

PRESSKOPPLINGAR MED O-RING
- tillämplighet i fjärrvärmesystem

PRESS FITTINGS WITH O-RINGS
- applicability in district heating
systems

Rolf Sjöblom
Tekedo AB

december 2002

FÖRORD

Sedan en tid har presskopplingar med o-ring marknadsförts för användning i fjärrvärmesystem i Sverige. Ett antal anläggningar har också installerat de nya komponenterna och erfarenheterna hittills är goda.

Standardiserade provmetoder för dessa komponenter i fjärrvärmesystem saknas dock. Även om dimensionerna på aktuella rördelar är relativt små är de kopplade till det stora fjärrvärmenätet. Enligt Arbetsmiljölagen bär anläggningsägaren det fulla ansvaret för säkerheten.

Svenska Fjärrvärmeföreningens tekniska bestämmelser KOPPARRÖR FVF D:213 specificerar ett sprängtryckprov för rördelar som inte kan beräknas. Vidare skall kopplingens draghållfasthet motsvara den hos röret.

Detta krav klarar inte de presskopplingar med o-ring av gummi som rapporten behandlar, till detta kommer åldringen av själva o-ringen.

Kopplingstypen erbjuder emellertid fördelar i form av bättre arbetsmiljö och billigare lösningar. För en godkänd koppling är potentialen stor.

Rapporten är skriven av Rolf Sjöblom på Tekedo på föreningens uppdrag och beskriver kunskapsläget.

Innehållsförteckning

Innehållsförteckning.....	iv
Innehållsförteckning.....	v
SAMMANFATTNING	1
1BAKGRUND.....	3
1.1 Presskopplingar på marknaden	3
1.2 Om förutsättningar för användning i fjärrvärmesystem	4
1.3 Svenska Fjärrvärmeföreningens roll	4
1.4 Undersökningar utförda på uppdrag av Svenska Fjärrvärmeföreningen	4
1.5 Funktionsprinciper för kopplingselement.....	6
2SYFTE OCH OMFATTNING	8
2.1 Syfte.....	8
2.2 Omfattning	8
2.3 Utförande.....	8
3KRAV	10
3.1 Inledning.....	10
3.2 Författningar och standarder	11
3.3 Funktionskrav	11
4INFORMATION FRÅN TILLVERKARNA	14
4.1 Introduction.....	14
4.2 International Building Products	14
4.3 VIEGA, Franz Viegner II.....	14
4.4 Mapress.....	15
5INFORMATIONSSÖKNING	16
6ANALYS, DISKUSSION OCH SLUTSATSER	17
6.1 Analys och diskussion.....	17
6.2 Slutsatser och rekommendationer	19
7GENOMGÅNGEN LITTERATUR	21
A Bilaga A: FRÅGELISTA FÖR PRESSKOPPLINGAR	A-1
B Bilaga B: SVAR FRÅN INTERNATIONAL BUILDING PRODUCTS	B-1
C Bilaga C: SVAR FRÅN MAPRESS	C-1

SAMMANFATTNING

Presskopplingar består av rör och kopplingselement vilka har förenats med hjälp av ett särskilt pressverktyg. Sedan en tid har sådana presskopplingar - med o-ringar som inpassats i ett särskilt spår - marknadsförts i Sverige. I första hand har installationerna avsett bostäder men leveranser har även skett till fjärrvärmeverk.

Syftet med det arbete som redovisas i denna rapport är att söka belysa skillnaderna mellan å ena sidan de utfästelser som lämnats av leverantörer och å andra sidan vissa negativa resultat från laboratorieundersökningar. Syftet är också att ge underlag för bedömningar och rekommendationer till fjärrvärmebranschen.

Arbetet har utförts mot bakgrund av de krav som rimligen kan ställas på kopplingar avseende vattentäthet, mekanisk stabilitet, bibehållen geometri, förmåga att motstå tryckstötter och inspekterbarhet. Kraven skall uppfyllas med hänsyn till möjliga förekommande temperaturer, mekaniska laster och kemiska förhållanden.

Arbetet har i huvudsak avsett inhämtande av information – inklusive uppgifter från de aktuella leverantörerna – samt analys. Vissa skillnader har identifierats mellan etablerade principer för utformning av o-ringförband och de aktuella tillämpningarna (se Avsnitt 6.1).

Arbetet har resulterat i följande slutsatser:

- 0 Provning enligt befintliga standarder är inte tillräckligt för säkerställande av önskad långtidfunktion i föreliggande fall.
- 1 Det är tänkbart att presskopplingar fungerar i enlighet med vad som hävdats från leverantörernas sida. Leverantörernas anvisningar måste i så fall noga följas vilket innebär kraftiga begränsningar för fjärrvärmertilämpningar.
- 2 Resultat från provning kan vara svår att tolka och utvärdera såvida inte vattenmättnadsgraden i o-ringen liknar den i den aktuella tillämpningen.
- 3 Mekanisk integritet hos skarven bör säkerställas oberoende av den hydrauliska.
- 4 En o-ring bör antingen röra sig under smorda förhållanden eller ingå i ett fixerat förband.
- 5 Deformationsgraden bör väljas till värden nära optimala.
- 6 Det bör säkerställas att vattenmättnadssituationen är lämplig med hänsyn till utformningen av presskopplingen.
- 7 Kvaliteten hos o-ringen bör väljas med hänsyn till säkerhetsmarginal, samverkande effekter och andra faktorer.
- 8 Innan en given presskoppling installeras bör en särskild analys göras med avseende på potentialen för att kopplingen kommer att utsättas för mineralolja under lång tid.
- 9 Vid formulering av funktionskrav är det av väsentlig betydelse att systemet som helhet inkluderas i analysen (och inte bara en isolerad presskoppling)

Följande rekommendationer kan lämnas som resultat av den studie som utförts:

- 1 Sammanställandet av en kunskapsbas.
- 2 En fördjupad dialog mellan leverantörer och potentiella användare.
- 3 Ett moratorium med avseende på fortsatt introduktion av presskopplingar för fjärrvärmestillämpningar innan tydligare svar föreligger än de som ges i denna rapport.

