken för omvandling av stål till sediment i röret är inte med godtagbar säkerhet redovisat.

## 2.4 Vattenbehandling

För att reducera vattnets syrehalt och därmed uppnå en mindre negativ påverkan för stålets nedbrytning tillförde man i varierande omfattning syrereducerande kemikalier till vattnet.

Den vanligaste produkten som användes marknadsfördes som ”Hydrazin” ( $N_2H_4$ ). Hydrazin är en färglös hygroskopisk vätska med utpräglad ammoniaklukt. Produkten framställs genom oxidation av ammoniak och natriumhypoklorit. Hydrazin tillfördes näten i varierande koncentrationer men vanligtvis i en tillsats på under 5 ppm.

Ämnet är i koncentrat starkt cancerframkallande och tillförs inte längre fjärrvärmesystemen.

Hydrazin kan i den då aktuella koncentrationen utgöra viss negativ påverkan på de då aktuella tät-elementen av plast, gummi eller grafitarmerad *Teflon*.

De från indoseringspunkten för *Hydrazin* ( $N_2H_4$ ) närmast liggande ventilernas tät-element kan dock med viss säkerhet antas blivit påverkade genom att uppvisa snabbare förlust av fjädringsverkan (kemisk kompatibilitet)

## 2.5 Försmutsning i rörsystemet

Vid reparations och utbyggnadsarbeten på distributionsnätet kan vi rent okulärt konstatera ett botten sediment i de större huvudledningarna. Sedimentet är fördelat över hela nätet med undantag för de högre liggande nätdelarna. Sedimentet består av omvandlat stål som härrör från syrerikt vatten vid ofullständig avluftning efter åtgärd på nätet eller, i mycket begränsad omfattning, inläckage av syre från växlare eller tätningar i pumpar.

Sedimentet består i varierande omfattning och konsistens av svetslagg, svetsstråd, mindre stålbitar, sten, grus, sand, kikfett, kvarglömnda verktyg o.dyl.

De fasta delarna ligger inbäddade i sedimentlagret som under årens lopp kan byggas upp till en tjocklek av några cm eller mer på rörets botten.

Även uppbyggnad av en sedimenthinna på resterande inre röryta uppstår men endast till någon mm och innehåller inga fasta partiklar.

## 2.6 Smutsfickor

Under 70-talet installerades ofta smutsfickor/slamfickor av varierande utformning och storlek på de lägre liggande nätdelarna med ambitionen att samla sediment och fasta partiklar. Slamfickorna skulle sedan vid lämplig tidpunkt och på lämpligt sätt urspolas och tömmas.

Av arbetsmiljöskäl men även för personalens säkerhet i arbetet, blåses eller töms i dag i mycket begränsad omfattning eller inte alls de installerade slamfickorna.

Detta är av säkerhetsskäl och arbetsmiljöskäl ett helt korrekt och rimligt beslut men leder i sin förlängning till den i dag rådande situationen att de befintliga slamfickorna därmed inte är aktiva till sin funktion och vi har en hel del sediment även i våra senare byggda nät.

## 2.7 Tillfällig spetsproduktion

Vid kylig väderlek eller av ekonomiska eller andra skäl startas en produktionsanläggning som ligger som ”reserv”. Samtidigt startas andra och lokala distributionspumpar i anslutning till spetsproduktionen vilket i normalfallet resulterar i annat flödesförhållande i det närbelägna nätet. Sediment virvlar upp från rörbotten, transporteras till andra delar av systemet som för tillfället har lägre flödes hastighet och lägger sig efterhand på botten i de lägre liggande systemdelarna.

Vanligen noterar driftpersonalen detta genom att filter i kundcentralerna blir igensatta eller i undantagsfall havererar på grund av det ökade ensidiga trycket på filterkorgen.

## 2.8 Ventilens placering i nätet

Det konstaterade och beskrivna sedimentet lägger sig naturligtvis även på ventilen, varhelst den är placerad. Eftersom ventilen till sin konstruktion utgör ett litet ”hinder på vägen” i rörsystemet kommer den att utgöra ett visst glidmotstånd/flödesmotstånd för de fasta partiklarna som ingår i sedimentet i röret. Förutsättningen för att dessa partiklar lägger sig i ventilen ökar därmed i jämförelse med det släta röret.

Om ventilen är monterad på en i rörsystemet relativt sett högre liggande punkt i nätet har skadeeffekt av ansamlat sediment en mindre negativ inverkan.

I det fall ventilen är monterad på en i rörsystemet relativt lågpunkt kommer den att påverkas av merparten av de beskrivna negativa faktorerna.

Detta är en viktig faktor att beakta och värdera vid ett eventuellt beslut att installera spjällventilen. Dessa förhållanden är starkt styrande för funktionen vid driftverksamhet och har stor inverkan på funktionskvaliteten och livslängden på ventilen.

## 2.9 Kavitation vid ventilmanöver

Spjällventilens funktionella rörelsemönster kan starkt förenklat beskrivas som stängning av en cirkulär dörr. Under hela stängförloppet förändras därför de flöden och krafter som till sin funktion kan vara såväl positiva som negativa för ventilens förmåga till långvarig störningsfri funktion.

I det inledande skedet av manövrering mot stängning är situationen med avseende på kavitation inte på något sätt svårbemästrad men ökar våldsamt i slutet av stängningen.

Det lägsta trycket uppstår i vena contracta, i strypningen mellan skiva och säte. I detta

område, som vid stängning varierar beroende på ventilens utformning, kan kavitation uppstå. Kavitation brukar ofta men slarvigt benämnas kokning. Vid stigande differenstryck över ventil ökar risken för kavitation.

För att det skall uppstå kavitation skall tryck och temperaturförhållandet i varje moment av spjällets rörelse vid ventilens funktion uppfyllas.

Denna kavitation eller våldsamt turbulenta strömning i tätortornas omedelbara närhet påverkar i hög grad det tätande polymera elementets livslängd och bidrar därför till en snabb nedbrytning av materialet och snabbt ökande funktionsbrist i ventilen. Den aktuella tätningen kan slitas loss från sin position, helt eller i delar, på grund av ödesdigra men förbisedda materialbrister och yttre faktorer på det polymera materialet. (4.2 produktkrav).

I det fall spjällventilen är utformad utan kompletterande tätning av polymert material kan detta förhållande helt bortses ifrån. I sådan ventil skall den nedbrytande skadeorsaken sökas i påverkan av sediment (2.5 sediment i rörledningar) samt fysiska funktionshinder (4.3 ventilmanöver utan tryckfall över ventil).

## 3 SPJÄLLVENTILENS UTFORMNING OCH FUNKTION

**Ventil**, (av medeltidslat. Ven`tile ”sluss”, av lat. Ven`tus ”vind”) Styr eller reglerdon för vätskor och gaser.

*En spjällventil kan reglera flöde och sektionera flöde d.v.s stänga av vattenflödet. I denna studie avhandlas spjällventilens funktion i sin egenskap av stängventil i fjärrvärmenät.*

### 3.1 Funktionalitet

Spjällventilen används för sektionering, tappning, luftning eller säkring av systemfunktion i drift (servisledning). Ventilen är i normal drift mestadels öppen och skall då påverka rör-systemets flödesfunktion i så liten utsträckning som möjligt samt generera minsta möjliga flödesmotstånd.

Vid marknadsföring av spjällventil för montage i fjärrvärmesystem bör köparen kunna förutsätta att:

- 1 Ventilen är utformad för och godkänd för montage i fjärrvärmesystem enligt fjärrvärmeföreningens tekniska bestämmelser D209.
- 2 Ventilen är tät och har samma funktionalitet från båda sidor, d.v.s montering av ventilen på rörledningen skall vara oberoende av flödesriktningen
- 3 Ventilen är konstruerad och utformad för full funktionalitet upp till en drifttemperatur av högst 120°C samt i fjärrvärmesystemet förekommande temperaturförändringar.
- 4 Ventilen motstår förekommande mekanisk belastning och beräknade krafter vid axiell längdförändring beroende av termisk expansion och kontraktion.
- 5 Ventilen behåller funktion och egenskaper under hela sin livslängd
- 6 Ventilen är för alla ingående beståndsdelar okänslig för i dag förekommande kemikalier i fjärrvärmesystem.

### 3.2 Äldre utformning

De enklaste konstruktionerna litar till en fullgod stängning genom att spjället vrids 90° och tätar mot sätet i ventilhuset. Spjäll och säte är utformade så att god passning föreligger och denna passning utvecklas ytterligare i noggrannhet med hjälp av ett tätande polymert material, oftast i form av en o-ring eller rektangulär polymer tätningsring monterad på spjället.

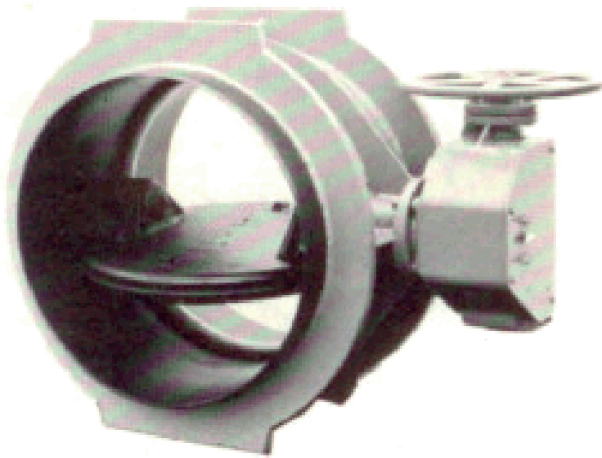
Som slutgiltig del i tätfunktionen ansätts därefter yttrycket mot sätet med hjälp av ren mekanisk axiell kraft från ventilens spindel. Vid större dimensioner är denna kraft förstärkt genom att en snäckväxel är monterad för att förstärka och vidmakthålla spjällets anliggningsstryck mot sätesytan.

Vissa fabrikat föreskrev att huvudströmningsriktningen i rörsystemet skall fastställas varefter ventilens angivna A-sida, som komprimeras av det stigande inre övertrycket i ledningen utgör den förhärskande positionen.

I slutet av 70-talet och i början av 80-talet blev det uppenbart för flertalet insatta att ventilens polymera komponenter med uppgift att säkra den tätande funktionen inte motsvarade ställda krav och förväntningar. Materialet i den tätande polymera ringen klarade av ett flertal orsaker inte sin uppgift.

Under några år provade tillverkarna olika material, materialsammansättningar och utformningar i avsikt att förbättra produkten. Nya tekniska utformningar lanserades, alla med avsikt att uppnå bättre tätning och säkrare produkt. Nu kom det exentriska och det dubbelt exentriska rörelsemönstret av spjället men även varierande utformning av tätytor i solid stål med avsaknad av polymer tätning provades.

Vissa fabrikat föreskrev dock även vid dessa installationer fortfarande installation av ventilen med fastställd huvudsaklig flödesriktning.



AVI 1446-SV

Bild 3.2.1 Exempel på äldre utformning av spjällventil med polymer tätning

### Senare utformning

Det stora språnget blev ändå introduktion av spjällventiler med sätesyta i form av stål-tätning i olika elastiska utformningar med benämningar som ställamell, mjukstängande stältätning och stältätande. Dessa konstruktioner lanserades under tidigt 1980-tal.

I den här nyare konstruktionen har det polymera materialet i avsikt att säkra tätfunktionen tagits bort som tätelement, full funktion uppnås i stället med hjälp av noggrant måttanpassade och bearbetade ytor på spjäll och säte men nu utförda i stål-material.

De något mer utvecklade produkterna har spjällaxeln utformad och lagrad i spjällhuset så att man uppnår en exentrisk, dubbelt exentrisk eller tripplexentrisk rörelse av i spjället. Resultatet av detta är att spjällskivan i sitt sista och stängande moment i någon utsträckning ”kliver in” i sätet och uppnår förbättrad täthet.

En följd av det beskrivna rörelsemönstret blir dock att det i det avslutande och avgörande stängmomentet uppstår en glidande rörelse med metallisk kontakt mellan spjällskiva och säte. Här uppstår korta moment av metallisk kontakt mellan två ytor och därmed uppstår en uppenbar risk för slitage eller skador på ytorna. Denna skaderisk förstoras markant om sediment med fasta partiklar finns mellan ventilens tätande delar.

