

# UNDERSÖKNING AV SKARVAR MED ISOLERHALVOR EFTER NIO ÅR I DRIFT

*Stefan Nilsson, SP*  
*Sven-Erik Sällberg, SP*  
*Gunnar Bergström, SP*

# **UNDERSÖKNING AV SKARVAR MED ISOLERHALVOR EFTER NIO ÅR I DRIFT**

Stefan Nilsson, SP  
Sven-Erik Sällberg, SP  
Gunnar Bergström, SP

*I rapportserien publicerar projektledaren resultaten från sitt projekt. Publiceringen innebär inte att Svenska Fjärrvärmeföreningens Service AB tagit ställning till slutsatserna och resultaten.*

# Sammanfattning: 2003:99 Undersökning av skarvar med isolerhalvor efter nio år i drift

Föreliggande projekt har syftat till att utvärdera hur skarvar isolerade med prefabricerade PUR-halvor har påverkats under 9 år i drift och att undersöka om de farhågor som framförts mot sådana skarvsystem kan påvisas ha besannats i ett praktiskt fall.

Det finns tydliga fördelar med prefabricerade isolerhalvor. De viktigaste är att tillverkningen av isoleringen kan optimeras i fabrik, att hanteringen av kemikalier i fält kan undvikas samt att skarvningsförfarandet blir enklare och snabbare – ledningen behöver t.ex. inte förvärmas i skumningssyfte. Tekniken har emellertid aldrig fått ordentligt fotfäste i Sverige. Ett av skälen är att man befärrar att skadliga skjuvbelastningar kan uppstå vid skarvhylsornas tätningar som en konsekvens av bristfällig vidhäftning mellan hylsa och isolerhalvor. Dessutom har man visat att hålrum i skarvisoleringen, t.ex. i form av luftspalter mellan isolerhalvorna och rörens gavelytor, kan påskynda skadeförloppet vid markvattenläckage genom skarvens yttre tätningar.

1994 byggde Riksbyggen en fjärrvärmeledning i Göteborg med skarvar huvudsakligen isolerade med prefabricerade isolerhalvor av typen Lögstör B2L. Här har fyra skarvar – två prefabisolerade och två ”traditionellt” platsskummade – tagits upp för att närmare studera konsekvenserna av skarvtekniken och eventuella skillnader gentemot den traditionella. Skarvarna togs upp där betingelserna var ogynnsamma, dvs. där skarvarna kunde förväntas att tidvis varit utsatta för markvatten.

Omkring 4 mm breda luftspalter mellan isolerhalvor och rörände hittades på båda sidor i båda de undersökta skarvarna isolerade med isolerhalvor. Dessa är sannolikt en konsekvens av krympning i längsled hos isolerhalvorna då de, enligt skarventreprenörens uppgifter, monterades med presspassning mellan rörändarna i enlighet med tillverkarens specifikationer. Symmetrin hos luftspalterna – lika breda i båda skarvändar – antyder också att de inte är mekaniskt eller utförandemässigt betingade. Krymptendenser har för övrigt påvisats i tidigare mätningar både vid Lögstör och vid SP. Inga tecken på accelererad termisk åldring av skarvhylsan som en konsekvens av luftspalterna kunde dock påvisas.

En luftspalt återfanns även i en av de platsskummade skarvarna. Denna hade orsakats av bristande vidhäftning mellan skarv- och rörskum – sannolikt till följd av felaktig blandning av PUR-skummet i skarven.

I övrigt var samtliga undersökta skarvar i god isoleringsmässig kondition och inga förhöjda fukthalter eller andra tecken på läckage genom skarvarnas tätningar kunde observeras. Vid provtryckning befanns också skarvarna vara täta. Inga deformationer eller andra tecken på skadliga skjuvbelastningar kunde heller ses på skarvarnas krympförband trots att betingelserna avseende kringfyllningsmaterialets beskaffenhet varit ogynnsamma.

# Summary: 2003:99 Study of district heating pipe joints insulated with PUR half-shells after nine years of service

The aim of this project has been to evaluate the condition of joints insulated with prefabricated PUR half-shells after 9 years of service and to investigate whether the apprehensions entertained against such systems are justified.

Prefabricated half-shells come with obvious advantages. Most importantly, the PUR insulation can be optimised in the factory, there is no need for handling chemicals in the field and the jointing procedure is simplified—e.g., there is no need to pre-heat the pipe for foaming purposes. However, the technique has never become very popular in Sweden. One reason for this is the fear of critical shearing forces on the shrink seals as a consequence of the lack of adhesion between the joint sleeve and the half-shells. Furthermore, it has been shown that voids in the joint insulation, e.g., as air-gaps between the half-shells and the pipe ends, may promote the accumulation of water in the joint by leakage through the shrink seals.

In 1994, a pipeline was built in Gothenburg, Sweden, with joints insulated mainly with prefabricated half-shells of the type Logstor B2L. Here, four joints—two with half-shells and two “traditionally” foamed—was excavated for close examination. The joints were taken from unfavourable locations, i.e., where they may have been exposed to groundwater during service.

On both sides of both half-shell joints, air-gaps with an approximate width of 4 mm were observed between the joint insulation and the pipe ends. These are likely the consequence of shrinkage in the axial direction. According to the jointing contractor, the half-shells were installed with press fit between the pipe ends in accordance with the manufacturer’s instructions. The symmetry of the air-gaps—equally wide on both sides—also imply that they are not caused by mechanical actions or poor workmanship. Furthermore, the tendency for half-shell foam to shrink in the axial direction has been confirmed previously by measurements at Logstor as well as at SP. No indications on accelerated thermal ageing of the joint casing, as the consequence of an increased heat flow, were seen.

An air-gap was found also in one of the foamed joints. This was caused by lack of adhesion between the joint foam and the pipe end—likely due to a faulty isocyanate/polyol mix during the PUR injection.

Otherwise, all joints investigated were in good shape with respect to thermal insulation. No high moisture contents or other signs of groundwater leakage through the casing pipe seals were observed. All joints passed the tightness test, and no signs of mechanical deformations were found on the shrink seals. This in spite of unfavourable conditions with respect to backfill materials.

# Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Inledning</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Bakgrund</b> .....	<b>6</b>
2.1	Skarvutförning .....	6
2.2	Temperaturstatistik och larmmätning .....	7
2.3	Uppskattade temperaturrelser .....	8
2.4	Erfarenheter – isolerhalvor i drift .....	8
<b>3</b>	<b>Genomförande</b> .....	<b>10</b>
3.1	Fyllning och ledningsbädd .....	10
3.2	Utvändig inspektion av skarv .....	10
3.3	Invändig inspektion av skarv .....	11
3.4	Kontroll av PUR-skum .....	11
3.5	Kontroll av skarvhylsa och krympmanschetter .....	11
<b>4</b>	<b>Resultat</b> .....	<b>13</b>
4.1	Gustaf Melins gata – Isolerhalvor .....	13
4.1.1	Fyllning och ledningsbädd .....	14
4.1.2	Utvändig inspektion .....	16
4.1.3	Invändig inspektion .....	17
4.1.4	Kontroll av PUR-skum .....	18
4.1.5	Kontroll av skarvhylsa och krympmanschetter .....	19
4.2	Marklandsgatan – Platsskummade skarvar .....	19
4.2.1	Fyllning och ledningsbädd .....	20
4.2.2	Utvändig inspektion .....	21
4.2.3	Invändig inspektion .....	22
4.2.4	Kontroll av PUR-skum .....	23
4.2.5	Kontroll av skarvhylsa och krympmanschetter .....	24
<b>5</b>	<b>Diskussion</b> .....	<b>25</b>
5.1	Luftspalter i skarvisolering .....	25
5.2	Skarvförband .....	25
5.3	Cellgasinnehåll .....	26
<b>6</b>	<b>Slutsatser</b> .....	<b>27</b>
<b>7</b>	<b>Referenser</b> .....	<b>28</b>