Det förtjänar vidare att påpekas att kopplingar med tätningar innehållande elastiska och/eller duktila material mycket väl kan tänkas komma till användning. Det bedöms finnas ett antal möjligheter till detta inklusive de presskopplingar som analyserats i denna rapport.

Det bör också framhållas att graden av kvalitetssäkring behöver dimensioneras beroende på typen av installation. Väsentligt lägre krav kan ställas för installationer i vilka kopplingarna är inspekterbara. Även möjligheterna till utbyte av kopplingsenheter på plats har en stor betydelse.

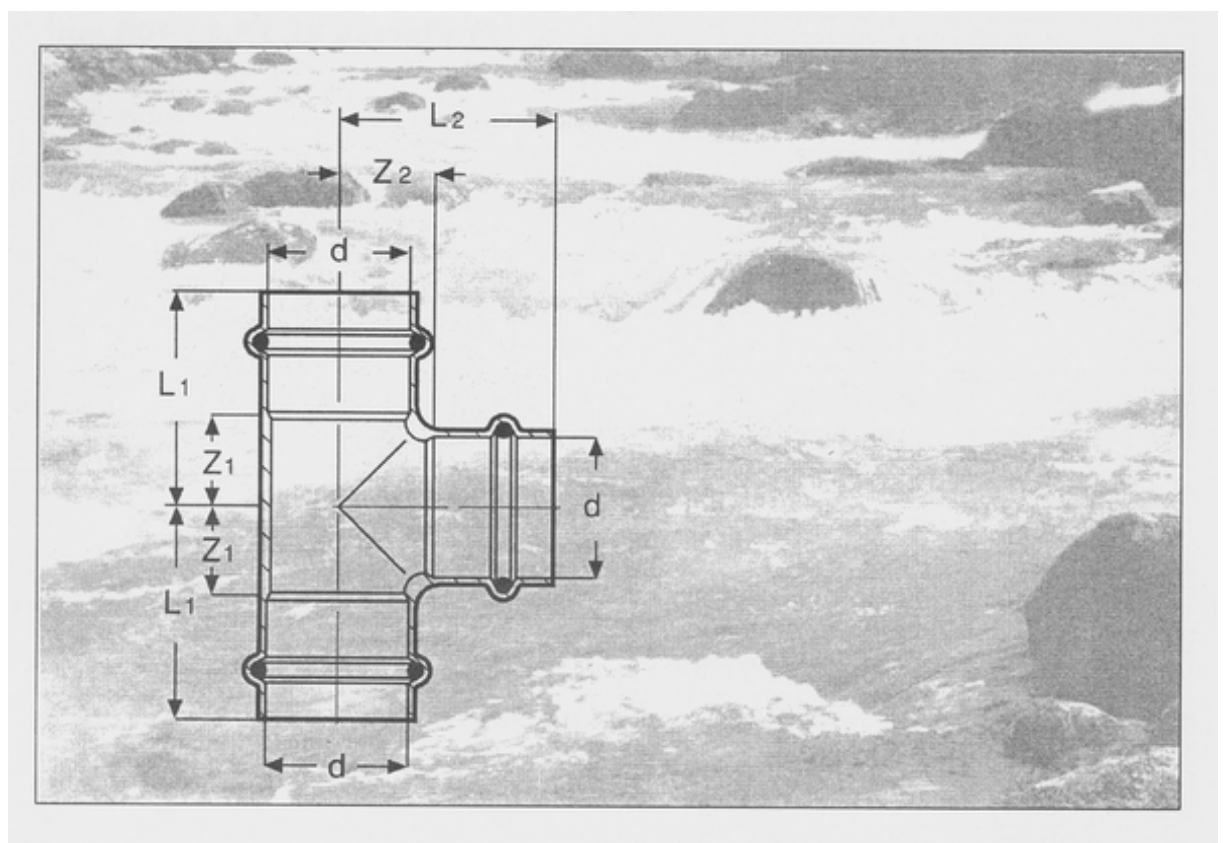
1 BAKGRUND

1.1 Presskopplingar på marknaden

Presskopplingar består av rör och kopplingselement vilka har förenats med hjälp av ett särskilt pressverktyg. I vissa presskopplingar finns en o-ring som inpassats i ett särskilt spår i kopplingen, och det är denna typ av kopplingar som behandlas i denna rapport. Ett exempel på en realisering av ett sådant koncept visas i Figur 1.

Sedan en tid har presskopplingar av angivet slag marknadsförts för användning i rörssystem i bostäder. Kopplingarna i fråga uppfyller befintliga standarder, och erfarenheterna från de installationer som gjorts är positiva. De har även bedömts lämpliga för såväl öppet som dolt montage.

Mot denna bakgrund har de tre representanterna i Sverige börjat tillhandahålla presskopplingar även till fjärrvärmemarknaden. Ett antal anläggningar har också installerat de nya komponenterna och erfarenheterna hittills är goda.



Figur 1. Ett exempel på en presskoppling (från VIEGA).

Figure 1. An example of a press fitting (from VIEGA).

Standardiserade provningsmetoder för fjärrvärme saknas.

1.2 Om förutsättningar för användning i fjärrvärmesystem

Eftersom kraven på utrustning och komponenter är olika för fjärrvärmesystem jämfört med vanliga varmvattensystem har frågan ställts om de aktuella komponenterna verkligen är lämpliga för användning i fjärrvärmesammanhang.

Vid första anblicken förefaller kanske inte skillnaden särskilt stor. Utrustning för vanliga varmvattensystem i bostäder är utformade för att klara 110°C under mycket lång tid. I fjärrvärmesystem ligger temperaturen under denna temperatur under huvuddelen av tiden, men vid maximilast kan den ligga på 120°C. Maximilastförhållanden kan råda under några dagar till några veckor varje år beroende på läget i landet, vädret och dimensioneringen av nätet.

Det är viktigt att notera att konsekvenserna av felfunktion i fjärrvärmesystem ofta är stora. Därför är aktörerna i branschen ofta mycket försiktiga med att anamma nyheter.

I själva verket är skillnaderna mellan varmvattensystem och fjärrvärmesystem kanske inte så små, vilket närmare belyses i det följande.