Konstruktionen kräver ingen identifiering av A eller B-sida.

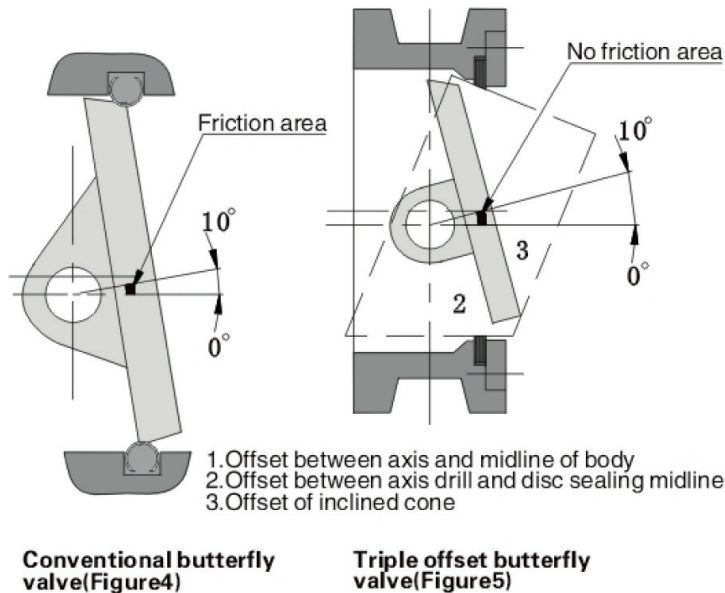


Bild 3.2.2 Tripplexcentrisk offsetrörelse på spjäll

### 3.3 Horisontell spindel

Vid manöver av spjället med fjärrvärmenät i drift uppstår vid stängmomentet en mycket kraftig hastighetsökning av vattenflödet genom ventilen. Denna hastighetsökning beror på olika tryckförhållanden mellan uppströms del av ventilen respektive nedströms ventilen.

Inte helt ovanligt är att det i stängningens slutfas uppstår kavitation i ventilen vilket registreras av servicepersonalen som att det ”kokar” i ventilen och det uppstår ett högfrekvent och intensivt ljud.

Denna hastighetsökning av vattnet är positiv för ventilens tänkta funktion i det fall ventilen monterats korrekt i nätet d.v.s med horisontellt liggande spindel.

Det snabba vattenflödet spolar då rent ventilens tätytor från sediment och tryckfallet över ventilen har ofta en tillräcklig kraft för att även rengöra ytorna från tyngre fasta partiklar.

Däremot är den beskrivna situationen negativ sett ur det polymera materialets livslängd och funktion. På grund av det snabba vattenflödet förbi tätytorna då ventilen endast har mycket litet genomsläpp kommer påfrestningen på den tätande O-ringen resp. läpptätningen att öka markant. En tätning som på grund av urlakning redan är försvagad kommer att haverera fullständigt i samband med manövern.

Av ovanstående (3.3 och 3.4) beskrivna förhållande blir det uppenbart att en spjällventil som monteras i ett fjärrvärmenäts lågpunkt eller som manövreras till full stängning utan flöde i röret eller manövreras torrt, utsätts för mycket omild för att inte säga konstruktionskritisk hantering. Konstruktionen är inte utformad för att regelmässigt motstå de negativa faktorer som uppstår på tätningsytorna vid manövrering i dessa fall.

### 3.4 Olika typer av tätande element

Spjällventiler är till sin konstruktion uppbyggda med endast ett fåtal rörliga delar. Förutom tätytornas eventuella tätelement förekommer därför tätningar endast mycket sparsamt i

konstruktionen i övrigt men är inte desto mindre en viktig parameter i betraktande av funktionsegenskaper och livslängd.

### 3.4.1 Spindeln (spjällaxel, manöverreglage)

För samtliga typer och utförande gäller att spindel tätningen är försedd med tätning för att förhindra utläckage till omgivningen via spindeln.

Denna tätning är utförd som minst 1 men oftast 2 O-ringar samt stålbricka med lämpligt utformad låsning (s.k. spärryttare) eller gängad kupolmutter för att förhindra utblåsning.

Vidare förekommer ansättningsbar packbox utformad med ett antal grafitpackningar + centreringshylsa därefter ytterligare grafitpackningar. De tätande elementen komprimeras och ansätts därefter runt spindeln med ett justerbart gländer för komprimering till en tät funktion.

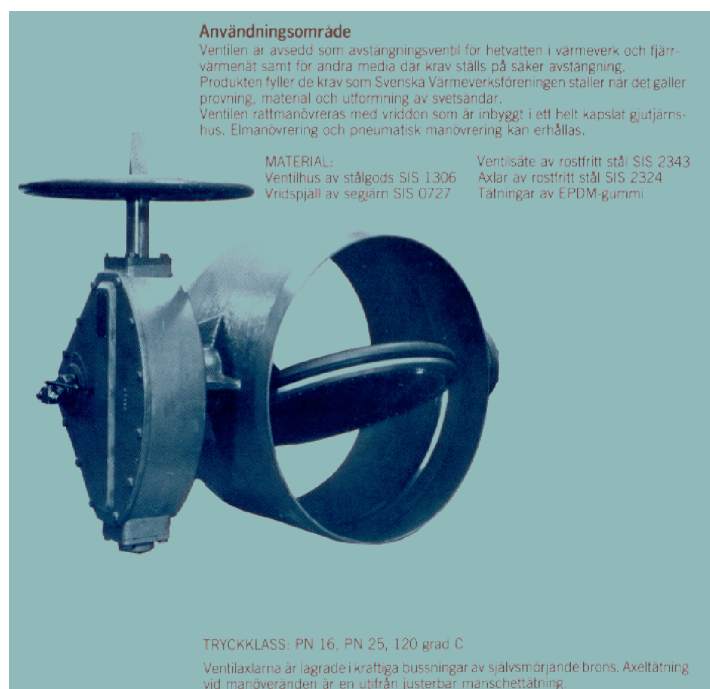
Konstruktionen resulterar även i en viss friktion mellan spjällaxel och spjällhuset vilket i sig är en positiv faktor för att motverka oavsiktlig självreglering.

### 3.4.2 Spjällskiva med komplettering av polymer tätning

Den äldre (1950-1980) och då vanligast förekommande utformningen av tätytan på spjällventiler är en svagt konvex stålskiva vilken måttanpassas för tätfunktion i ett motsvarande säte i ventilhuset. Bearbetningen av komponenterna är relativt snäv i mått för att utgöra den huvudsakliga avsäkrande funktionen.

För att uppnå full täthet mot flöde kompletteras denna konstruktion på så sätt att spjällskivan utformas med ett spår med infällning av en polymer tätningsring. Denna tätning avser att fylla funktionen att utföra det slutgiltiga stängförloppet dvs att uppnå en i praktiken tät ventil.

Spåret är så utformat att tätningen styrs upp i sitt läge och blir liggande kvar i spåret med hjälp av polymerernas vilja till återgång till sitt ursprungsmått. Tätningens anslagsyta ligger i viloläge ca 15-20 % av tätningens diameter över spjällets anslagsyta.



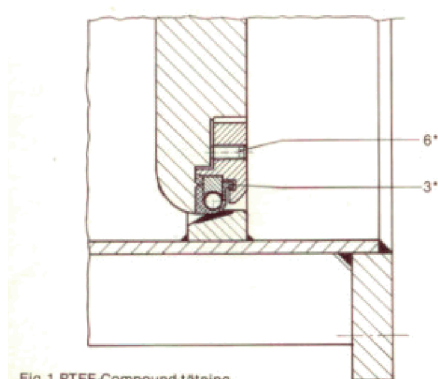


Fig 1 PTFE-Compound-tätning

\* Se materialspecifikation

**Ny unik tätningsskonstruktion** (se fig 1)

- Den nya tätningen är utförd i PTFE-Compound, där PTFE (teflon) är legerad med kol och grafit vilket ger:
  - bättre tryckhållfasthet
  - större hårdhet
  - mindre utvidningskoefficient
- Materialets egenskaper kan sammanfattas enligt:
  - hög temperaturbeständighet — tål +260°C
  - segelastiskt
  - överlägsna glideegenskaper
  - utpräglad dålig vidhäftning — ingen avlagring
  - ingen mätbar vattenabsorption
  - ogenomtränglig för vattenånga
  - mycket god vittringsbeständighet
- Inneliggande spiralfjäder av rostfritt stål samt stödring av korrosionsskyddat stål ger tätningen erforderlig elasticitet.
- Okänslig för föroreningar. Tätningens material och konstruktion, husets hårdlegerade tätningsytor samt det dubbelcentriskt lagrade spjället ger tillsammans optimala egenskaper vad gäller okänslighet för föroreningar.
- Tätningen är odelad och kan bytas utan att spjället behöver demonteras.

### 3.4.3 Dubbelspjäll med/utan polymer tätning

Dubbelspjällventilen är en variant av spjällventilen vars utformning är som namnet säger. Tanken med denna utformning är att söka höja funktionskvaliteten genom dubbel tätning men även att uppnå en spjällventil med möjlighet till mellanavtappning mellan separata tätytor i samma ventilkonstruktion.

Konstruktionen resulterar negativt i ökat tryckfall över ventil.

Ventiltypen marknadsförs inte längre aktivt i Sverige.



Bild 3.4.3.1 Exempel på dubbelspjälltätning

### Användningsområde

Ventilen är avsedd som avstängningsventil för hetvatten i värmeverk och fjärrvärmennät samt för andra media där krav ställs på säker avstängning. Produkten fyller de krav som Svenska Värmeverksföreningen ställer när det gäller provning, material och utformning av svetsändar. Ventilen rättmanövreras med vriddon som är inbyggt i ett helt kapslat gjutjärns-hus. Elmanövrering och pneumatisk manövrering kan erhållas.



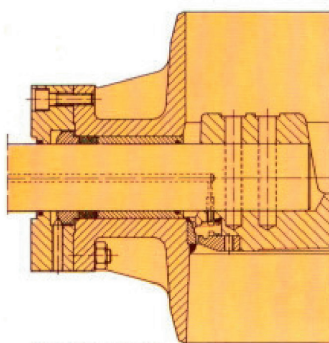
#### MATERIAL:

Ventilhhus av stål gods SIS 1306  
Vridspjäll av segjärn SIS 0727

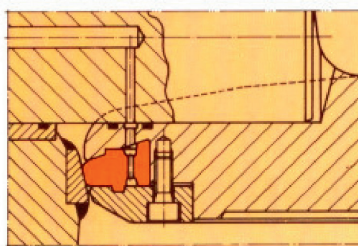
Ventilsäte av rostfritt stål SIS 2343  
Axlavrostfritt stål SIS 2324  
Tätningar av EPDM-gummi

### Eftertätning

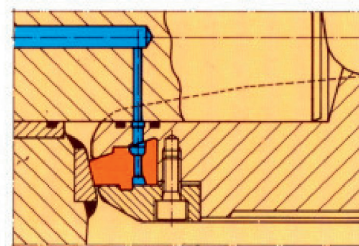
Ventilen är helt tät vid normal avstängning. Som extra säkerhet kan eftertätning erhållas genom att vatten pumpas in genom en kanal i spjällaxeln, varvid tätningringen på spjället expanderar och trycks hårdare mot ventilsätet. Pat nr 353780



Manöverande



Normalt stängd



Stängd med eftertätning

Bild 3.4.3.2 Äldre spjällventil med möjlighet till eftertätning

### 3.4.4 Spjällskiva med läpptätning

Några tillverkare har tillgripit annan väg för att uppnå ett tätande funktion. Här har man valt att förse spjället med en radiell utvändigtätning. Med förhållandevis små variationer mellan tillverkarna utformas på denna konstruktion en u-formad gummilist som ligger krängd över spjällskivan. Denna list sluter sedan tätt mot sitt säte vid stängmanöver.

Säkring mot överskridande av makrokonformitet ( se 4.1) säkras genom mekaniskt stopp.

### 3.4.5 Spjällventil med radiellt invändig tätning

Ännu en variant på kompletterande tätning av spjällskivan. Annars principiellt lika i

sin funktion som tidigare nämnts. Denna variant av ventil har dock inte marknadsförts som lämplig för fjärrvärmesystem men trots det förekommer den i sådana system.