# 1 Inledning

Vid byggnation av fjärrvärmeledningar finns idag ett antal olika skarvutföranden att välja mellan där det råder skilda meningar om vilka skarvutföranden som är de bästa alternativen. När det gäller skarvisoleringen finns det två alternativ att välja mellan, vilka skiljer sig i arbetssätt och egenskaper. Det vanligaste alternativet är platsskummat polyuretanskum, PUR. Det andra alternativet, som i Sverige inte används i någon större omfattning, är prefabricerade isolerhalvor av PUR.

Vid isolering med platsskummad PUR blandar man isocyanat och polyol i direkt anslutning till montageplatsen. Blandningen till färdigt skum sker antingen i en transportabel skummaskin, ur vilken skummet pumpas in i skarven, eller för hand varefter det hålls in i skarven. Då prefabricerade isolerhalvor används tillverkas dessa i fabrik varefter de levereras i bestämda längder och storlekar.

Isolerhalvor har inte använts i större omfattning i Sverige huvudsakligen beroende på oro för att avsaknad av vidhäftning mellan isolering och medierör respektive mantelrör skulle kunna leda till att skarvhylsornas tätningar utsätts för skadliga skjувbelastningar då skarvhylsan fixeras av markfriktionen vid termiska rörelser och förskjuts relativt ledningen. Vidare kan värmeläckage uppstå mellan rörisolering och skarvisolering vilket befaras kunna termiskt bryta ned mastik, skarvhylsor och krympmanschetter. Därutöver kan luftspalter och luftinneslutningar i otäta skarvar vid temperaturcyklningar i medievattnet suga in vatten i skarven om kringfyllningen är blöt [1].

Skäl som talar för en ökad användning av prefabricerade isolerhalvor är att tillverkningen av dessa kan optimeras i fabrik, hanteringen av isocyanat och polyol försvinner från montageplatserna samt att möjligheterna att kallförlägga fjärrvärmeledningarna ökas.

Syftet med föreliggande projekt har varit att på befintlig ledning som varit i drift i 9 år undersöka och utvärdera ett antal skarvar som vid installationen isolerades med isolerhalvor. Målsättningen är att resultaten skall ge svar på om system med isolerhalvor fungerar som skarvalternativ.

Projektet initierades av Lars Ljunggren, Göteborg Energi, och har finansierats av Svensk Fjärrvärme. Projektet har utförts av SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut, enheten för Bygg och mekanik, i Göteborg i samråd med en av Svensk Fjärrvärme utsedd referensgrupp. Referensgruppen har bestått av följande ledamöter:

Knud A Henriksen, Lögstör A/S  
Göran Johansson, Powerpipe Systems AB  
Lars Ljunggren, Göteborg Energi AB  
Lars Wallner, Stockholms Byggnadsmaterial AB

## 2 Bakgrund

Fjärrvärmeledningen på vilken de undersökta skarvarna fanns monterade byggdes under sommaren 1994 i Riksbyggens regi och har därefter varit i drift i 9 år. Ledningen finns i Högsbo i Göteborg och löper mellan panncentralen (PC) vid Marklandsgatan och kraftvärmeverket (KVV) vid Otto Elanders gata i södra änden av före detta Prippsbryggeriets område, Figur 2.1. Ledningssträckan är cirka 2,4 km lång och består av två parallellt förlagda rör av dimension DN 200/315 (isoleringsserie 1\*). Enligt uppgift är ledningen kallförlagd i befintliga kringfyllningsmassor. Skarvarna utgörs av dubbeltätande krympmuffar, huvudsakligen isolerade med prefabricerade isolerhalvor (Lögstör B2L) men i vissa fall platsskummade.



*Figur 2.1 Den studerade ledningen i Högsbo, Göteborg. De blå cirkelarna markerar de uppgrävda skarvarnas läge.  
The studied pipeline in Högsbo, Gothenburg. The blue circles mark the locations of the excavated joints.*

Efter att ha studerat ledningssträckningen på ritningar och genom besök i de direkta omgivningarna, samt efter intervjuer av personer med kännedom om byggandet och förutsättningarna kring ledningssträckningen valdes två platser där betingelserna kunde förväntas vara ogynnsamma, dvs. där skarvarna kunde förväntas att tidvis varit utsatta för vatten i kringfyllningen. För att underlätta en lokalisering och slippa ”leta sig fram” valdes dessutom skarvställena i anslutning till ledningsböjar. Vid båda ställen frilades såväl fram- som returledning på de ledningssektioner som löper i huvudsakligen öst-västlig riktning. Totalt har alltså fyra skarvar undersökts. Skarvställena är markerade i kartbilden i Figur 2.1.

Vid det södra skarvstället, Gustaf Melins gata, var skarvarna isolerade med prefabricerade isolerhalvor. Skarvarna vid Marklandsgatan var däremot platsskummade.

### 2.1 SKARVUTFORMNING

Lögstörs B2L-skarv är uppbyggd enligt Figur 2.2. Konstruktionen är försedd med tre separata mastiksystem: i krympmanschetten, i krympduken och i krymphylsan. Duken är

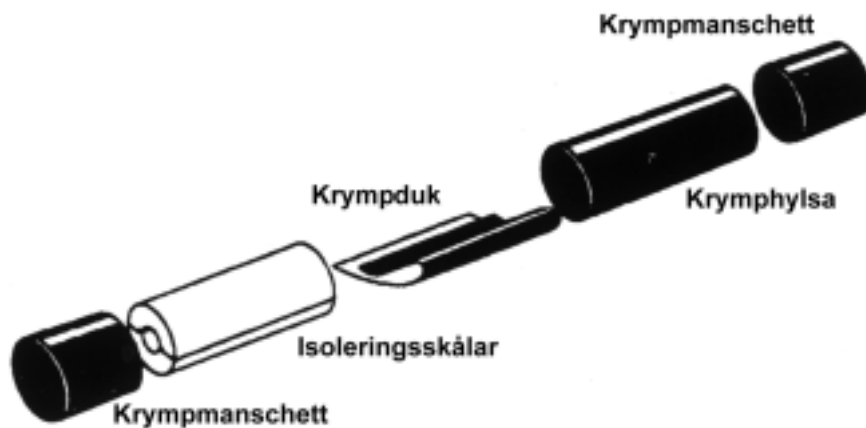
---

\* Serie 1 betecknar den tunnaste standardmässigt förekommande rörisoleringen och är alltså det mest ogynnsamma alternativet med hänsyn till risken för värmeläckage genom luftspalter i skarven.



försedd med mastik endast på insidan, men bidrar ändå till en viss förankring av skarvens komponenter som gör att B2L-utförandet kan antas motstå skjuvbelastningar något bättre än andra typer av isolerhalveskarvar. Krymphylsan som tillverkats av Lögstör består av expanderad HDPE. Krympduk och krympmanschetter är gjorda av PEX. Hylsa, manschetter och duk är försedda med tätningsmassa av butylgummi levererad av Nitto.