1.3 Svenska Fjärrvärmeföreningens roll

Många av aktiviteterna inom fjärrvärmebranschen i Sverige kanaliseras genom Svenska Fjärrvärmeföreningen. Detta gäller t ex forskning, utveckling, standarder och bestämmelser. Det finns en rad grupper som arbetar med olika frågor, och frågan om presskopplingar har diskuterats i Distributionskommittén. Det har där ifrågasatts huruvida standardprovningen av presskopplingar verkligen kan förväntas påvisa alla tänkbara svagheter som kan ha betydelse för användning i fjärrvärmesystem.

För att få denna fråga belyst har vissa experimentella undersökningar utförts, se nästa stycke.

1.4 Undersökningar utförda på uppdrag av Svenska Fjärrvärmeföreningen

De försök som utförts refereras endast kortfattat i det följande. För en fullständig redogörelse, se Referens [1,2].

Undersökningar av beständigheten hos den o-ring som ingår i Viegas presskoppling utfördes av IFP Research AB [1]. Deras slutsats var att det peroxidvulkaniserade EPDM-gummi som används inte skulle klara 50 års drift vid en medeltemperatur av 84 °C. Om

tillgången till luftsyre under lång tid skulle vara jämförbar med den under vissa av korttidstesterna så skulle en användningstid på 25 år kunna uppnås.

Följande undersökning utfördes vid Sveriges Forsknings och Provningsinstitut[2]. Presskopplingar av koppar av typ Profipress, tillverkade av Viega, med dimensionerna 15, 22 och 28 mm monterades fast mot ett solitt underlag. Avståndet mellan presskopplingarna var upp till en meter och arrangemanget var utformat på ett sådant sätt att termisk expansion skulle påverka geometrin hos vissa av kopplingarna.

Trycket sattes till 15 bar och temperaturen varierades mellan 10 – 20 °C och 120 °C med en hålltid på 15 minuter vid varje nivå. Den relativa rörelsen i kopplingarna bestämdes till 0,1 – 0,5 mm för de två temperaturerna, beroende på den exakta geometrin.

Efter 8 500 cykler konstaterades att gummi i pulverform hade bildats på några av kopplingarna. Ett läckage konstaterades efter 9 600 cykler.

Det kan tilläggas i efterhand att utformningen enligt ovan inte står i överensstämmelse med de instruktioner för installation som finns tillgängliga på tyska (Planen und Anwenden) på Viegas hemsida på Internet. Författaren känner emellertid inte till om sådan information är tillgänglig på svenska och om den kommunicerats till den svenska marknaden.

Sprängtrycksprov har utförts¹ i enlighet med Fjärrvärmeföreningens kopparrörsbestämmelser. Resultatet är som följer.

Diameter mm	Tryck bar
22	135
28	115
35	75*
42	75*
54	55

* ej godkänt för system med maximalt hydrostatiskt tryck = 16 bar

Även dragprov har utförts och finns dokumenterade i SP rapport 98E1 3066. Använd metod är Nordtest VVS 064 ”Water supply systems – compression fittings for copper pipes: Resistance to pull out”. Metoden är identisk med NKB 12 “3.4.2 Leakproofness when subjected to tensile stress”. Resultatet är som följer.

Diameter mm	Dragkraft N
12	2 000
15	2 750
28	6 000
54	9 900

¹ Proven har utförts i Voxtorp på uppdrag av Viega och på begäran av Fjärrvärmeföreningen. Resultaten finns redovisade i en särskild rapport daterad 1999-10-09.

I samband med de senare mätningarna bestämdes även förskjutningarna i kopplingarna. De var mindre än en millimeter i samtliga fall utom två i vilka kopplingen släppte. Slutsatsen från testet var att provkropparna svarade mot de krav som ställs enligt metoden.

1.5 Funktionsprinciper för kopplingselement

Funktionskraven för kopplingar mellan rör inkluderar mekanisk funktion och täthet (frånvaro av läckage). Detta kan åstadkommas på några olika sätt:

- 1 Svetsförband
- 2 Hårdlödning
- 3 Gängade förband
- 4 Tättningsringar
- 5 Packningar

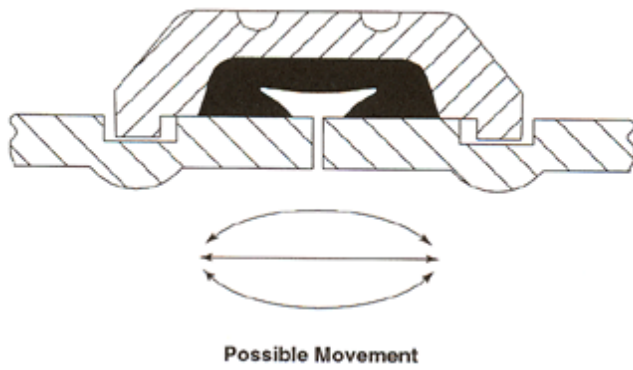
Gränsen mellan de två senare är flytande. En typisk packning sitter mellan plana ytor som löper i radiell ledd, medan en typisk tättningsring kan vara en o-ring som löper i ett spår. För tättningsringar är i regel den mekaniska funktionen separerad från tättningsfunktionen medan motsatsen vanligen är fallet för packningar. Separationen av tätande och mekanisk funktion är viktigare för större dimensioner rör än för klenare.

Packningar är ofta monterade i någon typ av flänsförband vars tätande ytor har utsträckning i radiell ledd. Packningar marknadsförs i många olika typer av material.

Tättningsringar kan verka mot ytor som är parallella med rörets huvudaxel eller mot ytor som är vinkelräta mot denna. Tättningsringar kan anbringas på ett antal olika sätt. I en skärringskoppling deformeras en metallring under skärning mot intilliggande metallytor (analogt med friktionssvetsning) varvid en hög integritet och en god tätning erhålls. Tätningen sker ringformigt mot rörets ytteryta. Tättningsringar kan också utgöras av till exempel o-ringar av någon elastomer vilka ligger i spår och tätar i axiell ledd (skruvkoppling).