### 3.4.6 Ventil med möjlighet till eftertätning

Denna konstruktion är utformad med en expanderbar tätningsring som monterats i spjällets tätyta. Spjällets tätyta ansluter därmed kraftigare till sätet och förbättrad täthet uppnås genom att tätningsringen expanderas.

### 3.4.7 Metalltätning/lamelltätning

Den numera helt dominerande utformningen av spjällventilens tätande element är den ställamelltätande eller mjukstältätande utformningen. Denna utformning introducerades på tidigt 1980-tal. Spjällskivan i denna konstruktion är utformad, bearbetad och slipad till att passa i ett speciellt anpassat och utformat säte. Detta säte är i sin tur monterat i ventilhuset. I denna mjukstältätande konstruktion är sätet utfört i rostfritt material och utformat som ett något fjädrande element och tätar rent mekaniskt genom väl bearbetade och väl inpassade ytor. Några ytterligare tätelement (utöver axeltätningen) finns inte på denna konstruktion. Tätningsringen är utbytbar och även i vissa fall tekniskt möjlig att byta på ventil som är monterad på rörnätet.(8.2.1)

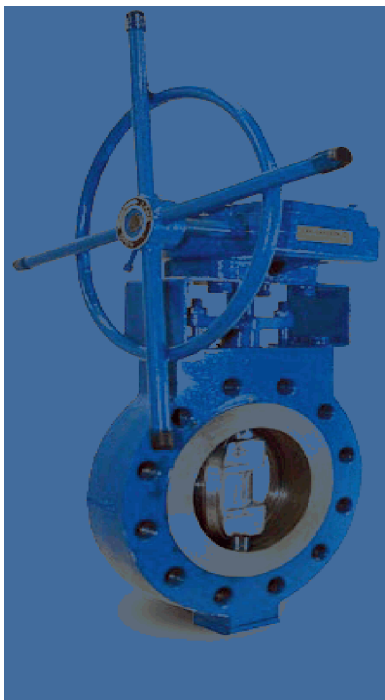
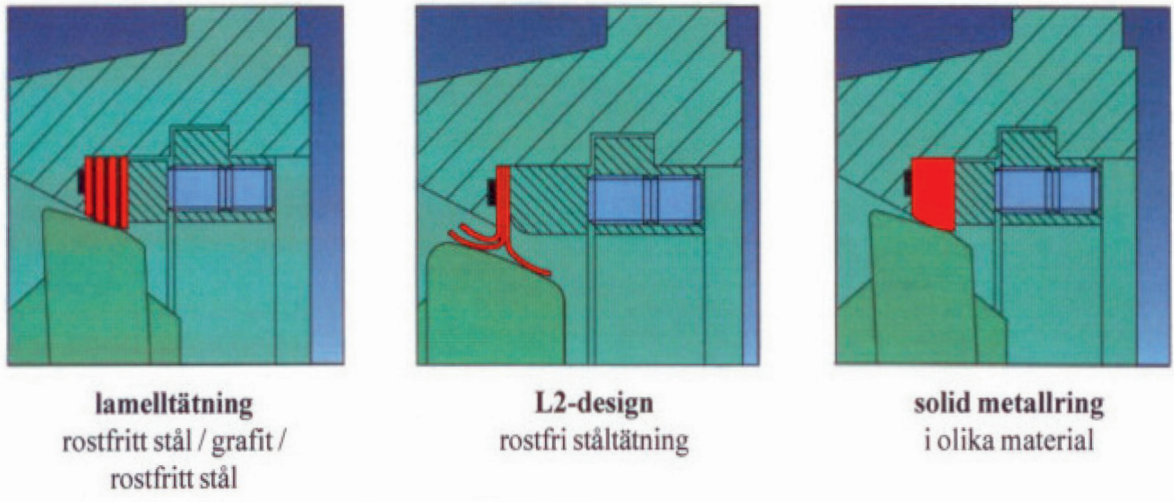


Bild 3.4.7.1 Ståltätande spjällventil.  
med snäckväxel och  
justerbart glander



Mjukstältätande spjällventil med  
mekanisk axeltätning i  
snäckväxelhus.



Tätningselementen kan även alternativt vara placerade på spjällskivan

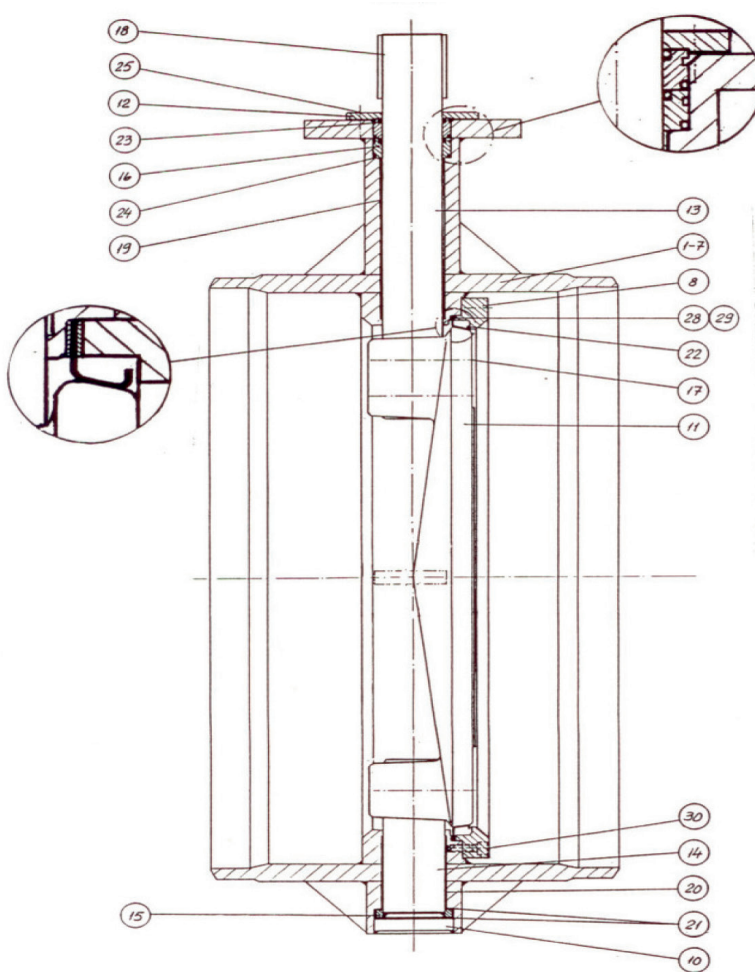


Bild 3.4.7.2 Exempel på olika detaljutformning på tätningar

## 4 FLÖDE I FJÄRRVÄRMELEDNINGAR

Det uppvärmda vattnet i fjärrvärmeledningarna strömmar genom röret med behovsvarierad flödes hastighet. Konstruktören utgick vid dimensioneringen av rördimensionen från en flödes hastighet på ca 2,5 m/sek. Beroende på årstid, utetemperatur och effektuttag på ett givet rörnät kan flödes hastigheten dock variera mellan 0,1 på en servisledning och upp till 6 m/sek eller mer i undantagsfall.

Vi utgår ifrån att ventilsens normala position i rörsystemet är i öppet läge och den skall då utgöra minsta möjliga störande moment på flödesförhållandet i systemet.

Vid konstruktion av ventillhuset eftersträvar man en utformning som resulterar i att flödet genom ventilen lämnas så ostört som möjligt med hänsyn till spjällventilsens funktionskrav. Man eftersträvar med andra ord en funktion som närmar sig laminärt flöde.

Samtidigt skall utformningen vara så beskaffad att ventilsens tätytor vid stängmanöver spolas helt rena från beläggningar eller fasta partiklar. Detta är ett krav för att tätytorna vid stängning av ventilen inte skall skadas. Denna strävan kan beskrivas som önskan om viss lokal turbulent strömning.

Gränsen mellan turbulent och laminärt flöde styrs av Reynolds tal (dimensionslös storhet).

Reynolds tal är en dimensionslös storhet inom strömningsmekanik, och beskriver om fluiden strömmar laminärt eller turbulent. Den kan även ses som ett dimensionslöst mått på viskositeten och skrivs som följande:

$$Re = \frac{\rho V L}{\mu} = \frac{V L}{\nu}$$

$\rho$  = densitet

$\mu$  = dynamisk viskositet

$\nu$  = kinematisk viskositet

L = typisk längd

V = typisk hastighet

Vid rörströmning infaller den kritiska punkten då Reynoldstalet,  $Re$ , närmar sig 2 300. Under denna punkt räknas fluiden strömma laminärt och över den, turbulent. Reynolds tal kan ses som kvoten mellan tröghetskrafter och friktionskrafter. Vid turbulent strömning dominerar tröghetskrafterna.

Reynolds tal, ( $Re$ ) för trånga spalter blir ofta turbulent vid värden över 2 200, i en spjällventil med sin utformning kan turbulent strömning inträffa redan vid värden kring 400-600.

Kvarstår då själva manöverorganet dvs. ventilsindelns förlängning inne i ventillhuset samt spjället/vridskivan. Vridskivans utformning och i någon mån spjällaxelns utformning bestäms av de flödes och tryckförhållanden som råder i ventilen i öppet läge men även av de inre mekaniska krafter som råder vid manöver till stängt läge och i stängt läge.

Dessa förhållanden undergår kontinuerlig förändring under hela manövreringsförloppet vilket i sin tur påverkas av de krafter som uppstår av förhöjt inre övertryck respektive undertryck vid manöver från öppen till stängd samt från stängd till öppen ventil.

Vid stängning av ventil i drift skall ventilen vid manövrering övervinna det inre ensidiga övertrycket samt visst flödesmotstånd för att därefter positionera sig till stängt läge.

Vid öppning av ventil i drift från stängt läge, ligger i det första momentet full axiell belastning på spjället (dvs full radiell belastning på spjällaxel) från det inre övertrycket på spjällskivans ena sida. Efterhand ventilen öppnar, spjällskivans position vrids från stängt läge till öppet läge, minskar denna belastning mycket snabbt för att i viloläget vara i det närmaste försumbart.

#### 4.1 Flödesmotstånd

På grund av utformningen med axel och spjäll kommer såväl axeln i hela sin utformning och spjällskivan till del av sin utformning att ligga kvar i flödet även vid öppen ventil.

Det blir för alla uppenbart att ventilen i mindre dimensioner får ett förhållandevis större handikapp av detta förhållande än ventiler i större dimension. En praktisk följd av detta resulterar i det faktum att spjällventiler mer sällan monteras i dimension under ansl. 200 mm.

I vilken omfattning det högre flödesmotståndet är en intressant faktor och om det eventuellt påverkar beslutsunderlaget vid upphandling av ventil är helt beställarens avgörande.

Den så kallade dubbelspjällventilen (3.4.3 bild 3.4.3.1) får på grund av sin utformning ett betydligt större tryckfall över ventilen och eventuell installation av sådan ventil bör nog övervägas.

#### Kvs-värden för spjällventiler i jämförelse med reducerade och fullopps kulventiler (värden från fabrik)

DN	Spjällventil	Kulventil red. genomlopp	Kulventil fullt genomlopp
200	1060	2 020	8 560
250	2050	3 580	15 000
300	3900	6 710	21 330
400	6700	12 240	37 700
500	11000	16 080	57 400
600	14000	25 680	88 200
700	20000	37 200	121 600
800	28000	50 160	169 800
900	38000	65 160	201 600
1000	50000	81 900	255 300

Bild 4.1.1 Exempel på av tillverkare redovisat flödesmotstånd i jämförelse med kulventil.  
Kvs-värde: Flöde i m<sup>3</sup>/h vid ett tryckfall av 1 bar över ventilen vid mediatemperatur 20 °C.

## 4.2 Rörrensning

Sedan ett flertal år genomförs regelmässigt rörrensning efter genomfört montagearbete. I de mindre systemen vanligen genom genomspolning med högt vattentryck i samband med genomförd provtryckning. I de större dimensionerna ofta genom användande av mekanisk rensutrustning, s.k. pigg och tillhörande genomspolning med vatten.

