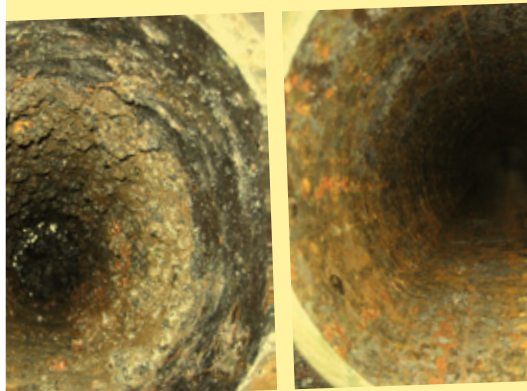


RAPPORT 2013:19



Figur 7. Olika typer av



attenledning före

Figur 9. Dricksvatten
rensning.

RELINING MED STRUMPMETODEN

STEFAN HÅKANSSON

ISBN 978-91-7381-117-0

© 2013 Svensk Fjärrvärme AB

FÖRORD

Syftet med det här projektet är att ta fram metoder att utföra relining av fjärrvärmeledningar, med tillräckligt hög kvalitet för att förlänga livstiden för ledningarna. Relining innebär att man för in en glasfiberstrumpa i en befintlig fjärrvärmeledning som förstärker den ordinarie fjärrvärmeledningen. Arbetet har gjorts som ett demonstrationsprojekt där materialegenskaper, rengöringsmetoder och applicering av strumpan undersökts.

Relining av fjärrvärmeledningar har testats tidigare och detta projekt visar att materialegenskaperna hos strumpan som förs in i fjärrvärmeledningen håller tillräckligt hög kvalitet för att kunna användas i svenska fjärrvärmenät. Relining av fjärrvärmeledningar istället för att byta ut dem har klara fördelar. Besvärliga schaktarbeten kan undvikas, och hela eller delar av ledningarna kan relinas, vilket ger mindre samhällsstörningar och framför allt mindre byggkostnader för underhåll av fjärrvärmeledningar.

Projektet har genomförts av Stefan Håkansson, HWQ Relining Systems AB och Pollex AB. Till projektet har en referensgrupp varit knuten bestående av Erik Rylander och Hans Jakobsson, Fortum Värme samägt med Stockholm stad, Jessica Englund, E.ON Värme, Niclas Wiklund, Gävle Energi AB, Gerth Karlsson och Per Hellström, Vattenfall i Norden AB.

Projektet ingår i forskningsprogrammet Fjärrsyn som finansieras gemensamt av Energimyndigheten och fjärrvärmebranschen. Fjärrsyn ska stärka möjligheterna för fjärrvärme och fjärrkyla genom ökad kunskap om fjärrvärmens roll i klimatarbetet och för det hållbara samhället till exempel genom att bana väg för affärsmässiga lösningar och framtidens teknik.

Bo Johansson
Ordförande i Svensk Fjärrvärmes tekniskråd

Rapporten redovisar projektets resultat och slutsatser. Publicering innebär inte att Fjärrsyns styrelse eller Svensk Fjärrvärme har tagit ställning till innehållet.

SAMMANFATTNING

Relining betyder att man skapar ett nytt rör inuti ett gammalt.

Projektet har syftat till att undersöka om relining av fjärrvärmerör är en lämplig metod och om de valda materialen är väl anpassade för fjärrvärmenätets förhållande med 16 bars tryck och temperatur på 120 grader.

Under projektets gång har materialet utvärderats i labb med resultat över förväntan. Resultaten visade att materialet ensamt tål det inre trycket och temperaturen i fjärrvärmenätet och att det istället för att vara en metod för att laga mindre hål kan bära hela det inre trycket utan hjälp av det gamla fjärrvärmeröret, ett resultat långt över förväntan.

Under projektets gång har det byggts en testrigg som kan simulera verkliga förhållanden i fjärrvärmenätet och det har installerats ett antal relinade teströr som nu ligger i drift i en långtidsstudie.

Projektet har lett till att de två reliningföretagen HWQ Relining Systems AB och Pollex AB som samarbetat i detta projekt har startat ett gemensamt bolag, Pressure Pipe relining (PPR) som kommer att erbjuda relining av fjärrvärmeledningar.