Presskopplingar (se Figur 1) hör i princip till kategori 4 ovan men behandlas i litteraturen ändå ofta för sig på grund av sin särart. Detsamma kan sägas om det som på engelska kallas ”grooved joint gaskets”, se Figur 2.

Detaljerade beskrivningar av olika typer av kopplingar återfinns i [3].



Figur 2. *Koppling med gummimembran (cf text).*
Figure 2. *Grooved joint gasket (cf text).*

2 SYFTE OCH OMFATTNING

2.1 Syfte

Syftet med det arbete som redovisas i denna rapport är att söka belysa orsakerna till skillnaderna mellan å ena sidan de utfästelser som lämnas av leverantörerna – vilka i sin tur utgår från standardprovning för presskopplingar – och å andra sidan de negativa resultat från laboratorieundersökningar vilka redovisas i avsnitt 1.4. Syftet är också att förse Svenska Fjärrvärmeföreningen och dess medlemmar med nödvändig bakgrundsinformation för att bedöma situationen och för att kunna utfärda rekommendationer med avseende på den nya metoden för skarvning av rör.

2.2 Omfattning

Arbetet omfattar följande moment²:

- 1 Sammanställning av allmän information om o-ringar och andra typer av packningsmaterial. Informationen behövs för att en effektiv dialog skall kunna föras med representanter för de olika organisationer som planeras kontaktas.
- 2 Identifiering av leverantörer av relevanta typer av rörkopplingar samt inhämtande av information från dem.
- 3 Identifiering av leverantörer av packningsmaterial samt inhämtande av information från dem.
- 4 Identifiering av en eller flera experter samt etablerande av kontakt
- 5 Inhämtning av information om relevanta standarder och krav.
- 6 Formulering av funktionskrav som överensstämmer med existerande krav i Sverige.
- 7 Kortfattad rapportering (minimum 10 sidor).

2.3 Utförande

När arbetet startade var det ganska oklart beträffande vilken information som skulle påträffas och vilka slutsatser som skulle kunna dras (om några). Under arbetets gång stod det klart att standardprovning hade utförts och att utfallet hade varit positivt i samtliga identifierade fall.

Det framkom också att ett antal frågor kunde ställas av fenomenologisk karaktär samt utgående från de erfarenheter som vunnits i samband med användning av o-ringar i andra

² Ursprungligen ingick det i omfattningen att uppskatta livslängden hos packningsmaterialet. Efterhand som arbetet fortskred stod det emellertid klart att det i det nuvarande läget inte var rimligt att ta fram detta. I stället lades ökad tonvikt på mekanismer för tätningfunktionen.

tillämpningar. Mot denna bakgrund läggs fokus i denna rapport på sådana frågeställningar som är mest relevanta för slutsatserna.

I övriga fall kommer den information som inhämtats och analyserats att omnämnas endast kortfattat.

Den föreliggande rapporteringen är således inte uttömmande i alla avseenden. Däremot redovisas slutsatserna i sin helhet liksom analysen på vilka de grundas.

Det förutses att den föreliggande förstudien kommer att följas av en mera uttömmande undersökning och att det därför blir lämpligt att i samband med denna ge en mera uttömmande redovisning av samtliga aspekter.

Föreliggande arbete har initierats av Ture Nordenswan vid Svenska Fjärrvärmeföreningen. Han har varit referensperson och arbetsgruppsledamot på samma gång och har sålunda stött arbetet på ett kraftfullt sätt. Författaren tar emellertid fullt ansvar för eventuella felaktigheter, felbedömningar med mera.

3 KRAV

3.1 Inledning

För etablerade produkter uppnås säkring av tilltänkt funktion genom samstämmighet med förefintliga normer och standarder (i tillägg till ett lämpligt utformat program för kvalitetssäkring hos tillverkaren).

Det bör i detta sammanhang hållas i minnet att utformning och etablerande av ett sådant program för säkerställande av adekvat produktkvalitet grundar sig på ett antal förutsättningar inklusive en kunskapsbas för de material som ingår, tillverkningsprocessen och tillämpningarna. Vidare återförs regelbundet erfarenheterna från användning av de olika komponenterna till kvalitets- och normsystemen.

Även om stor möda vanligen läggs ner på att standarder skall bli generella med avseende på val av teknisk lösning för tillämpningen i fråga bör man ändå oundgängligen tillämpa försiktighet när nya funktionssätt introduceras.

Man kan sålunda förvänta sig att normer och standarder bara reflekterar adekvat funktion för nya produkter i en utsträckning som svarar mot att förändringsmönstren liknar dem hos gamla produkter. Detta är särskilt viktigt att ha i åtanke i sådana fall när man behöver extrapolera till tidsperioder som ligger utanför dem som ingått i provningen (samt när det är av stor betydelse att tilltänkt funktion verkligen uppnås)³.

I föreliggande fall har provning utförts enligt befintliga normer och standarder, se avsnitt 3.2. Vidare har överväganden i linje med ovanstående gjorts av tillverkarna, vilket har framkommit under utförandet av arbetet och som redovisas i Bilagorna B och C. Dessa bilagor utgör svar från tre tillverkare på frågor som redovisas i Bilaga A, vilka sammanställts som en del av det föreliggande arbetet.

Tänkbara mönster för försämrad funktion hos presskopplingar med tiden analyseras kortfattat men generellt i denna rapport. Analysen utgår från de funktionskrav som presenteras i avsnitt 3.3, information från tillverkarna i avsnitt 4 samt resultatet av informationssökningen i avsnitt 5. Analyserna och slutsatserna presenteras i avsnitt 6.

³ Detta gäller även normala långtidsprover vilka pågår under endast en bråkdel av den tilltänkta livslängden. Som exempel kan nämnas att det tar storleksordningen år av provning för att man skall kunna bedöma med avseende på livslängdskriteriet.

3.2 Författningar och standarder

Tillämpliga författningar i Sverige innefattar BFS 1993:57 (Boverkets byggregler), AFS 1999:4⁴ (Arbetskyddsstyrelsen: tryckbärande anordningar) och AFS 1999:6 (Arbetskyddsstyrelsen: tryckkärl).