Spjällventilen tillåter rent fysiskt inte en rengöring med s.k. pigg. Verktyget kan inte till sin storlek omformas i sådan omfattning att det kan passera spjäll och spjällaxel. Denna mekaniska rensmetod måste vid dessa tillfällen kompletteras med annat rengöringssätt genom ventilen och ventilens omedelbara närhet.

## 4.3 Ventilmanöver utan tryckfall över ventil

Som vi tidigare i stycke (2. Fjärrvärmenät) konstaterat är flertalet av huvudledningarna i fjärrvärmesystemen relativt kraftigt nedsmutsade med sediment. På klenare ledningar och i servisledning är de fasta partiklarna mer sällan förekommande eftersom avstick på huvudledningar alltid anläggs på rörets hjässa eller vid tvingande tillfällen ändå över huvudledningens rörcentrum.

Detta befintliga sediment, som byggs upp allteftersom åren går, ligger på botten av röret, så även i ventilen, och kan utgöra en källa till skada och därmed förödande kommande felfunktion på spjällventilen.

Tänk dig en driftsatt fjärrvärmeledning med några decennier i drift på nacken. Ledningen ligger normalt markförlagd och följer därför de lokala geografiska variationer som råder. Med andra ord varierar rörets geografiska + höjd med de lokala förhållandena.

Det innebär att rörsystemet har lokala lågpunkter där sedimentet samlas i högre utsträckning än på övriga delar av ledningen.

Vid sektionering på lågpunkterna eller de lägre liggande delarna av detta tänkta rörsystem, där sektioneringen utförs på så sätt att flödet avstannat i rörets lågpunkt kommer den renspolande effekten från vattnets hastighetsökning på grund av minskande fri area i röret att helt utebli vid stängning av ventilen eftersom vi saknar tryckfall över ventilen.

Spjällventilens konstruktiva förutsättning att fullfölja sin uppgift kan därmed inte uppfyllas och ventilens tätande ytor kommer att deformeras intill de helt bryter samman. Spjällventilens tätytor och funktionsmönster är inte konstruerade för funktion i vatten som innehåller sediment eller sediment med fasta partiklar.

Det beskrivna förhållandets skadliga påverkan på tätytorna förstärks på ventil med kompletterande polymer tätning, i äldre nätsystem samt vid tunnelförläggning.

## 5 MATERIAL

### 5.1 Polymera material

Polymera material har under de senaste decennierna genomgått en mycket snabb utveckling. Dels har helt nya och mycket temperaturligare material tagits fram, men även tekniken för att göra materialen beständigare har förbättrats. Moderna och utvecklade polymera material kan i dag nyttjas för krävande funktion vid temperaturer upp till flera hundra grader.

Situationen år 1967 (Bild 5.1.1 redovisning nedan) var inte tillnärmelsevis så dokumenterad och fastställd. Vid denna tidpunkt befann sig plast och gummimaterial under kraftfull och intressant utveckling men fortfarande på en jämförelsevis med nuvarande situation en i det närmaste första utvecklingssteg.

Nya och spännande handelsnamn lanserades i snabb takt.

Av nedan redovisad (beskuren)sammanställning framgår den till delar ofärdiga och mycket generellt hållna produktinformationen vid denna tid för det polymera material som användes i spjällventiler.

Typ (beteckning enl. SIS 162001) Handelsnamn	Kemisk samman- sättning	Mekaniska egenskaper		Användnings- temp. °C		Kemisk beständighet mot				Ungjefärligt pris kr/kg	Produktion 1967 i 1000 ton	Typiska använd- ningsområden
		Brottgrens kp/cm <sup>2</sup>	Nötnings- beständighet	Max. (torr atmosfär)	Min.	väder och ozon	hydrolyt (varmvatten, vattenånga, svaga syror och alkali)	oxiderande ämnen även syror	bensin och oljor			
<b>Nitrilgummi (NBR)</b> Breon (Goodrich, England) Butacril (Distugil, Frankrike) Butakon (ICI, England) Butaprene (Firestone, USA) Chemigum N (Goodyear, USA) Elaprim (Montecatini, Italien) Hycar (Goodrich, USA) Paracril (Nauगतुक, USA) Perbunan N (Bayer, Tyskland) Krynac (Polymer Corp, Kan.) SKN (Ryssland)	sampolymer av 20–40 % akrylnitril och 60–80 % buta- dien	100– 250	god	130	–60	mindre god	god	mindre god	god	5	200	Gummidetaljer utsatta för bensin och oljor, t ex slangar, pack- ningar, tankar, mem- braner, m m
<b>Etenpropengummi (EPDM, EPM)</b> Dutral (Montecatini, Italien) Epsyn (Copolymer, USA) Keltan (DSM, Holland) Nordel (Du Pont, USA) Royalene (Uniroyal, USA) SKEP, SKEPT (Ryssland) Vistalon (Enjay, USA)	sampolymer av vanligen 60–70 % eten, 30–40 % prop- en (EPM) och vanligen med mindre mängd av tredje mo- nomer (EPDM), t ex 1,4-hexa- dien eller etylidennor- bornen	100– 225	god	140	–60	utmärkt	utmärkt	god	dålig	4	70	Kabelhöljen, lister för utomhusbruk och andra väderbeständiga detaljer
<b>Fluorgummi</b> Viton (Du Pont, USA) Fluorel (3 M, USA)	sampolymer av hexafluor- propen och vinylidenfluorid (FPM)	150– 200	god	250	–45	utmärkt	utmärkt (dock hög sättning i ånga)	god	utmärkt	125	1	För detaljer utsatta för oljor och lösnings- medel upp till höga temperaturer

Bild 5.1.1 Handelsnamn på tätande element. Redovisning från 1967

#### Molekylär struktur

Polymerer är mycket långa flexibla molekyler. I gummimaterial är dessa molekyler sammankopplade på ett fåtal punkter i en process som kallas vulkanisering. Molekylerna bildar då ett sammanhängande glest nätverk liknande ett fisknät fast i tre dimensioner. Molekylerna i nätverket har vid rumstemperatur stor rörlighet vilket leder till att materialet är relativt mjukt.

Molekylen är elastisk som en fjäder. Tänk er att dessa långa molekyler kopplas ihop i sina ändar och vi drar ut dem tillsammans. Detta är fallet i ett gummiband. I det här

läget släpper vi gummibandet varvid samtliga utsträckta molekyler drar ihop sig och också gummibandet. Effekten kallas gummielasticitet och fungerar naturligtvis bara om molekylerna är långa, mycket rörliga, inte brister och är sammanbundna med varandra.

Vid stora laster på gummimaterial brister några molekylkedjor och sammanbindningspunkter.

Materialet deformerar plastiskt och man får kvarstående deformationer. En liknande effekt kan man få om materialet belastas statiskt i samma punkt under lång tid.

Eftersom elasticitet beror av termisk rörelse försvinner den om materialet kyls under glastranstionstemperaturen. Materialet blir hårt och sprött. Samma sak händer om materialet deformerar med mycket hög hastighet som ex ett pistolskott. Om deformationshastigheten är högre än hastigheten hos den termiska rörligheten uppträder alltså materialet sprött.

### **Åldrande**

En av förutsättningarna för gummielasticitet är att molekylerna är långa och sammanbundna. Ett känt exempel är gamla gummisnoddar som tappat sin elasticitet och brister vid minsta töjning. Dessa långa molekyler är inte bara känsliga för mekanisk last, de reagerar även med till exempel syre och/eller metalljoner och går av.

De brister även av värme. Än värre blir situationen värme tillsammans med syre som snabbt leder till termisk oxidation, kedjebrott och därmed förlust av den lastbärande nätverksstrukturen. I sämsta fallet har man en kombinerad termisk, kemisk och mekanisk last på dessa svaga molekyler.

### **Stabilisering**

Nedbrytning av det lastbärande nätverket innebär brott av de individuella polymerkedjorna. Bindningsbrottet resulterar i bildning av reaktiva kedjeändar (fria radikaler) som kan reagera vidare och ger upphov till fler kedjebrott. För att den här processen inte ska bli självförstärkande (autokatalytisk) tillsätter man stabilisatorer som kan ta hand om de bildade radikalerna eller andra reaktiva föreningar bl a metalljoner. Stabilisatorerna hindrar därmed nedbrytning genom att själva reagera. På så sätt kan polymerers livstid förlängas och temperaturstabiliteten förbättras.

Regelmässigt tillsätter tillverkare av polymera detaljer stabilisatorer. För långtids- och högttemperaturapplikationer finns dessutom noggrant utprovade ”recept” för optimala resultat.

Ett indirekt mått på polymerens kvarvarande livslängd blir alltså halten av oförbrukad stabilisator i jämförelse med tillsatt mängd.

Generellt är dock inte egenskapsförändringar med tiden ett mått på livslängd. Dessa förändras endast långsamt till dess att inhibitorn tar slut och först då påverkas egenskaperna negativt.

Materialen utvecklas ständigt och förbättras från år till år. Bidragande orsaker är bl a nya katalysatorer för framställning av polymeren, förbättrade stabilisatorer och förbättrade processutrustningar.

## 5.2 Dagens produktkrav

Dagens EPDM kvaliteter är med rimlig sannolikhet beständiga nog att kunna klara 100-120 °C i 40-50 år. Det gäller dock obelastat tillstånd och inte under påverkan av fysiska hinder eller närvaro av andra ämnen som kan påverka nedbrytningstiden.

Av detta kan man dra slutsatsen att dagens EPDM-kvaliteter kan vara ett lämpligt materialval som slutliga tätande element i spjällventiler. Så är med rimlig säkerhet situationen i dag, men endast i det fall fysiska hinder inte tillåts påverka maskinelementet dvs. i rent vatten. Dagens material klarar med rimlig säkerhet att bibehålla sin funktionalitet som del i ett tätande element men detta gäller endast om materialet inte överbelastas eller utsätts för konstruktionsnedbrytande åtgärder. Så blir situationen om sediment eller sediment med fasta partiklar fastnar mellan tätyorna. Det polymera materialet i tätelementen kommer relativt snabbt att brytas ned på grund av materialvidrig överbelastning på grund av överskridet utnyttjande av materialets kompatibilitet, tryckhållfasthet, skjuvhållfasthet, samt under påverkan av avverkning och utblåsning. (5.2 nedan, 10.1)

Exempel på gummimaterial som i varierande omfattning tål förhöjd temperatur:

- EPDM som är en kolvätebaserad polymer (5.2)
- FPM (Viton) är ett handelsnamn för en fluorerad polymer som dock är känslig för hydrolys (d v s varmt vatten)
- Nitril (Nitril Butadiene Rubber) är ett syntetiskt gummi baserat på sampolymer av akrylonitril och butadien. Materialet anges som olje och värmebeständigt men får vid montage i vatten inte utsättas för högre temperatur än 70°C.

Följande egenskaper har i varierande omfattning betydelse för funktionen hos ett tätande element i en spjällventil:

- *Kompatibilitet, irreversibla förändringar.* Polymera tätningar får inte torka ut om de skall fungera på tilltänkt sätt. Eftersom en tätning både tätar mot en yta och utsätts för mekaniskt tryck mot den är de mekaniska egenskaperna av stor betydelse. En polymer måste därför behålla sin elasticitet över hela dess användningstid och den får inte påverkas i grad av betydelse till följd av termisk åldring. Sådana förändringar kan innebära formförändringar under tryck (compression set), relaxation (stress relaxation, d v s minskat kontaktryck över tid), ökad sprödhet, utveckling av ytsprickor eller krympning.
- *Kompatibilitet, reversibla förändringar.* Formförändring under tryck liksom relaxation kan vara delvis återgående (eventuellt långsamt). Dessa återgående effekter uppkommer oftast efter betydligt kortare tid, kanske timmar, jämfört med de irreversibla som kan utvecklas under månader och år.
- *Kemisk kompatibilitet.* Ett tätningselement får inte påverkas av fjärrvärmevattnet på ett sådant sätt att dess funktion kan äventyras. Olika tillsatser i vattnet kan vara något lösliga i polymera material, och detta påverkar egenskaperna. Observera att mättnad med vätska kan ta lång tid. För tillämpningar över kokpunkten kan löst vätska bilda gas och i värsta fall förstöra tätningen i samband med plötslig tryckavlastning.
- *Värmetålighet.* Materialet skall tåla förekommande temperaturer. Detta gäller för hela den tilltänkta livstiden. Det får inte förekomma förändring av materialets

egenskaper under produktens hela levnad. Det kan också ha stor betydelse vilken den kemiska miljön är, till exempel om det finns tillgång till syre.