ABSTRACT

The term relining is used to describe the process where a new pipe is created inside the old pipe.

The project is aimed at investigating whether relining of district heating pipelines is possible and if the chosen materials (liner) are suited for the high temperatures and pressures in these pipelines, 120° Celsius and 16 bar.

During the project, the materials have been evaluated in laboratories with a result exceeding the initial expectations. The laboratory testing showed that the liner withstands both the temperature and pressure. The testing also concluded that the liner resists the internal pressure by itself – it does not need the additional support of the old pipe. This was a result far exceeding the expectations and it means that the liner not only can be used to rehabilitate leaking pipes, but can withstand the same load as a new pipe.

A test facility has been built within the project to be able to simulate real world scenarios. A number of relined test pipes have been installed and are now evaluated in this facility.

This project has resulted in a joint venture between the relining companies HWQ Relining Systems AB and Pollex AB. They have started a new company, Pressure Pipe Relining (PPR) that will offer relining of district heating pipelines to the market.

INNEHÅLL

1	INTRODUKTION	9
	BAKGRUND	9
	PROJEKTETS MÅL	9
	KUNSKAPSLÄGE FÖRE PROJEKTET	9
	HWQ	10
	POLLEX	10
2	MATERIALDATA, TESTER OCH VETENSKAPLIGA STUDIER	11
	PROTOTYP 1	11
	UTVÄRDERING LAMINAT, PROTOTYP 1	13
	EXTRA FÖRBÄTTRINGSTEG	13
	LAMINAT, PROTOTYP 2	14
	VIDHÄFTNINGSTEST	14
3	DIMENSIONERING	15
4	RENSNING	16
5	ANPASSA UTRUSTNING	18
6	BYGGA CONTAINER	20
7	RELINA TESTRÖR	21
	RELINING	21
	LÅSRING	24
8	DEMONSTRATION	26
9	FRAMTID	28
	REKOMMENDERADE FORTSATTA STUDIER	28
	PRESSURE PIPE RELINING	28
	FÖRVÄNTAD PRISBILD (ENDAST RELINING)	28
	NÄSTA STEG	28
10	SLUTSATS	29

Bilaga.1 Swerea Kimabs rapport angående materialegenskaper

Bilaga.2 Swerea Kimabs rapport angående vidhäftning

1 INTRODUKTION

1.1 Bakgrund

Fallerande fjärrvärmeledningar är ett växande problem som medför stora kostnader i form av grävarbeten och avstängningar i tätbebyggda områden. Uppskattningsvis är kostnaden i genomsnitt 15.000 sek/m och att det i tätbebyggda områden kan vara så högt som 100.000 sek/m.

HWQ Relining Systems AB och Pollex AB har en teknik som kan laga och renovera utslitna rör med minimala grävarbeten med hjälp av så kallad relining. Det finns olika metoder för relining men i detta projekt används ”strumpmetoden”, dvs att en armerad strumpa mättas med plast och skjuts in i röret och därefter härdas det på plats.

Tekniken att relina rör under mark har funnits i ca: 40 år. Genom denna teknik minimeras dyra grävningar och återställningskostnader genom att helt enkelt bygga ett nytt rör i ett befintligt rör, exempelvis via de brunnar som redan existerar i rörsystemen genom att lyfta på kammaren. Access kan även ske genom en punktschakt vid exempelvis en kompensator. Tekniken används främst på avlopp, dagvatten och dricksvattenledningar och är en accepterad samt ekonomiskt och miljömässigt fördelaktig metod för dessa system.

Många lovande försök har redan gjorts att använda relining för fjärrvärmesystem, men de har fallerat på att de ingående materialen inte har varit anpassade att tåla temperaturer som är högre än 80-90 grader Celcius. Som referens från tidigare försök kan nämnas Fjärrvärmeföreningens rapport FOU 1996:4 ”Epoxirelining av fjärrvärmerör”.