AFS 1999:4 föreskriver (Bilaga 1, inledning) ”Tillverkaren av en anordning skall ha analyserat riskerna för att fastställa vilka som med hänsyn till trycket är tillämpliga på den. Anordningen skall därefter ha konstruerats och framställts med ledning av denna analys.”

AFS 1999:4 föreskriver också: (Appendix 1; 2.2.1): ”tryckbärande anordningar skall vara konstruerade för att klara belastningarna vid den avsedda användningen liksom vid andra driftsförhållanden som rimligen kan förutses” samt (Appendix 1; 2.2.4) “... b) lämpliga provningar, baserade på driftstid vid specificerade temperaturer, antal cykler vid bestämda spänningsnivåer eller de andra driftsförhållanden som anordningen är avsedd för, då risk för krypning eller utmattning föreligger; c) kompletterande provningar, då det är nödvändigt, som avser andra speciella faktorer som anges i punkt 2.2.1 såsom korrosion, yttre påverkan etc.”

Tekniska bestämmelser utfärdade av Svenska Fjärrvärmeföreningen innefattar en om kopparrör (KOPPARRÖR FVF D:213, maj 2000) med undertiteln ”Tekniska bestämmelser för kopparrörledningar i fjärrvärmesystem”.

3.3 Funktionskrav

För att bestämma och värdera möjligheter till felfunktion behöver bl a funktionskrav, se sektion 3.2, identifieras och kvantifieras.

Följande krav har identifierats:

Under givna förhållanden skall presskopplingar uppfylla följande:

- 1 De skall vara vattentäta
- 2 De skall vara tillräckligt mekaniskt stabila
- 3 De skall inte ändra sin geometri i grad av betydelse
- 4 De skall motstå fastställda tryck
- 5 De skall vara inspekterbara i därför avsedda punkter

Kraven enligt punkterna 1-3 skall ges numeriska värden.

⁴ The Swedish regulations under AFS are presently under revision in order for them to conform to EU directives.

Med "givna förhållanden" avses följande:

- A Möjliga förekommande temperaturer samt förändringar i temperatur
- B Möjliga förekommande mekaniska laster
 - a genom metallen i rörsystemet
 - b genom påverkan från mediet i röret
- C Möjliga förekommande kemiska förhållanden
 - a vattenkemi
 - b luft och ytterytor
 - c galvaniska effekter

Tabell 1. *Vissa generella uppgifter över leverantörerna.***Table 1.** *Some general details about the suppliers.*

Representant i Sverige	Tillverkare	Produkt
Lagerstedt & Krantz AB, Box 9113, Knackstengatan 4, 200 39 Malmö tel 040-21 00 20, Hans Konsmar www.lagerstedt-krantz.se e-mail: hans.konsmar@lagerstedt-krantz.se	International Building Products GMBH (IPB), Postfach 10 01 54, D-35331 Giessen, Erdkauter Weg 17, D-35394 Giessen, Germany. Michael Schmitz (product manager) tel 0049-6041/70 07-0, www.ipb-service.de	>B<Press-Verbinder P4000/P5000. O-ring of quality EPDM 70, supplied by Schiffer www.schieffer.de.
Grosshandlar'n i Kalmar AB Voxtorp 506, 388 96 Ljungbyholm Tel 0480-330 46. Magnus Reissner, 070- 551 54 86. mreissner@grosshandlarn- vvs.com.	VIEGA, Franz Viegner II GmbH & Co. KG Sanitary and Heating Systems Ennester Weg 9, Postfach 430/440, D-574 39 Attendorn, Germany. Tel 0049-27 22-61-0 www.viega.de	<i>Profipress</i> . Bode GMBH levererar o-ringar till Viega, kvaliteten är B1-4750 vilket enligt Bode är identiskt med AA7EGZ. O-ring gjord av EPDM. Koppar enligt DIN 1787; marin mässing enligt DIN 1705.
Blücher AB, Surrevägen 13, 393 65 Kalmar Tel 0480-44 33 80. Magnus Ericson, mobile 070-521 03 11, e-mail me@blucher.se Main office: Box 504 14, 202 14 Malmö. Tel 040-28 63 40. www.blucher.se	Mapress GmbH & Co. KG Postfach 22 63, D-407 46 Langenfeld, Germany. tel 0049-21 73 285-260. e-post: sales.export@mapress.de www.mapress.de	<i>Mapress</i> O-ring av butylgummi eller elastomer som innehåller fluor, se text. Presskopplingar av koppar (EN 1057 = DIN 1412) och rostfritt (SS 2347 and SS 2333)

4 INFORMATION FRÅN TILLVERKARNA

4.1 Introduction

Det finns tre leverantörer av presskopplingar på den svenska marknaden:

- International Building Products
- VIEGA Franz Viegner II
- Mapress

Vissa allmänna uppgifter om tillverkarna och leverantörerna återfinns i Tabell 1.

Information har erhållits dels direkt från leverantörerna/tillverkarna, dels från deras hemsidor på Internet.

De frågor som redovisas i Bilaga A har ställts till var och en av leverantörerna.

4.2 International Building Products

International Building Products marknadsför presskopplingar men hade vid den tid när utredningen pågick ännu inte vänt sig till den svenska fjärrvärmemarknaden. Företaget har besvarat frågorna i Bilaga A, se Bilaga B.

Tester enligt tysk standard har utförts och resultatet har varit positivt i samtliga fall. Metoderna som använts var DVGW W 534 (01.09.1995) och DVGW VP 614 (01.02.1999). Största diameter för provningen var 54 mm.

Det hävdas att kopplingarna bibehåller sin funktion under lång tid vid en högsta temperatur på 130 °C och ett högsta tryck på 10 bar (cf Bilaga B).

I sin katalog som finns på tyska och engelska anger leverantören att installationen måste utföras på ett sådant sätt att endast små dragkrafter kan förekomma över presskopplingarna i axiell riktning.

International Building Products har produktspecialister som de är villiga att göra tillgängliga för ett sammanträffande med Svenska Fjärrvärmeföreningen.

4.3 VIEGA, Franz Viegner II

Viegas Profipress har redan marknadsförts i Sverige till kunder i fjärrvärmebranschen och profipressprodukter har också installerats i några anläggningar.