- *Kompressibilitet (makrokonformitet)*. Tätelementet skall kunna anpassa sig till förekommande mekaniska påkänningar – samt variationer av dessa.
- *Återhämtning*. Materialet skall kunna återhämta sig med hänsyn till förekommande belastningsändringar som uppkommer till följd av temperaturändringar eller ändrade yttre mekaniska påkänningar.
- *Kryprelaxation*. Tätelementet skall bibehålla fastställda mått och egenskaper under fastställd tid och accepterade givna montagebetingelser.
- *Tryckhållfasthet*. En tätning eller läpptätning skall klara de konstruktiva påkänningar som kan förekomma utan att krossas eller extruderas.
- *Skjuvhållfasthet*. Tätelementet skall klara förekommande skjuvkrafter i ventilen.
- *Monteringskador*. Det är viktigt att en tätning inte skadas under monteringen.
- *Avverkning*. En tätning som utsätts för återkommande tryckförändringar kan komma att gnidas mot sitt underlag och därvid slitas.
- *Utblåsning (blow-out)*. Plötslig förändring av tryck kan leda till att materialet inte expanderar tillräckligt snabbt så att det uppstår en spalt mellan tätning och dess säte. Denna situation uppstår kortvarigt vid ventilmanövrer som utförs med fjärrvärmesystem i drift.

### 5.3 Ventilhus

Ventilens olika delar, hus, spjäll och axel har under den tid projektet beskriver utformats i olika material beroende på detaljens funktion och ställda krav. Vanligtvis utformades dock ventilhuset av stål, spjällaxel, spjällskiva och tätytorna i rostfritt material. Huset kan vara gjutet eller utformat av rördelar som bearbetats och därefter sammanfogats till en svetsad konstruktion.

Det allmänna inställningen för ventilutformning och material som var gällande under 50, 60 och möjligen en bit in på 70-talet har strängt taget varit att ventilen accepterades för installation på fjärrvärmesystem om den motsvarade tryckklass PN16 och av leverantören marknadsfördes som lämplig för installation på fjärrvärmesystem.

Efterhand som åren gick och grava kvalitetsbrister uppdagades påbörjades dock en viss ventilprovning i relativt liten skala, ibland på företagsnivå, vilken senare utmynnade i väl genomförd och konkret ventilprovning enligt ett program framtaget av dåvarande Svenska Fjärrvärmeföreningen. (Se 6.1)

Ny rörledningsnorm infördes 1978 (RN1978). Med utgångspunkt av denna norm aktualiserades en mindre branschdebatt om funktionalitet på ventiler i fjärrvärmesystem. Svensk Fjärrvärmes ventilprovprogram kompletterades därefter med kravet att ventilen skall vara konstruerad och tillverkad för att vara tät från båda sidor vid provtryckning med vatten vid minst 21Bar.

Vid markförläggning av fjärrvärmesystem skall sträckgränsventil användas. Sådan ventil skall vara konstruerad för att minst motstå en axiell spänningsnivå på 300N/mm<sup>2</sup> samt vara utformad med underhållsfri spindeltätning. Detta krav registreras genom att ett "S" (strong) stämplas på ventilens märkplåt.

**Anm.**

Under senare år har det på identifierade fabrikat vid några tillfällen framkommit allvarliga brister i mekanisk/termisk stabilitet på ventilen. Det har uppdagats i samband med avslutad insvetsning av ventilen och därpå följande täthetsprov. Konstruktionen på ventilen har visat sig alltför vek i strukturen för att motstå de utlösande värmespanningar som uppstår vid insvetsningen med resultat att ventilen blir skev/orund och därmed otät.

Vidare har det vid driftsättning av nyinstallerade ventiler förekommit ett stort genomflöde av helt oacceptabel volym redan vid första driftsättning. Orsaken till detta misslyckande visar sig förvånande nog vara att installation och injustering av externt manöverdon på ventilen är så bristfälligt utformad, utförd och injusterad att ventilen inte kan uppfylla ställda krav.

De här kortfattat beskrivna situationerna skall dock inte ligga som beslutsunderlag eller hänföras till ett negativt ställningstagande till spjällventilen som teknisk produkt i allmänhet. Situationen beskriver däremot i all sin tydlighet resultatet av oblyg marknadsföring med bristande leverans kvalitet av undermåliga produkter vilka inte motsvarar de lägst ställda krav på funktionalitet.

## 6 VENTILPROVNING OCH DRIFTERFARENHETER

Svensk Fjärrvärmeförening genomför självständigt eller efter önskemål från leverantörer, fastställda tester av ventiler avsedda för montage i fjärrvärmesystem. Provprogrammets utformning och krav framgår av ”Certifiering av avstängningsventiler D210” och är fritt att ladda hem från Föreningens hemsida.

Provprogrammet har till sin utformning förändrats endast marginellt sedan starten och utfallet av provningarna är därför fullt jämförbara och resultatsäkrade med dagens gällande provprogram.(2004)

### 6.1 Dagens ventilprovning

Dagens krav bygger på standarderna *SS ISO 5208 Industrial valves – pressure testing of valves* och *SS EN 488 Ventilenhet för sammanfogning med fjärrvärmerör*.

Svensk Fjärrvärmes tekniska bestämmelser D209 *Avstängningsventiler i fjärrvärme och fjärrkylesystem* (2004) redovisar de idag gällande krav och förutsättningar som branschen enats om för att genom provning av ventil bedöma ventilens lämplighet för montage i fjärrvärmesystem och fjärrkylesystem.

Denna bestämmelse kompletterades år 2004 med publikationen D 210 *Certifiering av avstängningsventiler. Program för provning och kontroll* (2004.) vilken ger medlemmarna i föreningen en möjlighet till produktcertifiering för ventiler, den så kallade P-märkning av ventiler.

D 209 har uppdaterats och modifierats vid ett flertal tillfällen under årens lopp medan D 210 *P-märkning av ventiler* infördes så sent som 2004.

P-märkningskraven är därmed ett relativt nytt provprogram och kan i det här projektet endast belysa de faktorer som branschen upplever som viktiga för funktionalitet och livslängd. Aktuella för P-märkning har därför endast ventiler av ståltätande eller mjukståltätande utförande varit och hittills har ingen spjällventil erhållit godkännande.

Den intresserade läsaren kan finna detaljerad och kompetent information om krav och utformning av ventilen vid provningen i de här båda publikationerna. Vidare framgår provprogrammets utformning i detalj samt de internationella och svenska normer som ligger till grund för provprogrammet.

I det fall ventilen är godkänd enligt kraven i D 209 finns detta angivet på Svensk Fjärrvärmes hemsida. Om ventilen även provats och godkänts enligt det frivilliga P-märknings-systemet finns även detta redovisat på Svensk Fjärrvärmes hemsida. För att P-märkningen skall vara gällande skall P-märkt ventil vara märkt med ”flödespilarna” och det aktuella certifikatnumret vara redovisat på ventilens märkplåt.

Av ventilprovningens moment fördjupar vi oss i detta projekt i täthetsprovet och de olika kraven på täthet som gäller beroende på ventilens utformning av tätytan.

Av ventilprovprogram framgår att ventilerna indelas i två klasser (Rate A resp Rate B) beroende på tätelementens material och dess funktion.

Här föreskrivs att ventil med tätande material av plast eller gummi (Rate A) skall vara tät. Inget läckage får finnas. Här ligger spjällventil med tillsats av polymer tätning.

Ståltätande/mjukståltätande ventil (Rate B) får uppvisa ett läckage på  $0.01 \text{ mm}^3/\text{s} \cdot \text{DN}$  ( $0,018 \text{ ml}/30 \text{ min} \cdot \text{DN}$ ) vid test med vatten.

Täthetskontrollen av avstängningsorganet genomförs från båda sidor under 30 min med 1,43\*PN (23 bar) och rent vatten.

Omräknas accepterat läckage för ståltätande ventil (Rate B) till volym/tim blir detta:

DN	ml/tim	DN	ml/tim
80	3,0	350	12,6
100	3,6	400	14,4
125	4,6	450	16,2
150	5,4	500	18,0
200	7,2	550	19,8
250	9,0	600	21,6
300	10,8	700	25,2
		800	28,8

Detta prov kompletteras därefter med cyklingsprov öppna/stäng enligt följande:

Cirkulerande vatten genom ventil med ett tryck av 18 bar. Täthetskontroll efter var 50:e cykel enligt ovan.

Antal cykler	Vatten temp.	Tryck (MPa)	Antal täthetsbestämningar
0 -100	10	1,1*PN	2
101- 200	70	1,1*PN	2
201- 300	120	1,1*PN	2

Kraven för godkännande kan uppfattas som höga, speciellt vad gäller antal cykler men man bör betänka att proven genomförs i rent vatten vilket i praktiken innebär en högst betydande reduktion av kraven i jämförelse med ventilens verkliga driftsituation.

#### Genomförd ventilprovning

För närvarande (april 2009) har ingen tillverkare/agent av spjällventiler ansökt om provning av spjällventil enligt av Svensk Fjärrvärme fastställd, nu gällande provprogram (jan 2004).

Av detta följer den uppenbara situationen att ingen spjällventil för närvarande kan redovisas med fastställda godkända provresultat från genomförd ventilprovning. Därmed bortfaller tillverkarens möjlighet till marknadsföring av ventilen som en av branschen godkänd och lämplig produkt för installation i fjärrvärmesystem.

#### Svetstrådtestet

Vid en tidigt genomförd testserie (1986) på 20 st ventiler varav 7 st spjällventiler i dim. 300-600 mm kompletterades då gällande provprogram med en förstörande provning genom test med metalliskt hinder. Testserien genomfördes och utökades genom att det i dimensioner upp till och med ansl. 200 mm placerades en svetstråd med en diameter av 1,5 mm mellan tätytorna varefter ventilen manövrerades till stängning. Därefter uppre-

pades täthetsprovet med stängd ventil.

För ventiler över ansl. 200mm placerades på motsvarande sätt en svetstråd av 2,0 mm mellan tätytorna.

Det utökade testet genomfördes i avsikt att simulera försmutsning av sediment med fasta partiklar i rören och dess inverkan på ventilfunktionen och tätande förmåga.

Resultatet av det kompletterade provet blev självfallet att det polymera materialet på ventiler med gummitätelement överbelastades vid svetstråden genom att makrokonformitet och tryckhållfasthet punktvis överskreds så till den grad att strukturen på tätelementet havererade. Det polymera materialet är dock elastiskt och ”förlåtande” och skadans allvarliga påverkan på tätfunktionen noteras oftast först efter ytterligare drifttid. Då har temperatur och flödesförhållandet i röret påverkat materialets skadade struktur fullt ut.

De ”metalltätande” ventilerna skadades självklart omedelbart och allvarligt i den punkt där svetstråden placerats vid detta prov. Tätningen deformerades där svetstråden placerats och ventilens tätande förmåga påverkades mycket negativt.

Solida tätytor av stål skadas på grund av sin hårdhet och utformning i mindre omfattning men ändå i sådan grad att ventilens förmåga till tätning omöjliggörs. Spjällskivan hindras rent fysiskt att täta mot sätet på grund av svetstråden samt att en metallisk skada nu uppstår på tätytorna och resulterar i otät ventil.

Detta så kallade ”svetstrådtestet” genomfördes som ett enstaka tillfälligt tilläggsmoment för utveckling av ventilprovningen. Ambitionen var att utforma ett provprogram som avspeglar de verkliga förhållandet som ofta råder i fjärrvärmesystem.

Moment togs dock efter denna provserie bort från ventilprovningen och därmed blev ventilprovningen fortsättningsvis genomförd i rent vatten utan simulering av sediment.

När momentet med ”svetstrådtestet” togs bort gav ventilprovningens program en betydligt ökad möjlighet att lansera den så kallade ”mjukstältätande” ventilutformningen.