PUR-skummet i isolerhalvorna var 1994 blåst med HCFC 141b.



Figur 2.2 Lögstör B2L-skarv. Bild från Lögstör Rörs produktkatalog. Lögstör B2L joint.

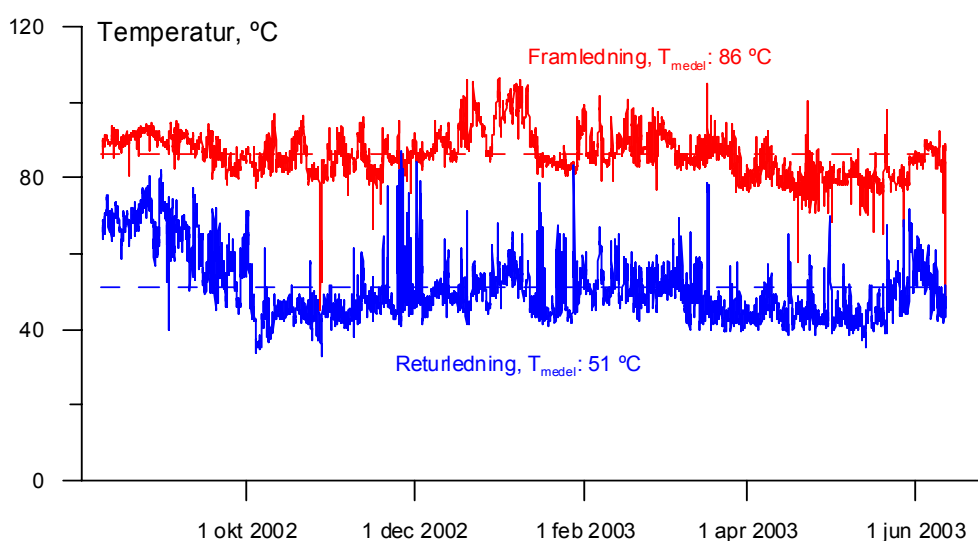
De platsskummade skarvarna bestod av samma krympmanschetter och krymphylsa. Krympduken fanns emellertid inte med i dessa.

## 2.2 TEMPERATURSTATISTIK OCH LARMMÄTNING

Med benäget bistånd från Göteborg Energi AB erhöles temperaturstatistik och larmmätningar på ledningen.

Temperaturstatistiken är uppmätt i kraftvärmeverket i Högsbo. Medeltemperaturerna i fram- och returledning har under det senaste året legat på 86 °C respektive 51 °C, Figur 2.3. Variationerna i temperatur över en säsong är omkring 30 – 40 °C. Sedan 1994 är framledningens högsta och lägsta uppmätta temperaturer 106 °C respektive 70 °C. Årsmedeltemperaturen har under perioden legat mellan 80 °C och 87 °C.

Larmslingorna kontrollmättes i maj 2003. Resistansmätning på framledningen visade då på att det kan finnas en fuktskada någonstans. Denna gick dock inte att lokalisera med pulsekometer. Orsaker till detta är att det på ledningen finns ett antal avstick samt att larmtrådarna i skarvarna, i enlighet med skarvleverantörens anvisningar, förlagts på utsidan av isolerhalvorna. Den senaste tidigare mätningen gjordes 1998 och då var samtliga mätvärden bra. Larmslingorna kontrollmättes även i juni från de skarvar som öppnades. Dessa mätningar visade på att det möjliga felstället finns i ledningens södra del mellan Dag Hammarskjöldsleden och kraftvärmeverket.



Figur 2.3 Medietemperaturer från 8 augusti 2002 till 12 juni 2003.  
Medium temperatures from August, 8<sup>th</sup>, 2002 until June, 12<sup>th</sup>, 2003.

## 2.3 UPPSKATTADE TEMPERATURRÖRELSER

Om man räknar med att ledningen kallförlades med en första temperaturhöjning på 90 °C är sträckan utefter Dag Hammarskjöldsleden mot böjen vid Gustaf Melins gata friktionsfixerad. Övriga ledningssträckor i anslutning till de uppgrävda böjarna är därvid friktionshämmande.

En överslagsmässig beräkning av maximala temperaturrörelser hos de studerade skarvarna visas i Tabell 2.1.

Tabell 2.1 Beräknade förstagångsrörelser hos de undersökta skarvarna.  
Calculated first time displacements for the investigated joints.

Skarvställe	Rörelse, mm	
	i skarvens längsriktning	i skarvens tvärriktning
Gustaf Melins gata (isolerhalvor)	31	89
Marklandsgatan (skummad skarv)	5	9

## 2.4 ERFARENHETER – ISOLERHALVOR I DRIFT

Vattenfall Värme Uppsala AB driver troligen det fjärrvärmesystem i Sverige med flest prefabricerade isolerhalveskarvar i dimensionsområdet 140 mm till 355 mm. Redan under 1980-talet provades att montera prefabricerade isolerhalvor (troligtvis fabrikat LUBO) i skarvar. Under senare delen av 1990-talet användes prefabricerade isolerhalvor av Lögstörs fabrikat typ B2L och senare även typ BX. Tekniken har uteslutande använts vid kallförläggning.

I fjärrvärmenäten i Uppsala finns idag mellan 1500 och 2000 skarvar i drift innehållande prefabricerade isolerhalvor. Cirka 90 % av dessa är monterade av egen personal som utbildats av Lögstör. Merparten av skarvarna är monterade på ledningssträckor i väldränerad gatumark, endast kortare sträckor är förlagda i parkmark och liknande.

När det gäller larmtrådarnas placering i skarvarna så har två sätt att dra dessa genom skarvarna tillämpats. Enligt den ena modellen läggs trådarna i en urspårning där isolerhalvorna ligger an mot varandra. Enligt den andra modellen förläggs trådarna utanpå isolerhalvorna innanför krympduken som omsluter isolerhalvorna. Det finns idag inga uppgifter om något skadetillfälle där skador direkt kunnat härledas till de prefabricerade isolerhalvorna [6].

## 3 Genomförande

De utvalda skarvarna frilades och öppnades, varefter en total bedömning av skarvarnas kondition såväl utvändigt som invändigt gjordes enligt nedan.

### 3.1 FYLLNING OCH LEDNINGSBÄDD

Överfyllnadshöjden mättes upp och markförhållanden, kringfyllning och ledningsbädd dokumenterades. Kringfyllningens kornstorleksfördelning bestämdes med hjälp av siktning enligt SS 13 21 23 [9].

Dräneringens funktion bedömdes utifrån eventuellt vatten i schakten i samband med uppschaktningen.

### 3.2 UTVÄNDIG INSPEKTION AV SKARV

Skarvarnas krympförband undersöktes med avseende på synliga skador orsakade av eventuella termiska rörelser hos ledningen.