Leverantören gör anspråk på följande ”Profipress O-ringar är dokumenterat testade, och klassade att garanterat hålla i minst 50 år” samt ”rördelarna är godkända att användas i temperaturintervallet -35°C - $+120^{\circ}\text{C}$ kontinuerlig drift (kan belastas med 200°C under 20 timmar”. Det har inte varit möjligt att bekräfta dessa anspråk i denna studie (se även avsnitt 1.4).

Tester enligt tysk standard har utförts och resultatet har varit positivt i samtliga fall. Metoderna som använts var DVGW W 534 (01.09.1995) och DVGW VP 614 (01.02.1999).

I sin installationsinstruktion⁵ påpekar företaget att alla installationer måste utföras på ett sådant sätt att endast mycket små dragkrafter kan förekomma över presskopplingarna i axiell riktning. Det har inte varit möjligt att finna dessa instruktioner på svenska.

Inga svar har lämnats på frågorna i Bilaga A.

4.4 Mapress

Presskopplingarna från Mapress har marknadsförts till den svenska byggindustrin sedan lång tid. Vissa av försäljningarna har avsett fjärrvärmeställningar inomhus. Företaget har lämnat svar på frågorna i Bilaga A, se Bilaga C.

Två typer av o-ringar används. För drifttemperaturer upp till 120°C erbjuds butylgummi medan en elastomer innehållande fluor (FPM)⁶ rekommenderas för högre temperaturer.

Komponenterna är troligen testade enligt tyska standarder på liknande sätt som övriga⁷. I sin *Teknisk information* – som är på svenska – påpekar Mapress att alla installationer måste utföras på ett sådant sätt att endast mycket små dragkrafter kan förekomma över presskopplingarna i axiell riktning.

⁵ ”Planen und anwenden” (på tyska) kan laddas ner från Internet.

⁶ Trots att ett stort antal böcker om elastomerer har genomskotts har denna kvalitet inte påträffats.

⁷ Enligt *Teknisk information* är produkterna märkta med beteckningen DVGW.

5 INFORMATIONSSÖKNING

För informationssökningen har följande typer av källor använts:

- 1 Material som tillhandahållits av Svenska Fjärrvärmeföreningen (Ture Nordenswan), jämför avsnitt 1.4
- 2 Material som tillhandahållits av leverantörerna, jämför avsnitt 4
- 3 Informationssökning på Internet
- 4 Litteratursökning, jämför avsnitt 7

Referens [4] påträffades när arbetet kommit ungefär halvvägs. Den fanns inte tillgänglig någonstans i Sverige utan måste beställas vilket tog mellan två och tre månader. När den anlände hade de flesta slutsatser redan dragits. De flesta av dessa bekräftades i boken[4] som är den enskilda källa som innehåller den största mängden relevant information.

Grunden för hur man beräknar longitudinella spänningar i ett stålrör vid olika tryck och markegenskaper ges i kapitel 4 i [5]. Att även inkludera spänningar till följd av temperatur är relativt enkelt genom att man kan utnyttja data för termisk expansion tillsammans med lämpliga mekaniska moduler.

En hel del referensmaterial har samlats och finns tillgängligt hos författaren. Bland annat finns en sammanställning av provningsmetoder för aktuella gummikvaliteter.

6 ANALYS, DISKUSSION OCH SLUTSATSER

6.1 Analys och diskussion

Den information som samlats indikerar att presskopplingar mycket väl kan tänkas fungera på tilltänkt sätt i fjärrvärmestillämpningar under lång tid. Detta gäller under förutsättning att tillverkarnas instruktioner följs noggrant. Instruktionerna innefattar bestämmelser om att installationerna skall utföras på ett sådant sätt att dragkrafter i rörets riktning begränsas till låga värden.

Det förtjänar att påpekas att detta innebär långtgående begränsningar i samband med fjärrvärmestillämpningar. I nergrävda ledningar i vilka vattnet ändrar temperatur uppkommer höga (drag)spänningar. I detta sammanhang är skarven en svag punkt i vilken plastisk deformation kan åtföljas av läckage (se vidare nedan).

I installationer inomhus är det mindre svårt att åstadkomma installationer i vilka longitudinella dragkrafter inte kan uppkomma. Det bör emellertid beaktas att i den säkerhetsanalys som föreskrivs (AFS 1999:4) så skall varje rimligen tänkbart och realistiskt scenario för uppkomst av dragkrafter över en presskoppling analyseras. Dessutom bör var och en som innehar en sådan installation vara medveten om den ökade risk som detta innebär⁸.

I fortsättningen antas att dessa installationsfrågor behandlats på ett tillfredsställande sätt.