Ännu en viktig aspekt som ändrats sedan 1996 är den automatiserade nivån på installationen. Processsäkerheten är avsevärt högre och kvalitetssäkring är inte upphängt på mänsklig faktor. Det är numera en mobil processindustri, fullt kontroller och mätbar.

1.2 Projektets mål

Projektet syftar till att metoden blir teoretiskt utvärderad både vad gäller material och dimensionering för att avslutas med en relining av flera mindre rör i en testanläggning byggd i en container där olika förhållanden kan simuleras och materialet enkelt kan demonstreras och utvärderas.

1.3 Kunskapsläge före projektet

Innan detta projektet har det inte funnits en reliningprodukt på marknaden som klarar av de förhållanden som råder i fjärrvärmenäten (16 bar, 120 grader). HWQ och Pollex har tagit fram en ny produkt som skall testas, utvärderas och installeras i en testrigg under projektet.

1.4 HWQ

HWQ Relining Systems AB grundades 2007 i Solna med affärsiden att renovera trycksatta ledningar i fastighet med samma kvalitet som vid installation av nya rör. HWQ har sedan starten arbetat med metod- och materialutveckling, fått ett godkänt europapatent och arbetar nu dagligen med renovering av trycksatta ledningar i fastighet.

1.5 Pollex

Pollex AB grundades 1979 i Göteborg som det första ”Pig-företaget” i Sverige. Inriktningen var till en början enbart rensning av dricksvatten- samt fjärrvärmeledningar. Senare tillkom rensning av tryckavlopps- och gasledningar. Idag är Pollex verksamma i de flesta områden inom vatten- och avloppsteknik (VA-teknik) och jobbar med förnyelse, underhåll, renovering och utredningar av VA-system.

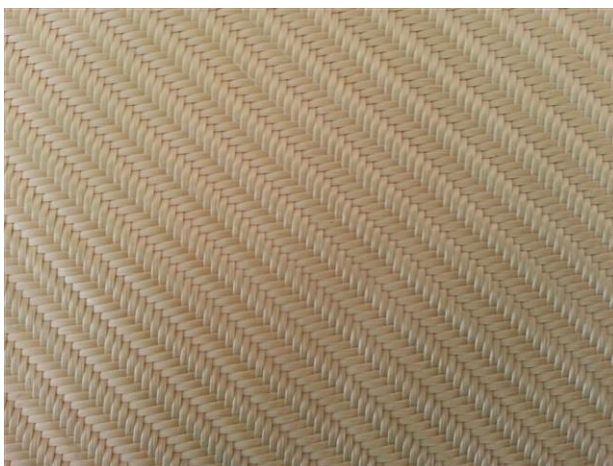
2 MATERIALDATA, TESTER OCH VETENSKAPLIGA STUDIER

Strumpan installeras och härdas på plats och blir till ett nytt rör som vidhäfts i ett rengjort fjärrvärmerör. Detta nya rör består av olika lager av material som tillsammans bildar ett laminat. I början av projektet skulle endast ett laminat testas men under projektets gång upptäcktes flera förbättringsmöjligheter varför ett nytt laminat har tagits fram. Detta andra laminat var inte med i ursprungsplanen och har därför höjt innovationsnivån i projektet. De data som redovisas i rapporten bygger på prototyp 1 och mer data kommer att redovisas efter projektets slut. Vi uppfyller likväl projektets mål att redovisa materialtester som visar att materialen är väl anpassade för att verka i fjärrvärmenät.

2.1 Prototyp 1.

Prototyplaminat 1 är uppbyggt av tre olika material

- Aramidväv, mer känt under varumärket ”Kevlar”. Detta är ett starkt material som blir lastbärare för det inre trycket. Detta kommer ligga ytterst i laminaten och närmast det gamla fjärrvärmeröret.