*Figur 3.1 Täthetskontroll av skarvhylsa.  
Tightness test of joint casing.*

Tätheten hos skarvförbanden kontrollerades genom att en liten mängd spårgas (HFC-134a) trycktes in i skarvutrymmet genom ett hål uppborrat genom skarvhylsa och isolering. Genom att därefter söka med en elektronisk sniffer\* utmed skarvtätningarnas kanter

---

\* Leybold Inficon D-TEK Refrigerant leak detector.

kunde eventuella läckor detekteras. Spårgasens utbredning i skarvutrymmet kontrollerades efteråt genom sniffning i ett ytterligare kontrollhål, Figur 3.1.

I direkt anslutning till att skarven blottades vid uppgrävningen mättes skarvhylsans temperatur<sup>\*</sup>. Detta gjordes genom att temperaturgivaren lades mot rörväggen innan den helt avtäckts från kringfyllningsmaterial. Mätningen svarar därmed tämligen väl mot yttemperaturen ledningen haft i marken. För att lokalisera eventuella temperaturvariationer på hylsan orsakade av luftspalter, luftinneslutningar eller fukt termograferades skarvarna med IR-kamera. Termograferingen utfördes av CA Bygg- och miljöanalys AB.

För att utifrån lokalisera eventuell fukt i isoleringen kontrollerades skarvarna med fuktindikator<sup>†</sup>.

### 3.3 INVÄNDIG INSPEKTION AV SKARV

Skarvarna sågades upp och skarvhylsorna avlägsnades. Därefter dokumenterades förekomsten av luftspalter mellan skarv- och rörisolering samt andra hålrum och luftinneslutningar.

Isolerhalvorna avlägsnades och undersöktes med avseende på mekanisk deformation orsakad av temperaturrelser.

Utseendet hos anslutande rörändar dokumenterades.

Temperaturen på medieröret mättes med yttemperaturgivare.

### 3.4 KONTROLL AV PUR-SKUM

Omedelbart efter att isoleringen avlägsnats togs provbitar ur den för bestämning av fukthalt. Provbitarna placerades i förseglade plastbehållare för vidare transport till labbet för vägning och uttorkning i 105 °C.

En analys av cellgasinnehållet i isoleringsskummet gjordes av Chalmers tekniska högskola, institutionen för byggnadsfysik. Analysen gjordes med hjälp av gaskromatografi. Metodiken finns beskriven av Svanström och Ramnäs i [7].

### 3.5 KONTROLL AV SKARVHYLSA OCH KRYMPMANSCHETTER

Tätningssmassan i krympförbanden undersöktes med avseende på bibehållen mjukhet och elasticitet.

En kontroll gjordes av i vilken omfattning HDPE-materialet i skarvhylsan utsatts för accelererad termisk åldring till följd av värmeläckage genom luftspalter mellan skarv- och rörisolering. Då inget jungfruligt material finns tillgängligt som referens, togs tre prover

---

<sup>\*</sup> Med termometer Anritherm HL600 typ K med yttemperaturgivare N-231K-00.

<sup>†</sup> Gann UNI.1 med givare B50.

längs samma generatris på varje skarvhylsa: mitt på hylsan i längsled och så nära skarvkanterna som möjligt. Induktionstiden mättes enligt SS-EN 728\* [4].

---

\* Samma metod används för kontroll av mantelrörsmaterialet enligt SS-EN 253 [1].

## 4 Resultat

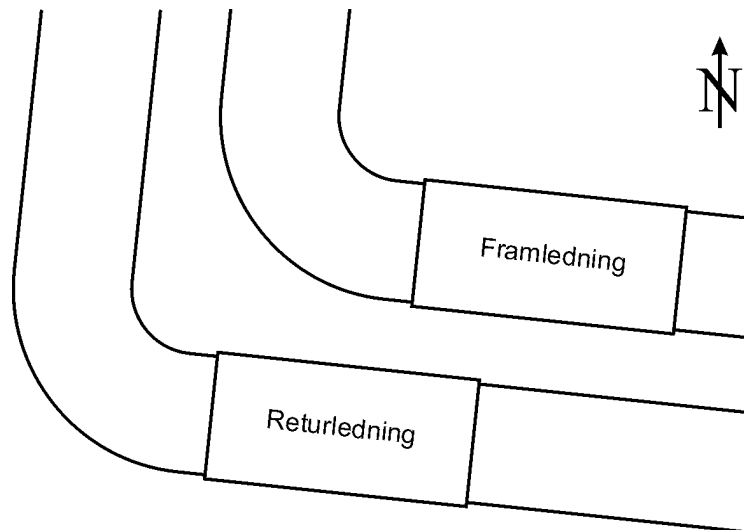
### 4.1 GUSTAF MELINS GATA – ISOLERHALVOR

I Högsbo industriområde grävdes två skarvar, isolerade med prefabricerade isolerhalvor, upp i grönområdet vid förlängningen av Gustaf Melins gata. De var belägna vid böjen där ledningen svänger av efter att ha löpt utefter Dag Hammarskjöldsleden, Figur 4.1.



*Figur 4.1 Skarvställe "Gustaf Melins gata". Pilen på kartbilden visar var fotot har tagits.*

*Joint location "Gustaf Melins gata". The arrow on the map shows where the photograph was taken.*



*Figur 4.2 Böj och skarvar vid Gustaf Melins gata.  
Bend and joints at Gustaf Melins gata.*

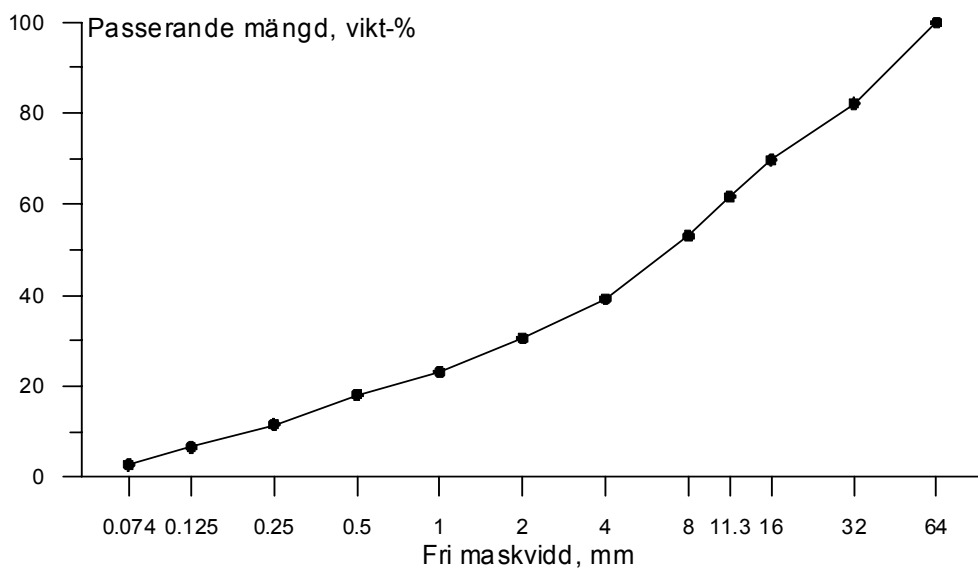
#### **4.1.1 Fyllning och ledningsbädd**

Kringfyllningen utgjordes av osorterat grusmaterial med inslag av både sten och byggavfall, såsom asfaltrester och krossade betongrör, Figur 4.3. Kornfördelningskurvan motsvarar ungefärligen en moränjord, Figur 4.4. Stenar med större diameter än 64 mm fanns, men togs inte med i siktprovet. Ingen ledningsbädd föreföll ha gjorts vid läggningen. Ledningarna vilade på lera. Överfyllnadshöjden var ca 600 mm.