## 6.2 Resultat av tidigare ventilprovningar

Ventilprovningsprogrammet har sedan provningarna inleddes på 70-talet genomförts på i stort sätt samma sätt. Undantag dock för det tidigare i texten relaterade (6.1 Ventilprovning svetstrådtestet) Det gör att resultaten från de olika serierna är jämförbara och kompletterar varandra. För användaren av ventilen är det dock viktigt att notera den provade produktens identifikation. Produktutveckling pågår ständigt och en till synes likvärdig produkt kan vara av annat utförande. Detta skall alltid framgå av ventilens märkplåt för att förhindra misstag.

Mellan 1986 och 1995 provades ventilerna i Studsvik och därefter övergick provverksamheten till SP i Borås.

Vid dessa ventilprovningar på totalt 21 st testade spjällventiler i dim 300-600 mm samt 1 st dim 700 mm underkändes 6 st, avbröts 2 st och genomgick godkänd provserie 13 st.

## 6.3 Ställningstagande och reaktioner från driftansvariga

Spjällventilen har genom en attraktiv prissättning och sitt relativt blygsamma utrymmeskrav under en följd av år varit ett intressant produktalternativ att montera i fjärrvärmesystemen.

*Nedan följer några framförda åsikter och ställningstaganden från företrädare i branschen med inriktning på spjällventilens funktionskvalitet.*

- Några beställare prioriterar spjällventilen framför annan ventilutformning trots dess kända svagheter. Detta vägval kan vara av utrymmesskäl eller för att även uppnå möjlighet till reglering.
- För att uppnå högre kvalitet på stängfunktionen har vi ibland tillgripit metoden att dubblera ventilerna vid installationen. På så sätt uppnår man en funktion av två tättytor som kan samverka med varandra i just detta nät. Beroende på tryckförhållandet i nätet kan resultatet vara acceptabelt men visar samtidigt vid närmare eftertanke spjällventilens dokumenterade bristande förmåga till långvarig pålitlig funktionalitet.
- Kraven på fullständig täthet kan i vissa situationer nedprioriteras av nyttjande organisation i syfte att jämka motstridiga ambitioner. Ur driftsynpunkt kan ofta ett genomflöde av 1-2 L/min eller något mer vid stängd ventil i Dim 500 mm vara helt acceptabelt. Genom anordnande av avtappning på lämpliga ställen utgör ett läckage i nämnd storlek inget hinder. Så länge flödet understiger gränsen för hinder att utföra fortsatt arbete är situationen inte allvarlig.
- Jag förstår egentligen inte föreningens syfte med ventilprovprogrammet. Varför föreskriver vår branschorganisation en ventilutformning som inte klarar testerna?
- Behovet av absolut täthet i funktionen i varje situation vid varje tillfälle anser vi inte vara absolut och därmed inte styrande.
- En stor upplevd brist i anslutning till installation av ventilen är bristande kvalitetsambition från leverantören vid injustering av manöverdonet på ventilen. Inte heller helt ovanligt att detta moment helt utelämnas eller förbises av ansvarig tekniker.
- Marknadsföringen av spjällventiler har vi ibland upplevt som ofullständigt redovisande med besvärande brister i erfarenhet från långtidsegenskaper, då i första hand polymera material.
- Erfarenheten från mångårig driftverksamheten visar entydigt på ett nedslående funktionellt kvalitetsresultat oavsett tätytans konstruktiva utformning.
- Spjällventiler i fjärrvärmenät visar sammantaget på en låg långvarig funktionskvalitet.

Mina kommentarer på de framförda synpunkterna blir med hjälp av en uppdelning i olika konstruktiva utföranden på ventilen.

1. Spjällventiler som är utformade med kompletterande tätelement i form av O-ring, bälgtätning eller läpptätningar o.dyl. av polymert material (äldre utformning) har under de första åren i drift uppvisat goda tätande egenskaper. Utformningen av tätytan med komplettering av polymert material är inledningsvis ”förlåtande” i sin funktionalitet. Efter några år noteras dock ett tilltagande genomflöde och spjällventilen har med mycket få undantag helt upphört att fullfölja ens små krav på tätande funktion. Det polymera materialet förmår inte uppfylla sin funktion i de rådande situationerna. Att observera är dock att de tryckförhållanden som ventilen i daglig drift skall behärska ofta ligger på 12-15 Bar vilket är långt under fastställda provparametrar.

2. Ventiler med ståltätytor eller utformade som mjukstålstängande konstruktion (introducerades på marknaden tidigt 80-tal) uppvisar vanligen ett mindre läckage

som kvarstår några år men mer sällan en helt fallerande funktion. Denna konstruktion skadas allvarligt av sediment med fasta partiklar i rörledningarna.

3. Några fabrikat som introducerats under senare årtionde har redan vid installationen uppvisat så bristfälliga tätande egenskaper att de inte ens med lägst ställda krav kan godkännas som avstängningsorgan. Ventilerna kan endast betraktas som undermåliga.

Vid samtal med driftansvariga företrädare för medlemsverken har det framkommit högst varierande uppfattningar om orsakerna till bristerna i funktionen på spjällventiler. Även bestämda personliga uppfattningar om upplevda brister på enskilt specifika produktmärken har framförts.

Påverkande faktorer kan exemplifieras med:

- Verksamhetens varierande krav på fullständig täthet på ventilen
- Kemiskt sammanbrott av det polymera materialet (äldre utformning)
- Systemets drifttemperaturer över året
- Placering i fjärrvärmesystemet
- Graden av försmutsning med fasta partiklar i nätets huvudledningar
- Montagefel (brist på installationsanvisningar)
- Mekanisk överbelastning (kompensatorsystem och i kammare)
- Dimension (ökad felfrekvens på större dimensioner)
- Undermålig produkt, ej ursprungligen konstruerad och utformad för montage i fjärrvärmesystem

## 7 MONTAGE

### 7.1 Installation på rörsystem

Tätytan på de äldre/enklare ventilerna utgörs av polymert material som i olika utsträckning beroende på ventilens utformning skall komprimeras mot ett anpassat anhåll.

Den mer utvecklade konstruktionen är utformad så att en väl utformad och för funktionen anpassad och i någon mån eftergivlig stålyta bringas att omsluta en väl bearbetad och slipad tätyta på spjället.

Det är av största vikt att dessa ytor skyddas från mekanisk våld under transport av ventilen och vid installationens olika skeden.

Spjällventilen skall alltid transporteras och monteras med ventilen i lätt ansatt stängt läge. På så sätt skyddas tätytorna från skador vid transporten, svetsstänk vid installation och mekanisk åverkan.

En stark rekommendation är att ventilspindeln monteras i vågrät position för att maximal nytta kan hämtas av tryckfallets genomspolning av ventilen och därmed förbättrade förutsättningar för mindre och färre skador på tätytorna vid stängning.

Efter inmontering får ventilen endast öppnas i samband med första rengöring av rörsystemet och därefter endast manövreras med vatten i systemet på grund av skaderisk på tätytorna (2.5 samt 4.3).

Vidare skall insvetsning av ventilen på rörsystemet alltid ske enligt de montageanvisningar och tekniska beskrivningar som leverantören medsänder och föreskriver. Vid felaktigt svetsförfarande kan otillåtna termiska spänningar resultera i skevhet och ovalitet av ventilhus med nedsatt funktionalitet som följd.

### 7.2 Installation i pumpstation

Spjällventilen är ofta förekommande som avstängare på båda sidor om distributionspumpar eller på s.k. bypassledning i pumpstationer.

De kända svagheter för spjällventiler, vilka redovisas i denna studie, minimeras inte helt sällan i de här installationerna genom montage av 2 st ventiler i serie omedelbart intill varandra och kompletterad med mellanavtappning där emellan.

Vid utvärdering av framförda uppfattningar för spjällventiler installerade i pumpstationer har även positiva erfarenheter på god och relativt långvarig funktionalitet framkommit.

*Tänkbara orsaker till detta kan vara:*

- Krav på täthet i funktionen är inte absolut
- Ventiler monteras dubblerade med mellanavtappning
- Ventilens placeringen i rörsystemet ligger nära ett eventuellt filter
- Ventilen är ofta placerad högt i förhållande till distributionsnätet samt har alltid ett stort flöde som håller ansamling av partiklar i ventilen på en låg nivå
- Behovet av ventilens funktion kan vara begränsad till en inträffad nöd- eller haverisituation då ventilens förmåga till fullständig täthet blir av något underordnad vikt

### 7.3 Termiska längdförändringar

Det är allmänt känt att stål utvidgar sig med 1,2mm/m/100°C. Detta förhållande råder generellt och är en känd faktor som vid varje enskilt tillfälle måste hanteras vid konstruktion av ett fjärrvärmesystem.

För att eliminera merparten av de termiska krafternas inverkan på ventilen och dess funktion har man under årens lopp använt sig av systemlösningar av varierande utformning.

Några exempel på åtgärder för att minska den mekaniska belastningen på ventilhuset:

- Montering av kompensator eller speciellt utformad expansionsupptagande bälg. På detta sätt minskar man drastiskt eventuella mekaniska krafter i systemet.
- Installation av lyror, U-bågar, Z-slag eller lokalt anpassad expansionsupptagande utformning av rörsystemet. Utförandet höjer anläggningskostnaden vid byggande av systemet men påverkar funktionaliteten positivt då genererade krafter på grund av termisk påverkan på stålet i förväg kan beräknas med tillräcklig säkerhet.

#### 7.4 Sträckgränsventiler

Markförläggning av spjällventiler är relativt ovanligt men däremot montage i betongkammare för markledning eller annat separat utrymme är vanligt förekommande. I det fallet kan ventilen utsättas för fullt termiskt genererade axiella krafter och därmed stora påkänningar på ventilhus.

Vid införandet av RN 1978 blev det under vissa förhållanden accepterat att beräkna och förlägga direktskummade PEH- mantlade fjärrvärmerör i mark utan att montera annan komponent för expansionsupptagning.

En av förändringarna i Rörledningsnormen (RN 1978) var att (metod 2) tillåter att rörmaterialen belastas utöver sin sträckgräns under förutsättning att belastningen är kraftstyrd samt att risk för plastisk knäckning inte finns. Det förändrade men inte helt oomstridda synsättet på hantering av spänningar i stål ger större utrymme att endast utnyttja stålet som reglerande axiell komponent.

Metoden accepterades snabbt av branschen och resulterade i snabba och omfattande förnyade föreskrifter för projektering och spänningsberäkning vid byggande av fjärrvärmesystem.

Metod 2 förutsätter dock användande av sträckgränsventiler (S-ventil) vid ledningsförläggning i mark. Dessa ventiler har utformats med förstärkta ventilhus, beräknade och testade av leverantör, garanterade att tåla en axiell belastning av min. 300 N/mm<sup>2</sup>.

(Utvärdering av användande av RN 78, metod 2, för anläggande av fjärrvärmesystem samt drifterfarenhet av S-ventiler( sträckgränsventiler) ingår inte i detta uppdrag).

#### 7.5 Långtidsegenskaper

Spjällventilen har sin styrka i det fåtal rörliga komponenter som bildar dess funktionalitet. De rörliga delarna är axeln i ventilhuset samt i större dimensioner den kompletterande snäckväxeln. Samtliga delar utsätts för mekaniskt slitage endast vid manövreringstillfället.

#### 7.6 Underhåll

Spjällventilen har som enskild produkt ett mycket blygsamt behov av underhåll. Det är fullt tillräckligt med en funktionskontroll och okulär täthetskontroll några gånger per år. Spjällventiler i dimension ca 200 mm och uppåt är vanligtvis utrustade med en snäckväxel av relativt enkel mekanisk konstruktion. Enkelheten i konstruktionen borgar ofta

för en robust funktionalitet med goda långtidsegenskaper. Växeln är smord via fettnipplar eller genom fett/grafitkräm i växelhuset och skall därför kontrolleras och ev. kompletteras med smörjmedel någon gång per år.

Varje enskild spjällventil bör manövreras till ändlägen och i normal driftsituation samt enligt leverantörens anvisningar vid minimum ett tillfälle per år. På så sätt kommer viss renspolning av ventilen att ske vilket i sin tur minskar risken för att stor mängd avlagringar och sediment ligger i anslutning till täytorna.