Figur. 1 Aramidväv

- Glasfiber/polyesterfilt, filten kommer vara en bärare för epoxi och beroende på filtjocklek styrs laminatets tjocklek

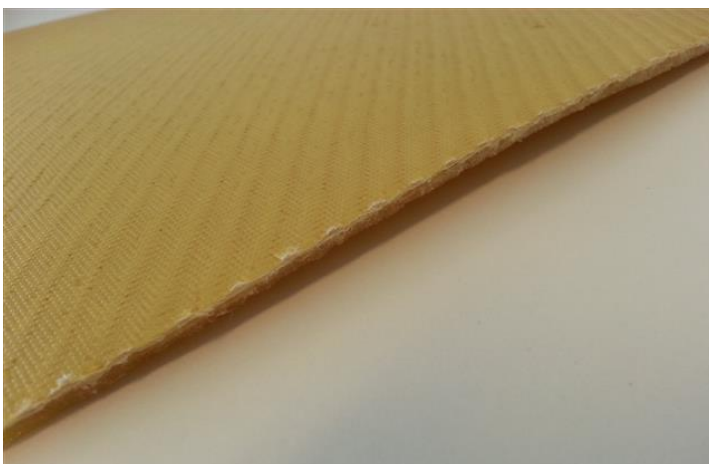


Figur 2. Glasfiber/polyesterfilt

- Värmetålig epoxi. Aramidväv och filt dränks in i epoxin och härdas sedan till färdigt laminat.



Figur 3. Stav av råplast (epoxi)



Figur 4. Kompletat laminat

Det tillverkades 12 stycken provplattor för hand som sedan skickades till Swerea Kimab för undersökning och karaktärisering av material för relining av fjärrvärmeledningar. Se bifogad rapport, bilaga 1. Plattorna blev ca 5-6 mm tjocka.

2.2 Utvärdering laminat, prototyp 1.

Hela rapporten från Swerea Kimab är bifogad. Det man kan utläsa är att materialet ensamt utan det gamla stålröret tål både tryck och temperatur i fjärrvärmenäten, 16 bar och 120 grader vilket är väldigt positivt.

- Tryck

Ett 100 mm rör som utsätts för 16 bars tryck behöver en brotthållfasthet på 73 MPa. Vår uppmätta aramid tål ca 260-270 MPa. Då aramidskiktet, när det blir ett rör, ligger ytterst och är väldigt stumt får inte det inre filtskiktet någon chans att töja sig och spricka. Därför räknar man med aramidskiktets brottgräns som begränsning i konstruktionen.

Brotthållfastheten är linjär mot diametern, så ett 200 mm rör behöver den dubbla hållfastheten, dvs 146, och ett 300 mm den tredubbla, osv.

- Temperatur

Uppmätta Tg-värden (glasförändringstemperaturen) ligger på ca 150 grader vilket är ca: 25 % över den maximala drifttemperaturen på 120 grader. Detta är en god säkerhetsmarginal för att laminatet skall kunna verka i fjärrvärmenätet.

Rapporten visar också på förbättringsmöjligheter då det existerande materialet suger upp en viss del vatten, vilket ökar risken för delaminering på sikt. När material suger upp vatten minskar hållfastheten under materialets livstid och därför är det önskvärt med minimal absorbering.

2.3 Extra förbättringssteg

Följande förbättringar gjordes innan prototyp 2 togs fram

- Starkare aramid: då vi inte hade tid att ta fram en väv med ”tjockare” material användes det dubbla lager av aramid i prototyp 2. I framtiden är det inga problem att endast ha ett ”tjockare” lager. Detta gjordes enbart pga den tid det skulle ta att väva nytt material. Anledningen till att vi utökar aramidens tjocklek mha dubbla lager är att klara av trycket även vid långtidsanvändning och eventuell nedbrytning av materialet. Livslängden bör avsevärt förbättras med tjockare väv.
- Glasfiber/polyesterfilten ersattes av en ren glasfiberfilt då polyestern absorberade vatten.

- Impregneringen och härdningen skedde under vakuum och under mer stabila tillverkningsförhållanden. Detta för att få bort alla microlufthål som kan fyllas med vatten.
- Bättre laminatuppbyggnad påverkas direkt av vakuumimpregnering och denna förbättring avvaktar vi med.