*Figur 4.3 Snitt genom fyllningsmaterial vid Gustaf Melins gata.  
Section through backfill at Gustaf Melins gata.*





*Figur 4.4 Siktkurva för kringfyllning vid Gustaf Melins gata.  
Grading curve for backfill material at Gustaf Melins gata.*

Då ledningen är förlagd på lera har dräneringsförhållandena varit ogynnsamma. Detta underströks under provtagningsarbetet av att schakten vattenfylldes efter ett regnväder, Figur 4.5.



*Figur 4.5 Vatten i schakt vid Gustaf Melins gata.  
Water in trench at Gustaf Melins gata.*

#### 4.1.2 Utvändig inspektion

Inga utvändiga skador eller tecken på axiella deformationer hittades på något av krympförbanden. Täthetskontroll med spårgas visade också att krympförbanden var täta. Kontroll med fuktindikator tydde heller inte på några förhöjda fukthalter någonstans i skarvarna.



Figur 4.6 Frilagda skarvar vid Gustaf Melins gata.  
Excavated joints at Gustaf Melins gata.



Figur 4.7 Termogram över skarven på framledningen vid Gustaf Melins gata.  
Thermogram of the flow pipe joint on Gustaf Melins gata.

Omedelbart efter framgrävning uppmättes yttemperaturerna på skarvhylsorna till 25,5 °C på framledningen respektive 24 °C på returledningen. Omgivningsluftens temperatur var vid tidpunkten ca. 20 °C.

Vid termograferingen kunde inga värmeläckage detekteras i någon av skarvhylsorna. Den största ojämnheten i yttemperatur, på ca 2 °C, hittades på norra sidan av framledningsskarven, Figur 4.7. Termogrammet visar framledningens östra krympförband sett från sidan från nordost.

### 4.1.3 Invändig inspektion

Då skarvarna öppnades konstaterades att larmtrådarna dragits utvändigt om isolerhalvorna mellan dessa och gummiduken.

Vid samtliga fyra anslutningar mellan skarvisolering och rörände fanns omkring 4 mm breda luftspalter, Figur 4.8. Dessa föreföll vara ungefär lika breda över hela rörtvärsnittet. Inga övriga hålrum eller defekter kunde ses. Isoleralvorna var inte heller synligt deformerade.



*Figur 4.8 Luftspalter mellan skarvisolering och rörändar på framledning (överst) respektive returledning vid Gustaf Melins gata.  
Air-gaps between joint insulation and pipe ends on flow pipe (top) and return pipe respectively at Gustaf Melins gata.*

Spår av skumrester ses på stålroret, Figur 4.9, vilket tyder på att rörändarna, i enlighet med montageanvisningarna, skalats och plankapats före muffmontage.

Yttemperaturerna på stålroren uppmättes till 82 °C och 44 °C på fram- respektive returledning.



Figur 4.9 Rörände i framledningskarven.  
Pipe end in the flow pipe joint.

#### 4.1.4 Kontroll av PUR-skum

Skumdensiteten hos de fyra kontrollerade isolerhalvorna\* låg mellan 57 kg/m<sup>3</sup> och 62 kg/m<sup>3</sup>. Fukthalten i skummet var ca 0,6 kg/m<sup>3</sup> eller omkring 1 vikt-% i såväl fram- som returledning.

Cellgasinnehållet redovisas i Tabell 4.1.

Tabell 4.1 Cellgassammansättning i de prefabricerade isolerhalvorna från Gustaf Melins gata.

Cell gas composition in the prefabricated joint foam shells from Gustaf Melins gata.

Gas	Partialtryck, kPa	
	Framledning	Returledning
Syrgas	1,0	2,4
Kvävgas	28,2	22,7
Koldioxid	20,1	22,8
Vatten	0,7	0,5
Kolmonoxid	0,5	0,4
HCFC-141b	10,8	7,7
HCFC-142b	0,6	0,5
<i>Totaltryck</i>	<i>62</i>	<i>57</i>

\* Två st i vardera skarven.

#### 4.1.5 Kontroll av skarvhylsa och krympmanschetter

Då tätningssmassan inspekterades kändes den mjuk och smidig och uppvisade inga tecken på att ha åldrats onaturligt mycket.

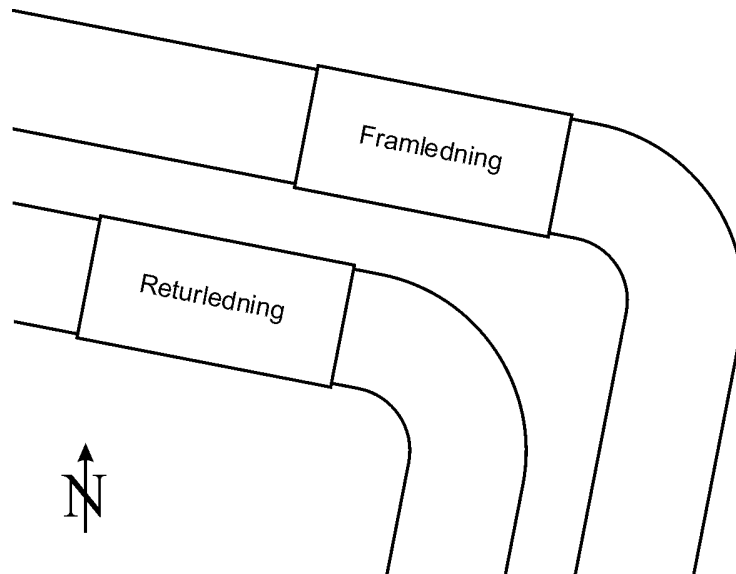
Induktionstiden i PE-hylsan bestämdes vid 210 °C provningstemperatur och fanns vara omkring 38 minuter för framledningsskarven och ca 18 minuter för returledningen, vilket innebär att PE-hylsan inte utsatts för någon termisk åldring. Inga skillnader kunde ses mellan prover tagna mitt på hylsan och prover nära skarvkanten.

### 4.2 MARKLANDSGATAN – PLATSSKUMMADE SKARVAR

Två skarvar frilades i bostadsområdet Flatås i norra änden av Marklandsgatan. Skarvarna var belägna i gräsmattan där ledningen böjer av från körbanan mot panncentralen, Figur 4.10. Dessa skarvar var platsskummade. Anledningen till att skarventreprenören inte använde isolerhalvor är att ledningen är lätt avvinklad, vilket gör att isolerhalvor är svåra att inpassa.