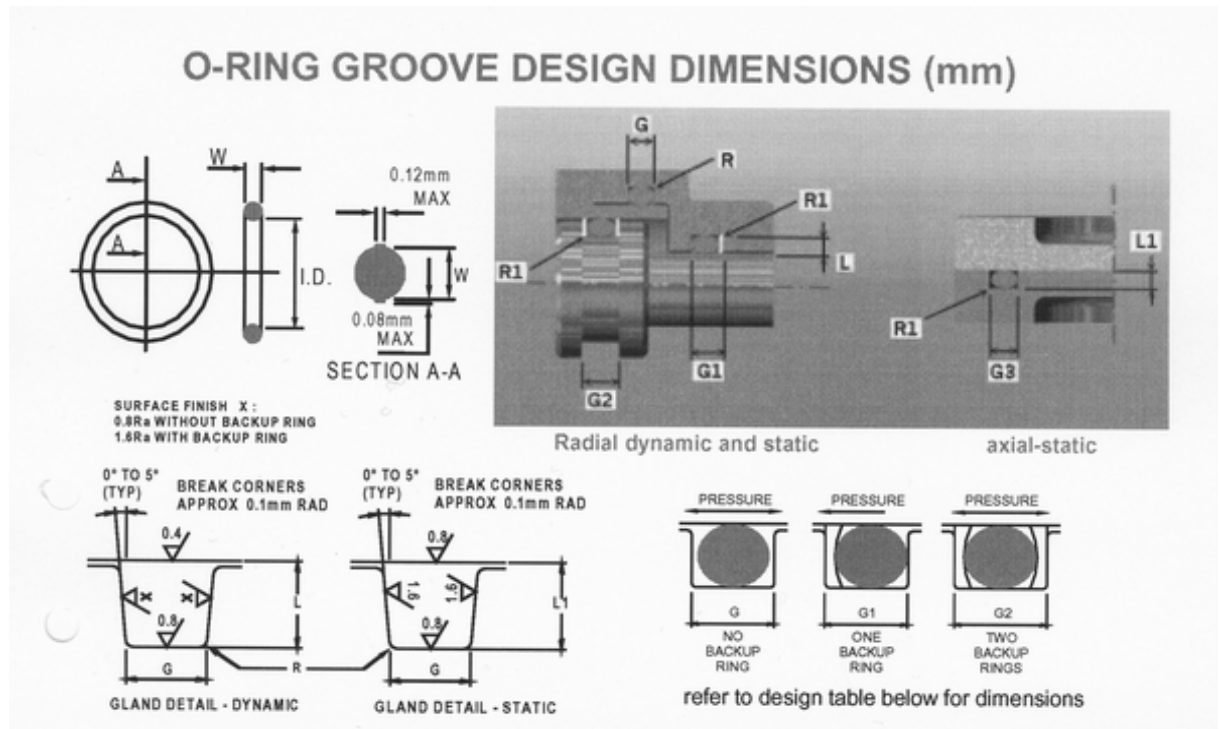
Låt oss i stället analysera ”bevisföringen” och förutsättningarna för en tillförlitlig drift av en presskoppling under lång tid. Det framfördes i avsnitt 3.1 att för nya tillämpningar, i fall där extrapolationer behöver göras långt utanför det område som kan testas samt när kraven på tillförlitlighet är höga så är det lämpligt att inte bara tillämpa normer och standarder utan även komma fram till en förståelse av de processer som påverkar långtidfunktionen.

I samklang med detta är det lämpligt att noggrant analysera hur en o-ringtätning egentligen fungerar i normala fall varvid följande kan observeras:

- 1 Mekanisk last och tätningsfunktion är separerade, se Figur 3
- 2 Tätningen är antingen fix eller i rörelse; det skall inte förekomma små rörelser vid enstaka tillfällen
- 3 O-ringtätningar hålls i god kondition genom god tillgång till lämplig vätska; de skall inte torka ut
- 4 Deformationen av en o-ring i en tätning skall vara begränsad; detta gäller särskilt för förändringar av deformationsmönstret över tid (alternativt mätnadsgrad / mekanisk last vilka ger upphov till liknande effekter)

⁸ T ex om en bil parkeras på ett slarvigt sätt i ett garage.

- 5 Rörelsemönstret skall vara detsamma över o-ringens hela omkrets, annars kan o-ringen bli vriden och tätningen börja läcka
- 6 Mättnad av materialet i o-ringen med vätska kan ta lång tid
- 7 Det är välkänt från polymerlitteraturen att den kombinerade effekten av temperatur och mekanisk påkänning är mycket större än från någon av dem ensam



Figur 3. Utformning av o-ringssäte. Utformningen av sätet skiljer sig avsevärt från det i Figur 1.

Figure 3. O-ring groove design. The design of the seat differs considerably from that in Figure 1.

En presskoppling kan tänkas påverkas enligt följande

- 1 En presskoppling kan utgöra en integrerad del av en installation ur mekanisk synpunkt. Därmed kan alltför höga påkänningar uppkomma i rörets riktning, varvid kopplingen deformeras och läckage uppkommer.
- 2 Graden av deformation hos o-ringen kan i vissa fall vara olämpligt stor⁹ (o-ringar är inte avsedda att deformeras plastiskt{eller genomgå sådant som ger liknande resultat}).

⁹ Detta problem har beaktats av International Building Products.

- 3 Vid jämvikt kan en del av packningen antas vara torr, särskilt i samband med sådana driftsbetingelser när o-ringens temperatur ligger över kokpunkten för vatten vid atmosfärstryck.
- 4 Intermittent rörelse av en delvis uttorkad tätning ger upphov till slitage och eventuellt även korrosion i kopplingen samt läckage till följd av detta.
- 5 Det är oklart vilken rörelsemod som gäller för en o-ring i en presskoppling samt om rörelsen är likartad över hela ringen. Sådana effekter kan också leda till läckage.
- 6 Det finns ingen information om förbehandling av o-ringarna och om säkerställande av vattenmättnad före provning. Resultat från provning där inte vattenmättnadsgraden är känd kan vara svår att tolka.
- 7 För EPDM-gummi – samt i högre grad för butylgummi – är marginalen vad gäller beständighet liten – om den över huvud taget existerar. Det finns mera beständiga material på marknaden men sådana har nämnts bara i ett fall (Mapress).
- 8 Föga information har påträffats beträffande synergistiska effekter med temperatur och tryck, och detta trots att marginalen är liten redan ur ren temperatursynpunkt.
- 9 En presskoppling får inte utsättas för mineralolja (t ex smörjolja). I annat fall sväller nämligen o-ringens, åtminstone om kontakten är långvarig.

6.2 Slutsatser och rekommendationer

Först kan generellt konstateras att moderna polymera material kan tillverkas till sådana kvaliteter och specifikationer att de kan bedömas fungera tillfredsställande i fjärrvärmeställningar. Viktiga förutsättningar för detta innefattar säkerställande av lämpliga geometriska arrangemang och lämplig mekanisk dimensionering.

Slutsatserna avseende presskopplingar är som följer i sammanfattning:

- 0 Provning enligt befintliga standarder är inte tillräckligt för säkerställande av önskad långtidfunktion i föreliggande fall.
- 1 Det är tänkbart att presskopplingar fungerar i enlighet med vad som hävdats från leverantörernas sida. För att detta skall gälla är det nödvändigt att man noga följer leverantörernas instruktioner för installation, samt att man är helt på det klara med de begränsningar som föreligger. Detta innebär kraftiga begränsningar i samband med fjärrvärmeinstallationer både över och under jord.
- 2 Resultat från provning kan vara svår att tolka och utvärdera såvida inte vattenmättnadsgraden i o-ringens liknar den i den aktuella tillämpningen.
- 3 Mekanisk integritet hos skarven bör säkerställas oberoende av den hydrauliska.
- 4 En o-ring bör antingen röra sig under smorda förhållanden eller ingå i ett fixerat förband.
- 5 Deformationsgraden bör väljas till värden nära optimala.
- 6 Det bör säkerställas att vattenmättnadssituationen är lämplig med hänsyn till utformningen av presskopplingen.