2.4 Laminat, prototyp 2.

Det tillverkades nya provplattor, denna gången på ett vakuum-bord där både temperatur och vakuum kunde kontrolleras under hela härdningsprocessen. Detta laminatet kommer att testas ytterligare efter projektets avslutande och rapporteras vidare. Då detta materialet inte var med i projektet från början är inte dess mätvärden med i denna slutrapport, men de kommer att kompletteras till Svensk Fjärrvärme när de är klara. De nya provplattorna blev ca 3,5 mm vilket beror på den avsevärt bättre tillverkningsprocessen. Då är det också dubbla lager aramidväv som bör ge en total hållfasthet på ca 500 MPa, dvs fullt tillräckligt för ett 600 mm rör.

2.5 Vidhäftningstest

Swerea Kimab har gjort tester på vidhäftningen av laminat 2 mot en stålplatta, se bilaga 2. Detta för att simulera hur hårt det nya röret kommer att sitta i det gamla rengjorda fjärrvärmeröret.

Då vi har använt 2 lager aramid i laminatuppbyggnaden räknar vi med vidhäftningsvärdet mellan det yttre aramidskiktet och stålet. Detta för att det i en framtida slutprodukt kommer det att vara endast 1 lager aramid.

Vidhäftningen ligger på 5,6 MPa eller N/mm² vilket är ca det krav som finns på vidhäftning vid tillverkning av processutrustning med laminat. Då vi har en väldigt stor vidhäftningsarea bedömer vi vidhäftningen som mer än tillräcklig för denna applikation.

3 DIMENSIONERING

När projektet startade var dimensionering en stor del för att se hur stora hål vi skulle klara av att laga och dimensionera efter det.

Men då testerna på Swerea Kimab påvisar att strumpan tål > 16 bar och 120 grader behöver vi i användandet av metoden inte dimensionera för olika hålstorlekar då den färdighärdade strumpan ensamt tål hela belastningen från fjärrvärmemediet.

Materialet lever med andra ord upp till de krav som ställs i applikationen med råge och på ett bättre sätt än beräknat vid projektets början när det var tänkt att kunna laga mindre hål.

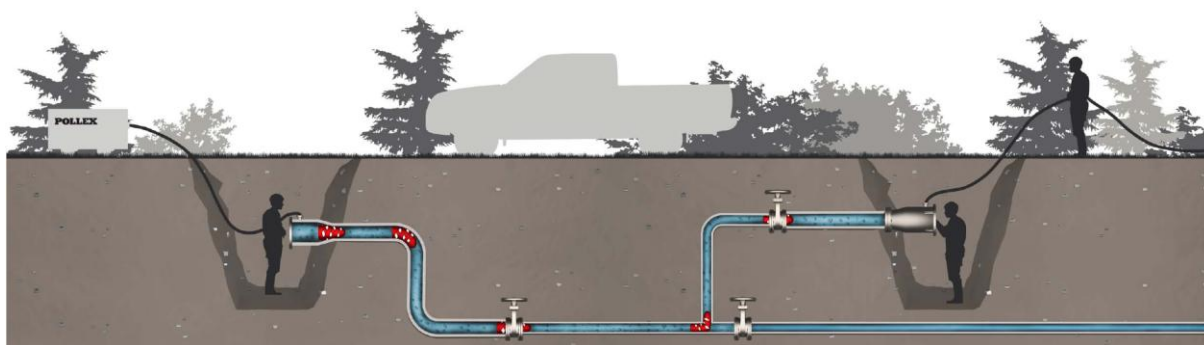
4 RENSNING

Innan själva reliningen kan genomföras behöver befintlig ledning rengöras. Främst handlar det om att avlägsna den magnetitbeläggning (svartröst) som bildats, men även säkerställa att ledningen är helt fri från annan påväxt eller föremål.

Vi har under projektets gång tittat på både blästring och att mekaniskt slipa rören men kommit fram till att rensning med Polly-Pig-metoden (se figur 5) är effektivast.

Polly-Pig-metoden är en väl utvecklad och effektiv metod som Pollex använt sedan 1979 både på fjärrvärmeledningar och andra tryckledningar. I bilderna nedan visas hur Polly-Pig-rensning går till. Förenklat så driver man en rensplugg (se figur 6 & 7) flera gånger genom ledningen m.h.a. vattentryck. Polly-Pigs finns i många olika utföranden och de anpassas efter ledningens kondition. Efter rensning har man en stälren ledning redo att relinas.