## 8 KUNDPÅVERKAN

Spjällventilen har monterats i nätet med den självklara förutsättningen att fullgod funktion skall råda för produkten i hela dess livslängd. En i förtid trasig eller bristfälligt fungerande ventil utgör därmed ett uppenbart och besvärande bevis på en tveksam ekonomisk investering och resulterar i ett försämrat ekonomiskt resultat vid en utvärdering av investeringen. Förtida utbyte av ventil på grund av funktionsbrist resulterar fullt logiskt i försämrade leveranssäkerhet till kund eller kundkollektiv.

Ett ofta framfört argument vid marknadsföring av spjällventiler har varit att det går att utföra reparation av ventilens tätande funktion med ventilen kvar sittande på plats och på så sätt vinna tid och ekonomiska fördelar relativt annan ventilutformning. Argumentet är inte sakligt korrekt i fjärrvärmesystem och bör endast uppfattas som delvis riktigt beskrivet.

### 8.1 Byte av driftsatt ventil på distributionsnät

Ventilerna på distributionsnätet är alltid svetsade och därmed inte helt enkla att ersätta. För utbyte av t.ex. tätelement på ventilen är det en förutsättning att den närmast liggande ventilen uppströms och nedströms är stängd och tät samt försedda med mellanavtappning. (Minsta avstängningsbara enhet\*2 + avtappning) Resultatet blir vanligen att det krävs en fullständig avstängning och säkring av relativt stor del av distributionsnätet om en enskild ventil skall åtgärdas.

I det fall ventilen är dim ca 500 mm eller större kan dock åtgärden teoretiskt och eventuellt fysiskt utföras, efter avsvälning av rörsystemet, av kunnig person genom manuellt arbete inifrån röret.

På klenare dimensioner krävs avstängningsåtgärder och säkring av systemet lika ovan beskrivet. Därefter måste aktuell ventil göras åtkomlig för reparation utifrån genom att skära upp röret intill den aktuella ventilen och frilägga denna i sådan omfattning att reparationen kan utföras. Även i detta fall krävs avsvälning av rörsystemet innan arbetet kan utföras men även demontering av isolering.

### 8.2 Byte av driftsatt ventil i produktionsanläggningar

Ventiler i produktionsanläggningar kan i undantagsfall vara monterade med flänsförband. Åtgärden blir i sådana fall något enklare eller snabbare genom demontering av ventilen, men erfarenhetsmässigt genomför man mer sällan en reparation av ventilen just vid samma tillfälle som ventilen är demonterad. Det effektivaste tillvägagångssättet och även det tidsmässigt snabbaste arbetssättet är i stället ett utbyte av den defekta ventilen till en ny eller tidigare genomgången och reparerad ventil.

I det fall ventilen är svetsad sker åtgärden på samma sätt som vid åtgärder på distributionsnätet.

### 8.3 Demontering av hela ventilenheten

Det helt dominerande arbetssättet för att avhjälpa fel på avstängningsventil är att demontera ventilen komplett och vid samma tillfälle ersätta med ny (förbättrad) ventil. Stora delar av nätet måste vara avstängt, säkrat och avtappat vid åtgärden. En positiv del i arbetssättet är möjlighet till planerat genomförande av arbetet, modernare utförande av ventilen och inspektion av det närmaste rörsystemet. Vidare att i förväg

förse ventilen med påsvetsade svetsändar inklusive förbigångsventiler som anpassas till aktuell rördimension i enlighet med installationsanvisningarna.

#### **8.4 Restvärde**

Spjällventiler med den konstruktion och utformning som omfattas av detta uppdrag och som därmed suttit monterade i nätet i 10-60 år har inget ekonomiskt restvärde utöver skrotvärde.

#### **8.5 Dolda kostnader**

En trasig ventil tillför inget värde i verksamheten men den funktionella bristkostnaden kan i stället vara betydande även om de inte alltid är uppenbara till hela sin omfattning. Det mest uppenbara i situationen är att varje åtgärd på nätet som beror på felaktig ventil innebär att ett större område än planerat måste säkras.

Fler kunder drabbas av längre tids avstängning, kundnöjdheten minskar och förståelsen och acceptansen för åtgärden avtar mycket snabbt från kundernas sida.

Större insats krävs av fler personalkategorier vid åtgärd på nätet vilket höjer kostnaden. Längre insatstid av entreprenörer vid sådana arbeten driver även upp omfattningen på arbetet och därmed insatskostnaden.

## 9 SLUTSATSER

*En ventil som inte förmår uppfylla sin förväntade funktion tillför inget värde men kan påföra verksamheten en riskkostnad som överstiger ventilens utbyteskostnad.*

Flertalet av de redovisade bristerna i funktionen på spjällventiler beror på otillräcklig insikt om ventilens förutsättning till fullgod funktion i nätet. Det finns alltför ofta från beställarens organisation en bristande respekt och förståelse för vilken avgörande betydelse de samlade parametrarna i fjärrvärmesystemet utgör för ventilens funktionalitet vid montage och i drift-situationen.

Ventilhusets utformning och stabilitet är av stor betydelse för att uppnå höga kvalitetskrav och säkrad funktion under många år på spjällventilen. Måttnoggrannhet och tillverkningskontroll skall hålla fastställda krav med snäva toleranser.

Vid användande av spjällventil skall endast s.k. sträckgränsventil (min 300 N/mm<sup>2</sup>) monteras.

### 9.1 Generella slutsatser och påverkande faktorer

- Spjällventilen i sin nuvarande utformning och funktion uppvisar konstruktionsbrister och funktionsbrister i sådan omfattning att fjärrvärmebranschens systemtekniskt verkliga behov av produkten bör ifrågasättas och penetreras.
- De spjällventiler som installerats i våra fjärrvärmesystem under 50-, 60- och 70-talet hade ofta sin konstruktion hämtad från avstängningsventiler i industriapplikationer, vattenledningssystem eller spilledningar. Det polymera tätningsmaterialet som dessa ventiler utrustats med motsvarade på intet sätt de krav på lämplighet och funktionell livslängd som krävs i ett fjärrvärmesystem.
- Det polymera materialet hade på ett mycket bristfälligt sätt testats av leverantörerna och i flertalet fall saknades accelererade tester (långtidsprov).
- Spjällventilens i grunden enkla och funktionella utformning förutsätter för en fullgod stängfunktion och livslängd ett strömmande media utan närvaro av metalliska restprodukter på tätytorna.
- Beställarkompetensen lämnade i en del fall en del övrigt att önska. Möjligheten att genomföra en konstruktivt hållen diskussion inför inköpstillfället blev därmed starkt begränsad.
- Endast spjällventiler av s.k.sträckgränsutförande (S-ventil) skall installeras i mark.
- Felaktigt handhavande, montage och manövrering av ventilen i samband med installationen resulterar i skadade tätytor och starkt förkortad livslängd på ventilen.
- Ansamling av sediment i ventilen resulterar i snabbt haveri av ventilen. Sediment med fasta partiklar får inte förekomma på tätytorna i samband med en stängning och raserar tätytorna mycket snabbt.
- Spjällventilen är till sin utformning olämplig för montage i varje nät som uppvisar sediment med inslag av metalliska partiklar.
- En spjällventil får efter driftsättning endast manövreras i fluid med tryckfall över ventilen. Detta för att största möjliga renspolning av tätytorna skall ske.

## 9.2 Spjällventiler med polymer tätning

Grunden för en god tätande funktion ligger i att de tätande ytorna skall möta varandra med stor exakthet, fastställd mekanisk kompression över hela tätytan vid varierande temperatur och monteringsläge.

Vid ventilmanöver i ett givet rör med sediment på botten av röret i sådan omfattning att ventilens tätytor berörs vid stängmanöver, kommer tätfunktionen relativt snabbt att försvagas och efterhand bli helt otillräcklig.

- Det polymera materialet har inte motstått åldrandet i den miljö det monterats. Tätmaterialet har av flertal anledningar (avsnitt 5) mist sin förmåga till ett fungerande maskinelement och därmed aktivt tätande funktion.
- Sediment lägger sig på delar av tätytorna och förhindrar genom ojämn måttökning därmed tätning.
- Sediment lägger sig på det polymera materialet vilket resulterar i alltför stor komprimering av materialet. Resultatet blir ett sönderfall av tätningen i form av ytsprickor eller deformationer intill avverkning eller bristande kompressibilitet uppstår (makrokonformitet).
- Utblåsning av tätning vid ventilmanöver. Denna situation har ofta sitt ursprung i de ovan redovisade bristsituationerna. Förhållandet förvärras av rapporterade drifterfarenheter vilka starkt indikerar helt otillräcklig kemisk kompatibilitet resp. värmetålighet på det polymera materialet.
- Fasta partiklar i form av svetstråd, svets och slipslagg, verktyg, små stålbitar m.m fastnar på ventilens tätytor och förhindrar tätande funktion. Detta förhållande resulterar i helt havererad tätningsfunktion hos ventilen.

## 9.3 Spjällventiler med kombinerad tätfunktion

- Ventiler utformade med dubbla spjäll, läpptätning eller polymert material i ventilhusets tätyta uppvisar samma skademönster som ovan beskrivits. Den helt dominerande orsaken till den bristande förmågan till tätande funktion är även i detta fall det polymera materialets nedbrytning och sedermera fullständiga sönderfall.

## 9.4 Spjällventiler med ”mjukståltätning”

Tätytorna skall vara bearbetade till stor planhet och ytfinhet. Rimliga mått vid bearbetningen av tätytorna resulterar okulärt i ett intryck av ”matt spegelglans” vilket innebär ytor med mycket god passning och formstyvhet.

- Fasta partiklar i form av svetstråd, verktyg, små stålbitar o.dyl. kan fastna i lamellens tätytor och förhindrar tätande funktion. Situationen resulterar inom kort i en läckande ventil och efter ett fåtal stängrörelser i helt havererad tätningsfunktion hos ventilen.
- Sediment lägger sig på del av tätytorna och förhindrar genom ojämn måttökning därmed tätning.
- Frekvent utnyttjande av stängfunktion resulterar i nötning av tätytan. I ett rent ledningssystem, korrekt installation och manövrering av ventilen resulterar detta i en minskad men inte helt havererad täthet (funktionalitet) i ventilen.
- Konstruktionen är i jämförelse med den äldre utformningen med polymert tätnings-

material, mindre förlåtande mot skada på täytorna beroende av fasta partiklar som fastnar i ”bälgen”.

### 9.5 Spjällventiler med solida ståltätytor

- Ventilen har i förhållande till de andra typerna av utförande redan vid konstruktions-tillfället en ytterligt begränsad förmåga att från båda sidor uppfylla fastställd täthet. Svårigheten tilltar vid ökad dimension.
- Har relativt övriga konstruktioner en inledningsvis bättre tålighet mot sediment-ansamling i ventilhus.
- Skadas allvarligt vid stängning av sediment med fasta partiklar på täytorna.
- Sediment på täytorna leder till tilltagande läckage.

### 9.6 Ventilprovning

Som denna studie redovisar är inte den nu gällande utformningen av ventilprovprogrammet (2004) till alla delar helt anpassade till sitt ändamål. Ventilerna bör provas i miljö så nära det verkliga förhållandet som över huvud taget går att uppnå. Detta för att aktivt och kompetensinriktat kunna medverka i utveckling och funktionalitet av ventilen i en positiv och korrekt riktning.

Ventilprovningen har till deluppgift att redovisa resultat från provverksamheten och på så sätt delta i konkret och funktionell utveckling av produkten.

Det delmoment i det nu gällande ventilprovningsprogrammet som bör vara aktuellt för översyn är att så långt som möjligt definiera vattnets innehåll av sediment och fasta partiklar. Detta i avsikt att förnya ventilprovningens olika delmoment och efterlikna verkliga förhållanden.

# 10 KONSTRUKTIONSKRITISK INSTALLATION

De spjällventiler som installeras i våra fjärrvärmesystem och som omfattas av denna studie har några gemensamma konstruktiva svagheter.

Spjällventilen uppnår sin funktionalitet att täta mot genomströmmande flöde genom att en rörlig yta genom mekanisk kraft ansätts en motsvarande anpassad yta och därmed uppnår ett tätt förband.