- 7 Kvaliteten hos o-ringen bör väljas med hänsyn till säkerhetsmarginal, samverkande (synergetiska) effekter och andra faktorer.
- 8 Innan en given presskoppling installeras bör en särskild analys göras med avseende på potentialen för att kopplingen kommer att utsättas för mineralolja under lång tid.
- 9 Vid formulering av funktionskrav är det av väsentlig betydelse att systemet som helhet inkluderas i analysen (och inte bara en isolerad presskoppling)
 - a interna och externa påkänningar på presskopplingen
 - b potential för onormala händelser i systemet (som kan åstadkomma oönskad mekanisk förändring)
 - c kunskap och förståelse avseende processerna för upptag av vatten i samband med temperatur- och tryckgradienter, inklusive kinetiska effekter

Följande rekommendationer kan lämnas som resultat av den studie som utförts:

- 1 En kunskapsbas med relevans med avseende på faktorer som kan tänkas påverka funktionen hos en presskoppling bör sammanställas och dokumenteras innan utvärdering görs beträffande långtidsbeständigheten hos kopplingarna.
- 2 Det bör komma till stånd en dialog mellan leverantörer och potentiella användare som omfattar åtminstone följande punkter:
 - leverantörer mera utförlig sammanställning av relevanta data för de olika produkterna
 - leverantörer tydligare angivelser av långtidsbeständigheten inklusive synergistiska effekter
 - användare tydlig dokumentation avseende de krav som ställs
 - användare större tydlighet beträffande vad leveranser skall innefatta
- 3 Initiativ tas på båda sidor för att få till stånd ett moratorium med avseende på fortsatt introduktion av presskopplingar för fjärrvärmeställningar innan tydligare svar föreligger än de som ges i denna rapport. (Det förefaller samtidigt tillrådligt att tills vidare hålla ett särskilt öga på redan gjorda installationer).

Det förtjänar vidare att påpekas att kopplingar med tätningar innehållande elastiska och/eller duktila material mycket väl kan tänkas komma till användning. Det bedöms finnas ett antal möjligheter till detta inklusive de presskopplingar som analyserats i denna rapport.

Det bör också framhållas att graden av kvalitetssäkring behöver dimensioneras beroende på typen av installation. Väsentligt lägre krav kan ställas för installationer i vilka kopplingarna är inspekterbara. Även möjligheterna till utbyte av kopplingsenheter på plats har en stor betydelse.

7 GENOMGÅNGEN LITTERATUR

- 1 **Porsgaard P**
Granskning av o-rings inbyggnad I Viega profi-press kopplingar (Review of the o-rings in Viega's press fittings). IFP Research AB, Rapport UP6.0063.
- 2 **Nordling B**
Temperaturcyklingsprov på presskopplingar (Temperature cycling tests on press fittings). SP Swedish National Testing and Research Institute, Rapport P0 07028.
- 3 **Nayyar M L**
Piping handbook, 7nd edition. McGraw-Hill. ISBN 0-07-047106-1.
- 4 **Brown M**
Seals and sealing handbook, 4th edition. Elsevier Advanced Technology, 1995. ISBN 1 85617 232 5.
- 5 **Moser A P**
Buried Pipe Design, 2nd edition. McGraw-Hill, 2001. ISBN 0-07-043503-0.
- 6 **Carraher C E**
Seymour/Carraher's Polymer Chemistry: Fifth Edition, Revised and Expanded. Marcel Dekker, Inc. USA, 2000. ISBN 0-8247-0362-6.
- 7 **McCrum N G, Buckley C P and Bucknall C B**
Principles of Polymer Engineering: Second Edition. Oxford University Press, USA, 1997. ISBN 0-19-856527-5
- 8 **Nielsen L E and Landel R F**
Mechanical Properties of Polymers and Composites: Second Edition, Revised and Expanded. Marcel Dekker, Inc. USA, 1994. ISBN 0-8247-8964-4.
- 9 **Ravve A**
Principles of Polymer Chemistry. Plenum Press, USA, 1995. ISBN 0-306-44873-4.
- 10 **Scheirs J**
Compositional and Failure Analysis of Polymers. A Practical Approach. John Wiley and Sons, Ltd. Great Britain, 2000. ISBN 0-471-62534-5.
- 11 **Popov A, Rapoport N and Zaikov G**
Oxidation of Stressed Polymers. Gordon and Breach Science Publishers, USA, 1991. ISBN 2-88124-735-0.

-
- 12 Strong A B**
Plastics: Materials and processing. Prentice-Hall, USA, 1996.
ISBN 0-13-678822-X.
- 13 Chanda M and Roy S K**
Plastics Technology Handbook: Third Edition, Revised and Expanded. Marcel Dekker, Inc. USA, 1998. ISBN 0-8247-0066-X.
- 14 Mark J E, Erman B and Eirich F R**
Science and Technology of Rubber: Second Edition. Academic Press, USA, 1994.
ISBN 0-12-472525-2.
- 15 Clough R L, Billingham N C and Gillen K T**
Polymer Durability. Degradation, Stabilization, and Lifetime Prediction. Advances in Chemistry Series 249, American Chemical Society, USA, 1996.
ISBN 0-8412-3134-6.
- 16 Fried J R**
Polymer Science and Technology. Prentice Hall, USA, 1995. ISBN 0-13-685561-X.
- 17** *Encyclopedia of Polymer Science and Engineering. Volume 6.* John Wiley & Sons, USA, 1986. ISBN 0-471-80050-3 (v. 6).
- 18 Dufton P**
Specialty and high performance rubbers; materials in use and their marketplace. Rapa Technology Limited, 1997. ISBN 1-85957-116-6.