Ledningen kommer även att filmas innan relining för att säkerställa fullgod rensning och identifiera eventuella instickande delar eller andra hinder. Identifierade instick och hinder fräses bort med hjälp av robot.



Figur 5. Schematisk bild av Polly-Pig-rensning. Piggen förs in via en starthylsa och tar sig igenom 90-böjar, ventiler och T-stycken.



Figur 6. Polly-Pig.



Figur 7. Olika typer av Polly-Pig.



Figur 8. Dricksvattenledning före rensning.



Figur 9. Dricksvattenledning efter rensning.

5 ANPASSA UTRUSTNING

Anpassning av utrustning krävdes för att kunna utföra testreliningen. De tre huvudelementen i utrustningen är:

- Det hyrdes in ett elektriskt valsverk med vakuumpump för att kunna impregnera strumpan under vakuum.
- Trycktrumma som klarade installationstrycket på 3 bar köptes för just detta ändamål (se figur 10).
- Ångpanna för härdning av fodret hyrdes för härdningsprocessen (se figur 11).

Ångprocessen är helt automatiserad och kontrollerad via datorprogram för att säkra att uthärdningsschemat efterföljs.



Figur 10. Trycktrumma för invrängning av foder. Notera att detta är en liten trumma som användes vid vrängning av de provbitar som installerats i testcontainern.



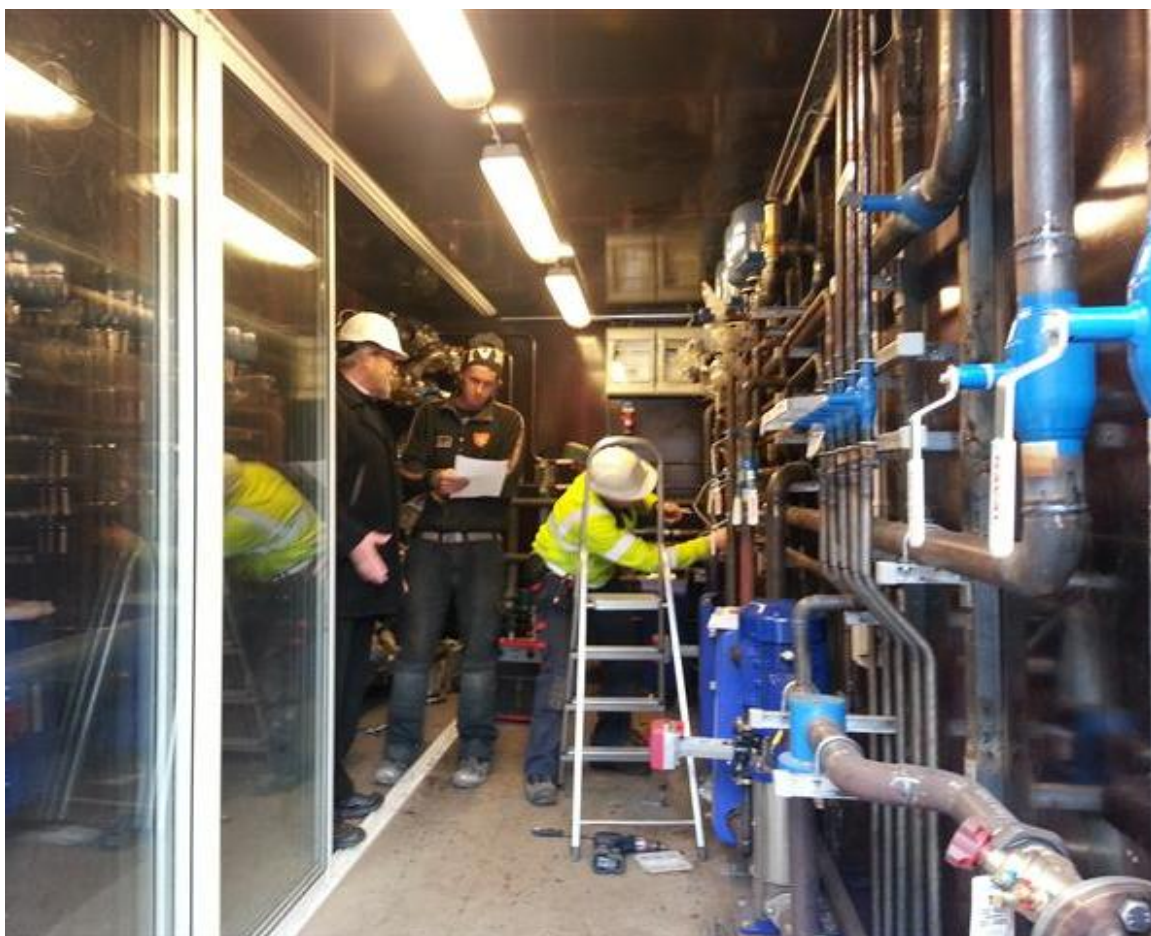
Figur 11. Ånggenerator installerad i enhet för relining.