*Figur 4.10 Skarvställe "Marklandsgatan". Pilen på kartbilden visar var fotot tagits. Joint location "Marklandsgatan". The arrow on the map shows where the photograph was taken.*



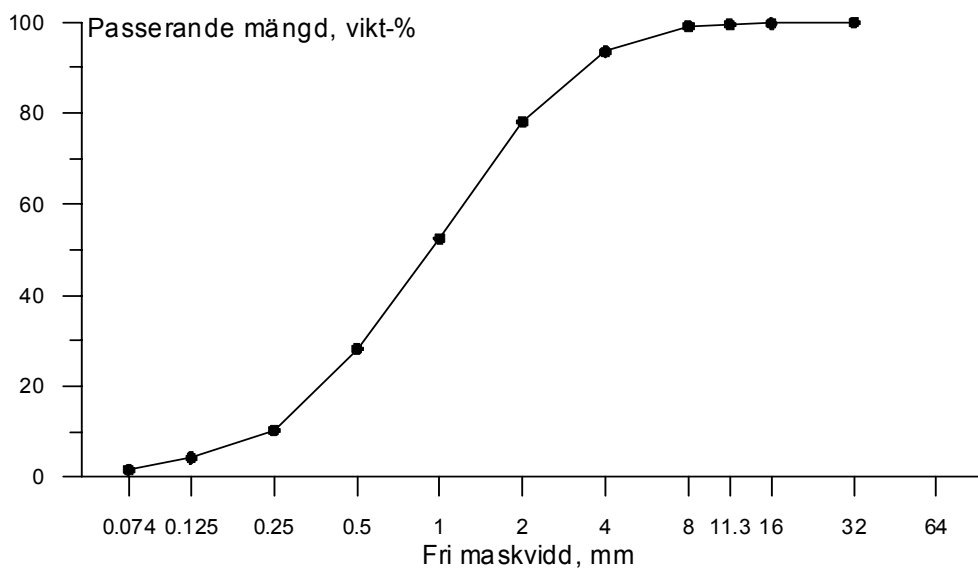
*Figur 4.11 Böj och skarvar vid Marklandsgatan.  
Bend and joints at Marklandsgatan.*

#### **4.2.1 Fyllning och ledningsbädd**

Rören var kringfyllda med 0 – 4 mm grus, Figur 4.13. Ledningsbädden utgjordes av ca 100 mm av samma material. Under ledningsbädden var marken utfylld med stenar och block samt en hel del byggavfall, som tegelstenar. Överfyllnadshöjden var ca 600 mm. Undergrundens dränerande egenskaper föreföll vara förhållandevis goda.



*Figur 4.12 Snitt genom fyllningsmaterial vid Marklandsgatan.  
Section through backfill at Marklandsgatan.*



*Figur 4.13 Siktcurva för kringfyllning vid Marklandsgatan.  
Grading curve for backfill material at Marklandsgatan.*

## 4.2.2 Utvändig inspektion

Inga utvändiga skador eller tecken på axiella deformationer hittades på något av krympförbanden. Täthetskontroll med spårgas visade också att krympförbanden var täta. Kontroll med fuktindikator tydde heller inte på några förhöjda fukthalter någonstans i skarvarna.



*Figur 4.14 Frilagda skarvar vid Marklandsgatan.  
Excavated joints at Marklandsgatan.*

Omedelbart efter framgrävning uppmättes yttemperaturerna på skarvhylsorna till 27 °C på framledningen respektive 24,5 °C på returledningen. Omgivningsluftens temperatur var vid tidpunkten ca. 20 °C.

Vid termograferingen kunde inga värmeläckage detekteras i någon av skarvhylsorna. Den största ojämnheten i yttemperatur, ca 2 °C, hittades, liksom på Gustaf Melins gata, på norra sidan av framledningsskarven. Termogrammet i Figur 4.15 visar framledningens ovansida sett från öster.



Figur 4.15 Termogram över skarven på framledningen vid Marklandsgatan.  
Thermogram of the flow pipe joint on Marklandsgatan.

### 4.2.3 Invändig inspektion

Endast framledningsskarven öppnades för invändig inspektion.



Figur 4.16 Anslutningar mellan skarvisolering och rörändar på framledning vid Marklandsgatan.  
Interfaces between joint insulation and pipe ends on flow pipe at Marklandsgatan.



I västra änden var skarvskummet mjukt och svampigt. Här var också vidhäftningen mellan skarvskum och rörände bristfällig och en luftspalt hade öppnats. Detta kan vara en konsekvens av att en för liten mängd isocyanat funnits i skummet, t.ex. till följd av dåligt inställd skumspruta. I östra änden var däremot anslutningen fullgod, Figur 4.16 och Figur 4.17.



*Figur 4.17 Bristfällig vidhäftning mellan skarvskum och rörände på väster ände av framledningsskarven på Marklandsgatan.  
Poor adhesion between joint foam and pipe end on west end of flow pipe joint at Marklandsgatan.*

Yttemperaturen på stålroret uppmättes till 87 °C.

#### 4.2.4 Kontroll av PUR-skum

Skumdensiteten hos den öppnade framledningsskarven var 81 kg/m<sup>3</sup>. Fukthalten i huvuddelen av skummet var ca 0,4 kg/m<sup>3</sup> eller omkring 0,5 vikt-%, förutom i prov taget i botten av den ”dåliga” västra änden, där fukthalten var ca 1,8 kg/m<sup>3</sup> eller omkring 2,2 vikt-%.

*Tabell 4.2 Cellgassammansättning i platsskummat skarvskum från Marklandsgatan.  
Cell gas composition in injected joint foam from Marklandsgatan.*

Gas	Partialtryck, kPa
	Framledning
Syrgas	14
Kvävgas	35
Koldioxid	0,6
Vatten	5,5
Kolmonoxid	0,9
HCFC-141b	0,6
HCFC-142b	—
<i>Totaltryck</i>	<i>57</i>

Cellgasinnehållet i prover tagna ur den friska delen av skarvskummet redovisas i Tabell 4.2.

#### **4.2.5 Kontroll av skarvhylsa och krympmanschetter**

Då tätningssmassan inspekterades kändes den mjuk och smidig och uppvisade inga tecken på att ha åldrats onaturligt mycket.

## 5 Diskussion

### 5.1 LUFTSPALTER I SKARVISOLERING

Mätningar på prefabricerade isolerhalvor gjorda av Lögstör Rör [5] visar att luftspalter av storleksordningen ~5 mm uppstår vid montaget som en följd av att skarvhylsan drar ihop sig något i längsled då den svalnar efter krympningen och drar med sig isolerhalvorna. I samma rapport visas emellertid att en höjning av medierörstemperaturen från rumstemperatur till 120 °C är tillräcklig för att isolerhalvorna skall expandera och fylla ut luftspalterna igen. Om medierörstemperaturen är lägre än 120 °C är det dock inte säkert att luftspalterna fylls ut igen.

Åldringsprov på PUR – både från rör och från isolerhalvor – genomförda av SP i Göteborg [2] visar att skummet krymper i axiell riktning och expanderar i radialled då det utsätts för förhöjd temperatur under lång tid. Provbiter från prefabricerade isolerhalvor som tilläts expandera och krympa fritt i temperaturer upp till 90 °C drog ihop sig någon procent i axiell riktning, vilket längdmässigt motsvarar några mm hos en isolerhalva.