Denna princip är lika för olika fabrikat av spjällventiler och helt logiskt även för samtliga utföranden av spjällventiler i denna studie. Den äldre utformningen är mestadels kompletterad med tätelement av plast eller gummi för att uppnå en helt tät konstruktion men funktionen är likafullt uppbyggd för att ansätta ett rörligt maskinelement mot ett annat fast maskinelement genom utnyttjande av mekanisk kraft.

## 10.1 Konstruktionsutveckling

Den senare konstruktionen med ”mjukstältätning” har samma grundkonstruktion men har i bästa ambition utvecklats och förfinats genom att spjällaxeln och skivan i förhållande till rörcentrum placerats på så sätt att spjällskivan beskriver en excentrisk, dubbelexcentrisk eller trippelexcentrisk rörelse vid stängning i avsikt att uppnå bättre och säkrare tätande funktion. Stängfunktionen har i slutskedet av rörelsen en kortvarig metallisk glidande rörelse mellan ytorna. Omfattningen av denna lilla glidande rörelse mellan tätytorna varierar något mellan de olika fabrikaten men inte i sådan omfattning att konstruktionerna kan anses som olika till funktion och påverkan.

Den enklaste utformningen av de tätande maskinelementen är utförandet med solid stältätning. Även denna konstruktion är utformad med samma synsätt som de tidigare beskrivna och fullgod funktion eftersträvas även här genom att två mycket väl bearbetade och slipade stålytor pressas mot varandra med tillräcklig kraft för att förhindra ett genomflöde. En förutsättning för god eller acceptabelt tätande funktion på denna konstruktion är att mekanisk bearbetning av ytorna vid tillverkningen genomförs med mycket stor måttnoggrannhet samt nyttjande av ett temperaturstabilt ventilhus och spjällskiva.

En grundförutsättning för att den konstruktionsprincip som här beskrivs skall vara framgångsrik är att funktionen sker i ett rent media. Varje inslag av partiklar i mediet kommer annars förr eller senare att bryta ned tätytorna i sådan omfattning att funktionen raseras.

Eftersom spjällventilens tätfunktion är konstruerad för och förutsätter stor måttnoggrannhet med metallisk täthet (kompletterad med polymert material) mellan två ytor, saknas förutsättningarna till flerårig ostörd funktion i detta utförande om föroreningar tillåts komma i kontakt med tätytorna vid stängmanöver.

Spjällventilen i dess nuvarande utformning är som konstruktion därför olämplig att montera i ett fjärrvärmesystem som innehåller eller kan innehålla sediment eller sediment med fasta partiklar. Dessa partiklar kommer ofrånkomligt att på sikt bryta ner funktionaliteten. Situationen förvärras mångfalt om ventilen monteras på huvudledningarnas lågpunkter i systemet.

# 11 REFLEKTION

Spjällventilen har under ett halvsekel varit en intressant produkt att montera som sektionerande element i fjärrvärmesystem. Konstruktionen har en attraktiv prisbild i förhållande till motsvarande alternativ som t.ex. kulventil och kikventilen. Vikten är jämförelsevis låg och utrymmesbehovet är litet och det i sin tur leder till möjliga besparingar av utrymme och kostnader för upphängningar, fundament, styrningar och åtkomlighet för personal.

Spjällventilen i sitt senare utförande är även en acceptabelt duglig reglerventil med god livslängd och rimlig ljudnivå i funktionen.

Det finns ett flertal tillverkare och leverantörer med möjlighet att leverera spjällventiler upp till 1600mm anslutningsdimension såväl med svetsanslutning som fläns, gäng och sandwichförband.

Ventilen är i det närmaste underhållsfri och enkel i sin utformning, skadefrekvensen på ventilhus, svetsar och manöverorgan är mycket låg, näst intill obefintlig, vilket ger personalen trygghet mot skador eller haverier där risk kan uppstå för utströmmande hetvatten.

*Samtidigt uppvisar spjällventilen ett flertal nackdelar varav några av dessa är helt avgörande och tungt styrande vid en kvalitativ utvärdering.*

## 11.1 Äldre utformning

De äldre spjällventilerna med tätelement av gummi/plast o.dyl. som fortfarande finns monterade i våra fjärrvärmenät har helt upphört att garantera sin funktion. Det går inte att förlita sig på ventilens förmåga till sektionering. Tätningarna har helt mist sin förmåga till deltagande i en stängfunktion. Utan undantag har det polymera materialet spruckit, hårdnat eller lossnat och försvunnit från ventilen på grund av nedbruten materialstruktur.

Dessa ventiler fyller ingen funktion i systemet utan kan i stället utgöra en skaderisk genom att invagga driftpersonalen i en falsk säkerhetskänsla som ventilen inte förmår att uppfylla.

Orsaken till sönderfallet är dels tätningarnas dokumenterat kemiska och strukturella kollaps men även påverkan av sediment och sediment med fasta partiklar i rörsystemet.

Även om tätytorna i spjällventilen utformades med användande av dagens mycket goda kvalitet på det polymera materialet kommer tätningarna att rent fysiskt överbelastas av de beläggningar och fasta partiklar som ligger i rören med resultat att tätytorna efterhand kommer att skadas intill sönderfall.

## 11.2 Senare utformning

Ventiler utformade med solid metalltätning på tätytorna har hittills inte visat sig klara täthetskraven i ventilprovprogrammet. Vid goda betingelser vad gäller placering i nätet, noggrannhet vid montering och vattnets renhet kan dock ventilen anses som ett andrahandsalternativ om man inser och är medveten om den otäthet som konstruktionen lider av. Men kvarstår dock faktum att den konstruktiva utformningen inte motsvarar de ställda kraven i ventilprovprogrammet, för montage i fjärrvärmenät.

Den nyare konstruktionen som introducerades på marknaden 1980, med utformning med ”mjukstältätning” av varierande konstruktion är ett berömvärd försök att bemästra

några av spjällventilens svagheter. Konstruktionen har dock små möjligheter till fullständig framgång och likaså att uppfylla samtliga krav i nu gällande ventilprovning. Stötestenen är kravet på en i det närmaste fullt praktisk täthet från båda sidor.

Den sista och avslutande och även tätande stängfunktionen i denna konstruktion bygger på ett visst mått av glidande metallisk kontakt mellan spjällyta och sätesyta. Spjället kliver ”in i och utvidgar” sätesringen. Det leder till slitskador på ytan vilket resulterar i stigande läckage i ventilen, vilket även dokumenterats vid några ventilprovningar.

Om slitaget vid ventilmanövers slutmoment mångfaldigas genom närvaro och påverkan av sediment och sediment med metallpartiklar är långtidsegenskaperna för fullgod funktion i det närmaste utsiktslösa.

Under senare år har nya importerade fabrikat av spjällventiler försökt att etablera sig på marknaden. Ventilernas tekniska utformning är i princip en kopiering av befintliga redan existerande och tillför därmed i sig inget nytt steg i en efterlängtd teknisk utveckling.

### 11.3 Resultat av studien

Svensk Fjärrvärmes ventilprovningsprogram redovisar de krav på funktion och livslängd på ventiler som branschen funnit lämplig. De äldre ventilprovprogrammen från 1986 till 1993 har resulterat i ett mindre antal godkända ventiler. Efter några års utvärdering i drift och konstaterade brister i utlovad tätfunktion kan var och en inse att de då gällande kraven för godkännande visat sig alltför lågt ställda.

Till det nu gällande provprogrammet (januari 2004) har inte någon tillverkare eller leverantör genomfört fullständigt godkänt prov av spjällventil vilket naturligtvis ger till resultat att ingen leverantör av spjällventiler genom denna test kan visa att ventilen är lämplig för montage i ett genomsnittligt Svenskt fjärrvärmenät enligt de värderingar som branschen enats om och som Svensk Fjärrvärme föreskriver.

En logisk slutsats av den rådande situationen för spjällventiler i fjärrvärmesystem blir därför ett konstaterande att spjällventilen i dess nuvarande utformning inte är en fullt utvecklad och tekniskt färdig produkt för montage i fjärrvärmesystem. Prestanda, funktion och livslängd på ventilen motsvarar inte ställda krav och spjällventiler bör därför i sin nuvarande utformning inte installeras i våra fjärrvärmesystem.

### 11.4 Förslag på inriktat utvecklingsarbete

Spjällventilen, betraktat som teknisk produkt, är i många fall en bra produkt men den är konstruktivt inte utformad för montage i ett ”normalt smutsigt” fjärrvärmesystem. Tätyornas utformning i kombination med fasta partiklar i nätet leder till snabbt avtagande möjlighet till fullgod tätning.

I den fortsatta kvalitetsutvecklingen av spjällventilen bör följande faktorer belysas i avsikt att utveckla spjällventilen och anpassa den till en kvalitetssäkrad teknisk installation i nätet.

- Erbjud tillverkare och agenter av spjällventiler en uppdaterad behovsanalys för ventilens egenskaper/prestanda. Erbjud samarbete och feedback från branschen.
- Förutsättningarna till kvalitetssäkrad funktion för spjällventiler i ett genomsnittligt försmutsat mediavatten i fjärrvärmesystem bör klargöras.

- Till vilken omfattning och sammansättning kan sediment och fasta partiklar accepteras i våra nät. Vilken påverkan får detta på spjällventilens konstruktiva utformning och materialval.
- Är täthetskraven i dagens ventilprovprogram kanske alltför hårt satta? Kan erfarenhet av närliggande branschkollegors syn på (i det närmaste) fullständig täthet resultera i förändrade krav eller funktion. (T.ex. Rate D)
- Den enskilda ventilens placering i det individuella nätet är starkt kvalitetsstyrande. En placering på högpunkt ger en betydligt skonsammare funktionalitet jämförbart om ventilen monteras i lägre partier.
- Framförd uppfattning från driftansvariga i fjärrvärmebranschen visar att betydligt lägre krav på täthet men med uthållig och stabil funktionalitet i många fall kan accepteras.
- Informationsmaterial för transport, installation, drift och underhåll bör framarbetas av leverantörer och tillverkare av ventilen.

## 12 REFERENSER

- 1 *Avstängningsventiler i Fjärrvärme och Fjärrkylesystem*. Tekniska bestämmelser Svensk fjärrvärme D209 Januari 2004
- 2 *Certifiering av avstängningsventiler*. Program för provning och kontroll Svensk Fjärrvärme D210 Januari 2004
- 3 Sjöblom R  
*Kopplingar i fjärrvärmesystem*. Svensk Fjärrvärme, Rapport, FVF 2004:107
- 4 Svend Fredriksen, Sven Werner  
FJÄRRVÄRME Teori, teknik och funktion Studentlitteratur 1993
- 5 R. Weisbrod Dipl.-ing.  
Armaturen-Technik. Vereinigte armaturen-gesellschaft MBH. Mannheim 1973
- 6 *Läggningsanvisningar för fjärrvärmerör*. Tekniska bestämmelser. Svensk Fjärrvärme FVF D:211 Juni 2001
- 7 Pirjo Sparig Neles-Jamesbury *The valvebook* 1990



Fjärrsyn – forskning som stärker konkurrenskraften för fjärrvärme och fjärrkyla genom ökad kunskap om fjärrvärmens roll i klimatarbetet och för ett hållbart samhälle, till exempel genom att bana väg för affärsmässiga lösningar och framtida teknik. Programmet drivs av Svensk Fjärrvärme med stöd av Energimyndigheten. Mer information finns på [www.svenskfjarrvarme.se/fjarrsyn](http://www.svenskfjarrvarme.se/fjarrsyn)

## SPJÄLLVENTILER I FJÄRRVÄRMENÄT

Här redovisas spjällventilens tekniska möjligheter att uppfylla kraven på funktionalitet i fjärrvärmesystemen. Att prova spjällventilen enligt fastställda normer är en förutsättning för att kunna jämföra prestanda med andra likvärdiga produkter.

Rapporten redovisar vilka delsystem och parametrar som utgör de största utmaningarna till en fullgod och säker funktion. Faktorer som påverkar funktionen påverkar i sin tur även kundvården och kundens förtroende för fjärrvärmens.

Resultaten visar att spjällventilen i sin nuvarande tekniska utformning och funktion inte förmår att uppfylla samtliga krav som fastställts för montage i fjärrvärmesystem. Men med en rimlig teknisk insats går det att utveckla dagens spjällventil till en väl anpassad produkt.