6 BYGGA CONTAINER

Vattenfall har varit till stor hjälp i projektet med att bygga en testrigg i en container som efter att konstruktionen blev färdig också placerades hos Vattenfall i Uppsala. Testriggen är uppkopplad mot fjärrvärmenätet där det finns tillgång till 130 gradigt fjärrvärmevatten året om. Testriggen har tre olika slingor som är uppdelade enligt följande, en på 120 grader, en på 70 grader och en som pendlar mellan 70-120 grader. Samtliga slingor utsätts för 16 bars tryck.

Testanläggningen kommer att fortsätta vara i drift i Vattenfalls regi under planerat 5.000 timmar och eventuellt 10.000 timmar, dessa resultat ligger utanför detta projekt men kommer att kommuniceras till Fjärrsyn.

Testriggen loggar både tryck och temperatur och data kan laddas ner via gsm-nätet så tekniker slipper vara på plats samt att säkerhetskopiering av data blir enkel.



Figur 12. Testrigg under slutfasen av bygget. De relinade teströren kommer att placeras bakom det härdade glaset till vänster för att skydda besökare vid ett eventuellt läckage.

7 RELINA TESTRÖR

7.1 Relining

De rörbitar som installerats i testcontainern relinades i Pollex lokaler i Nödinge. Hela processen gick mycket bra och detta var en första indikation på att utförande-processen är fullt genomförbar.

Det är värt att påpeka att installation av små dimensioner är avsevärt mer krävande än större, bl.a. krävs högre tryck och specialverktyg behöver skalas ner. Teströren var DN 100 mm.



Figur. 13 Några av de rörbitar som relinats.



Figur 14. Ihopsatta rörbitar under relining.



Figur 15. Närbild på uthärdat foder mellan två provbitar.



Figur 15. Installerat och uthärdat foder avskapat vid ena ändan.

7.2 Låsring

Vid varje början/avslut med strumpan installeras en låsring för extra säkerhets skull. Låsringens funktion är att säkra att strumpan verkligen sitter på plats och att inget vatten kan tränga bakom mellan det gamla röret och strumpan. Låsringen är tillverkad helt i rostfritt stål och specialanpassad för varje dimension. Den består av en rundvalsad plåt samt en passbit. Passbiten kilas fast med hjälp av ett specialverktyg. För att varje gång få ett högt och jämnt tryck på låsringen specialanpassas passbiten för varje installation. Passbiten låses även fast i låsringen mha specialverktyget.



Figur 16. Låsring installerad.

8 DEMONSTRATION

Demonstrationen gick ut på att relina teströren, installera dem i containern och sedan driftsätta den med 16 bars tryck och 120 gradigt vatten, vilket gjordes den 29 april 2013. Driftsättningen gick bra och då ett av de relinade teströren har ett flertal hål i sig ser man direkt hur funktionen är uppbyggd. Hålstorleken varierar från 3 mm i diameter till 80 x 100 mm.



Figur 17. Relinat fjärrvärmerör med hål, observera att de mörkare zonerna inte är vatten utan gammal härdad plast från installationen, det förekommer inga som helst läckage genom strumpan.