De uppgrävda skarvarna uppvisade inga tecken på att ha varit utsatta för temperaturrelater och inga axiella deformationer kunde ses. Luftspalterna var helt symmetriska – dvs. lika breda i båda ändar – och enligt skarventreprenören monteras halvorna alltid med presspassning. Sammantaget pekar detta på att de observerade luftspalterna är en konsekvens av att isolerhalvorna har krympt snarare än deformerats mekaniskt.

### 5.2 SKARVFÖRBAND

Inga tecken på mekaniskt betingade skador kunde ses på något av de undersökta krympförbanden. Detta trots att befintliga återfyllningsmassor med grova stenfraktioner hade använts vid ett av skarvställena. Emellertid är det angivna rörelseomfånget enligt Tabell 2.1, sidan 8, beräknat på teoretiska grunder och inga egentliga belägg finns för att skarvarna varit utsatta för några större temperaturrelater.

Vad gäller graden av termisk åldring av PE-materialet i prefabskarvarnas hylsor är det svårt att säga något kvantitativt då inga prover har kunnat tas på jungfruligt material. Men de uppmätta induktionstiderna visar att materialet har gott om oxidationsstabilisering kvar, och ingen förhöjd åldringstakt till följd av värmeläckage genom luftspalterna kunde påvisas. De undersökta rörledningarna har varit ur serie 1, dvs. med förhållandevis tunn isolering, vilket är ogynnsamt med avseende på värmeläckage.

I de uppgrävda skarvarna är luftspalterna förhållandevis smala och det är inte troligt att PE-hylsan utsatts för särskilt höga temperaturer. Om isolerhalvorna inte monteras med perfekt passning är det emellertid möjligt att bredare luftspalter uppstår som därmed medför högre temperaturer på skarvhylsan. Mätningar av temperaturhöjningen som en luftspalt orsakar genomfördes 1999 av SP på uppdrag av Svensk Fjärrvärme [8]. I en DN 150/280-skarv med en 7 mm bred luftspalt blev temperaturen på insidan krymphylsan ca 13 °C högre än den utvändiga mantelrörstemperaturen utanför skarven vid en medierörstemperatur på 120 °C.

### 5.3 CELLGASINNEHÅLL

De undersökta skarvtyperna uppvisade anmärkningsvärda skillnader i cellgasinnehåll. I den platsskummade skarven är de uppmätta partialtrycken för syrgas, kvävgas och koldioxid ungefär i paritet med vad man kan förvänta sig för ett skum som varit i drift i tio års tid, Tabell 4.2. I de prefabricerade isolerhalvorna är kvävgashalten lägre och koldioxidhalten högre, Tabell 4.1, vilket antyder att diffusionsförloppen går långsammare. Detta kan förklaras med den krympduk av PEX som ligger mellan isolerhalvorna och skarvhylsan. Denna utgör en extra barriär som försvårar gastransporten i radialled ut genom rörväggen.

Vad som däremot inte är lika uppenbart är anledningen till den låga syrgashalten i isolerhalveskarvarna, omkring 1 – 2 kPa. Syrgas diffunderar normalt in i röret ungefär lika fort som kvävgas, och halten borde under denna förutsättning vara omkring 5 gånger större. En väsentlig utförandemässig skillnad mellan skarvalternativen är att gaser som tränger in genom mantelröret har fritt tillträde till stålröret då isolerhalvor används. En tänkbar förklaring till den låga uppmätta syrehalten är att den förbrukas genom oxidation av stålröret. Överslagsmässigt ”fattas” det omkring 5 kPa syrgas mätt vid rumstemperatur, vilket motsvarar ca. 1,3 g O<sub>2</sub>. Den syrgasmängden räcker för att oxidera omkring 2,3 g järn\*. Detta motsvarar mindre än 1 µm av stålrörsväggen i skarvutrymmet, och det är alltså inte frågan om någon kritisk korrosionshastighet.

---

\* Under förutsättning att oxidationen av stålet sker till ”vanlig” rost, sk. *järnoxidhydroxid* – FeOOH

## 6 Slutsatser

På skarvarna med isolerhalvor fanns ca 4 mm breda spalter mellan isolerhalvor och rör i båda ändarna. Enligt entreprenören som tillverkat skarvarna sätts isolerhalvorna alltid in med presspassning mellan rörändarna. Luftspalterna är sannolikt en konsekvens av krympning i längsled, då skarvarna i övrigt inte visade några tecken på stora axiella deformationer. Symmetrin hos luftspalterna – lika breda i båda skarvänder – antyder också att de inte är mekaniskt betingade.

Det bör i sammanhanget noteras att även i den platskummade skarven hade en luftspalt öppnats. Detta som en konsekvens av britsfällig kvalitet och vidhäftning hos skarvskummet. Anledningen till detta är troligen ett felaktigt blandningsförhållande mellan isocyanat och polyol.

I övrigt var samtliga skarvisoleringar i gott skick då inga synliga deformationer, hålrum eller defekter kunde upptäckas – förutom de påtalade luftspalterna i isolerhalveskarvarna och den delvis bristfälliga PUR-sammansättningen. Inga förhöjda temperaturer eller onormala fukthalter kunde observeras.

Även skarvarnas yttre förband föreföll vara i gott skick. Inga deformationer kunde ses, mastiken var mjuk och smidig och krympförbanden var täta.

Då samtliga undersökta skarvar – såväl med prefabricerad isolering som platskummade – befanns vara täta med god isoleringsförmåga kan man konstatera att de efter närmare 9 år i drift fortfarande fungerar tillfredsställande. Man bör dock vara klar över att det ringa antalet skarvar som undersökts i föreliggande projekt inte är ett tillräckligt statistiskt underlag för att dra generella slutsatser om isolerhalvetekniken. Den studerade ledningen har inte en problematisk bakgrundshistoria och skarvarna har inte tidigare larmat om höga fukthalter. En statistisk utvärdering skulle säkert kunna göras baserat på erfarenheter från fjärrvärmenät där tekniken använts i stor omfattning.

Det står emellertid klart att resultaten från föreliggande projekt och de uppgifter som erhållits från Vattenfall Värme Uppsala [6] inte lyft fram ytterligare skäl att bemöta isolerhalvetekniken med skepsis.

## 7 Referenser

1. BERGSTRÖM, G., NILSSON, S. & SÄLLBERG, S.-E., *Vattenläckage genom otät mantelrörsskarv*, Svensk Fjärrvärme FoU 2001:51.
2. BERGSTRÖM, G., NILSSON, S. & SÄLLBERG, S.-E., *Fukttransport i skarvskum*, Svensk Fjärrvärme FoU 2002:67.
3. EUROPEISK STANDARD SS-EN 253:2003, *Fjärrvärmesystem – Förisolerade rörsystem med fast förband mellan värmeisolering och medierör respektive mantelrör för direkt markförlagd distribution av hetvatten – Rörenhet bestående av raka medierör av stål, värmeisolering av hårde uretancellplast (PUR-skum) och mantelrör av etenplast (PE)*.
4. EUROPEISK STANDARD SS-EN 728:1997, *Plaströrsystem – Polyolefinrör och rördelar – Bestämning av oxidationsstabilitet*.
5. LOGSTOR TECHNICAL REPORT, *The behaviour of half shells*, 2002.
6. SIEWERTZ, S., *Personlig kommunikation*, Vattenfall Värme Uppsala AB, 2003.
7. SVANSTRÖM, M. & RAMNÄS, O., A Method for Analysing the Gas Phase in Polyurethane Foam, *Journal of Cellular Plastics*, **31**(July), 1995.
8. SVENSK FJÄRRVÄRME, Mätning av temperaturer i fjärrvärmeskarv, *Provningsrapport 99H20565 från SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut*, 1999.
9. SVENSK STANDARD SS 13 21 23:1983, *Betongprovning – Ballast – Kornfördelning genom siktning*.

# Rapportförteckning

Samtliga rapporter kan beställas hos Svensk Fjärrvärmes Förlagsservice.  
Telefon: 026 – 24 90 24, Telefax: 026 – 24 90 10, [www.fjarrvarme.org](http://www.fjarrvarme.org)

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

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



<i>Nr</i>	<i>Titel</i>	<i>Författare</i>	<i>Publicerad</i>
41	Underlag för riskbedömning och val av strategi för underhåll och förnyelse av fjärrvärmeledningar	Sture Andersson Jan Molin Carmen Pletikos	dec-99
42	Metoder att nå lägre returtemperatur med värmeväxlardimensionering och injusteringsmetoder. Tillämpning på två fastigheter i Borås.	Stefan Petersson	mars-00
43	Vidhäftning mellan PUR-isolering och medierör. Har blåstring av medieröret någon effekt?	Ulf Jarfelt	juni-00
44	Mindre lokala produktionscentraler för kyla med optimal värmeåtervinningsgrad i fjärrvärmesystemen	Peter Margen	juni-00
45	Fullskaleförsök med friktionsminskande additiv i Herning, Danmark	Flemming Hammer Martin Hellsten	feb-01
46	Nedbrytningen av syrereducerande medel i fjärrvärmenät	Henrik Bjurström	okt-00
47	Energimarknad i förändring Utveckling, aktörer och strategier	Fredrik Lagergren	nov-00
48	Strömförsörjning till värmemätare	Henrik Bjurström	nov-00
49	Tensider i fjärrkylennät – Förstudie	Marcus Lager	nov-00
50	Svensk sammanfattning av AGFWs slutrapport ”Neuartige Wärmeverteilung”	Heimo Zinko	jan-01
51	Vattenläckage genom otät mantelrörsskarv	Gunnar Bergström Stefan Nilsson Sven-Erik Sällberg	jan-01
52	Direktförlagda böjar i fjärrvärmeledningar Påkänningar och skadegränser	Gunnar Bergström Stefan Nilsson	jan-01
53	Korrosionsmätningar i PEX-system i Landskrona och Enköping	Anders Thorén	feb-01
54	Sammanlagring och värmeförluster i närvärmenät	Jochen Dahm Jan-Olof Dalenbäck	feb-01
55	Tryckväxlare för fjärrkyla	Lars Eliasson	mars-01
56	Beslutsunderlag i svenska energiföretag	Peter Svahn	sept-01
57	Skarvtätning baserad på svällande material	Henrik Bjurström Pål Kalbantner Lars-Åke Cronholm	okt-01
58	Täthet hos skarvar vid återfyllning med befintliga massor	Gunnar Bergström Stefan Nilsson Sven-Erik Sällberg	okt-01
59	Analys av trerörssystem för kombinerad distribution av fjärrvärme och fjärrkyla	Guaxiao Yao	dec-01
60	Miljöbelastning från läggning av fjärrvärmerör	Morgan Fröling Magdalena Svanström	jan-02
61	Korrosionsskydd av en trycklös varmvattenackumulator med kvävgasteknik – fjärrvärmeverket i Falkenberg	Leif Nilsson	jan-02
62	Tappvarmvattenreglering i P-märkta fjärrvärmecentraler för villor – Utvärdering och förslag till förbättring	Tommy Persson	jan-02

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

<i>Nr</i>	<i>Titel</i>	<i>Författare</i>	<i>Publicerad</i>
88	Långtidsegenskaper hos lågflödesinjusterade radiatorsystem	Stefan Petersson Sven Werner	aug-03
89	Rationellt byggande av fjärrvärmeledning	Tommy Gudmundson	sep-03
90	Total – Kontra utförandeentreprenad	Tommy Gudmundson	sep-03
91	Tryckväxlare för fjärrkyla – Teknik och funktion	Bror-Arne Gustafson	sep-03
92	Kylning av kylmaskinens kondensorer med fjärrkyla i livsmedelsbutiker	Caroline Haglund Stignor	sep-03
93	Minskade distributionsförluster med diffusionstäta fjärrvärmerör	Maria Olsson	okt-03
94	Kopplingsprinciper för fjärrvärmecentral och frånluftsvärmepump	Patrik Selinder Håkan Walletun Heimo Zinko	okt-03
95	Funktion hos 1-rörs radiatorsystem – Avkylning, komfort och stabilitet	Stefan Petersson Bernt-Erik Nyberg	okt-03
96	EPSPEX-kulvert – Utveckling, utförande och uppföljning	Tommy Gudmundson	okt-03
97	EPSPEX-kulvert – Funktion under och efter vattendränkning	Stefan Nilsson Sven-Erik Sällberg Gunnar Bergström	okt-03
98	Fukt i fjärrvärmerör, larmsystem och detektering Inventering av mätmetoder och gränsvärden	Henrik Bjurström Lars-Åke Cronholm Mats-Olov Edström	okt-03
99	Undersökning av skarvar med isolerhalvor efter nio år i drift	Stefan Nilsson Sven-Erik Sällberg Gunnar Bergström	nov-03

## **FORSKNING OCH UTVECKLING – ORIENTERING**

1	Fjärrkyla: Behov av forskning och utveckling	Sven Werner	jan-98
2	Utvärdering av fjärrkyla i Västerås. Uppföljning av Värmeforsk rapport nr 534. Mätvärdesinsamling för perioden 23/5 – 30/9 1996.	Lars Lindgren Conny Nikolaisen	jan-98
3	Symposium om Fjärrvärmeforskning på Ullinge Wårdshus i Eksjö kommun, 10-11 december 1996	Lennart Thörnqvist	jan-98
4	Utvärdering av fjärrkyla i Västerås. Uppföljning av Värmeforsk rapport nr 534. Mätvärdesinsamling för period 2. 1/1 – 31/12 1997.	Conny Nikolaisen	juli-98
5	Metodutveckling för mätning av värmekonduktiviteten i kulvertisolering av polyuretanskum	Lars-Åke Cronholm Hans Torstensson	sept-99
6	Optimering av fjärrvärmevattens framledningstemperatur i mindre fjärrvärmesystem	Ilkka Keppo Pekka Ahtila	jan-03

Svenska Fjärrvärmeföreningens Service AB och Statens Energi-  
myndighet bedriver forskningsprogram inom området fjärrvärme  
hetvattenteknik och fjärrkyla.

**SVENSKA FJÄRRVÄRMEOFÖRENINGENS SERVICE AB**

101 53 STOCKHOLM

Besöksadress: Olof Palmes Gata 31, 6 tr

Telefon 08 - 677 25 50, Telefax 08 - 677 25 55

**Förlagsservice, beställning av trycksaker:**

Telefon 026 - 24 90 24, Telefax 026 - 24 90 10