Figur 18. Här är testcontainern i full drift, man ser tydligt strumpan i hålen i teströret längst ner bakom glaset.

9 FRAMTID

9.1 Rekommenderade fortsatta studier

- Böjar, kompensatorer och avstick. Kan metoden utvecklas för att kunna renovera mer än raksträckor?
- Åtkomst till rör - genom brunnslock, lyfta kammare eller schakt?
- Avgränsning för relining, kapning och återställning av rören

9.2 Pressure Pipe Relining

HWQ och Pollex har tack vare detta projekt tillsammans bildat ett nytt bolag, Pressure Pipe Relining (PPR) som kommer att marknadsföra och erbjuda reliningprodukter för fjärrvärmenät. PPR kommer att börja med en marknadsundersökning redan vår/sommar 2013 och om tillräckligt stort intresse finns bör det våren 2014 gå att handla upp relining av fjärrvärmerör.

9.3 Förväntad prisbild (endast relining)

Prisbilden är svår att förutse i dagsläget och kommer att vara väldigt volymberoende. Det krävs en årlig volym på minimum ca. 5000 meter rör för att kunna motivera en investering i den maskinpark som krävs för att göra både kvalitativa och effektiva jobb. En enkel kalkyl med dagens kunskap är att ett introduktionspris (vid 5000 meter) för en DN300 mm ledning ligger på ca. 6000 kr/meter rör. Priset förväntas sjunka med volymer, samma kalkyl ger ett ca 20 % lägre pris vid 10 000 meter/år.

Kapaciteten för en framtida maskinpark förväntas vara 400-600 meter rör i veckan beroende på detaljer såsom dimension, längder åtkomst mm.

9.4 Nästa steg

För att ta nästa steg och bygga en komplett maskinpark för relining av fjärrvärmerör behöver det göras en marknadsundersökning för att bedöma intresset hos nätägare. Om det finns intresse att metoden skall vara tillgänglig behövs det förbindelser på minst ca 5000 m relining per år under fem år. Givetvis under förutsättningen att testerna faller väl ut och att produkten lever upp till de ställda kraven från fjärrvärmebranschen.

10 SLUTSATS

I det gångna projektet har vi framgångsrikt visat att relining med strumpmetoden kan bli en fullgod metod för att laga och renovera fjärrvärmerör.

Metoden kan på många sträckor genomföras till en avsevärt lägre kostnad än traditionella metoder för att ersätta fjärrvärmerör. Vi har också visat att metoden klarar att reparera rör oavsett storlek på brott och läckor.

En tredje part (Swerea Kimab) har tagit fram materialdata som styrker materialets egenskaper.

En testrelining i container där metoden enkelt kan visas upp och demonstreras för potentiella intressenter i branschen är byggd och driftsatt.

Ett nytt företag har bildats tack vare Fjärrsynprojektet och en ny metod kommer att finnas tillgänglig för branschen.

RELINING MED STRUMPMETODEN

Tekniken med att relina rör under mark har funnits i 40 år och används framförallt på avlopps-, dagvatten- och vattenledningar, men har inte tillämpats inom fjärrvärme. Det beror framför allt på svårigheten att få rören att tåla höga temperaturer och högt tryck.

Här har reliningmetoden testats på fjärrvärmerör såväl teoretiskt som praktiskt. Det har man gjort genom att skjuta in en armerad strumpa mätad med värmetålig plast och därefter härdat strumpan på plats och så att ett nytt rör har bildats. Under projektets gång har ett nytt material utvecklats som gör att den armerade strumpan tål både det tryck och de temperaturer som normalt finns i svenska fjärrvärmesystem.

Testerna visar att relining med strumpmetoden är en bra metod för att laga och renovera fjärrvärmerör. Metoden kan dessutom på många sträckor genomföras till en mycket lägre kostnad än traditionella metoder för att ersätta fjärrvärmerör. Det beror på att man kan förnya ledningsnätet utan att behöva gräva upp rören. En annan stor fördel med metoden är förstås också att den leder till mindre störningar i trafikmiljön när fjärrvärmerör ska repareras.