

REPARATION AV MANTELSKARVAR PÅ FJÄRRKYLA



Rapport | 2011

REPARATION AV MANTELSKARVAR PÅ FJÄRRKYLA

Rapport

ISBN 978-91-85775-03-3
© 2011 Svensk Fjärrvärme AB

Förord

Fjärrkyla är sedan många år etablerat i Sverige och har en potential att växa på kylmarknaden. Tekniskt sett konstrueras och installeras isolerade fjärrkyleledningar på samma sätt som fjärrvärmeledningar. Med hjälp av inbäddade larmtrådar finns möjligheten att få en övervakning av ledningen men erfarenhetsmässigt vet man att övervakningen kan försvåras om fukt kommer in i isoleringen.

Problem med fukt är ett mycket större problem vid fjärrkyla än vid fjärrvärme när det gäller larmövervakningens funktion. Det kan vara svårt att helt eliminera fukt vid installation och nästan omöjligt vid reparation av skarvar på en driftsatt fjärrkyleledning, om inte speciella åtgärder vidtas. Med hjälp av ganska enkla medel kan ändå fukten minimeras i skarvisolering vid byggnation och reparation av fjärrkyleledningar, vilket denna undersökning visar. Resultatet ger en bibehållen övervakningsfunktion med samma övervakningscentraler för fjärrkyla som för fjärrvärme.

Detta undantar dock inte vikten av att vara noggrann vid installation och reparation av fjärrkyleledningar. Att hålla borta fukt i alla moment under montaget måste vara högsta prioritet för berörda parter som bygger och installerar distributionsledningar för fjärrkyla.

Jag vill tacka Mittel Fjärrvärme AB och PG Monitoring System AB som planerat och utfört testerna i denna undersökning och som med sin kompetens och erfarenhet rodde projektet i hamn. Umeå Energi AB ska också ha ett stort tack för upplåtandet av tunnelledningen till projektet.

Jan Eriksson

Innehållsförteckning

1.	Inledning	4
1.1.	Bakgrund	4
1.2.	Syfte	4
2.	Genomförande	5
2.1.	Mätning av isolationsresistansen	5
2.2.	Dokumentering av skarvar	5
2.3.	Undersökning med värmekamera	5
2.4.	Undersökning med fuktmätare	6
2.5.	Undersökning med pulsekometer	6
2.6.	Rivning av skarvar	6
2.7.	Mantelskarvning	8
2.7.1.	Förberedelse	8
2.7.2.	Torkning av skarv	9
2.7.3.	Undersökning med endoskop	10
2.8.	Mätning under och efter montage	10
2.9.	Slutsats	11

1. Inledning

1.1. Bakgrund

Den här rapporten vill visa att det går att bygga torra mantelskarvar på fjärrkyla och sedan övervaka rören med samma metoder som så framgångsrikt använts till fjärrvärme i många år. Vid montering av övervakningssystem på fjärrkyla har det ofta visat sig svårt att påvisa läckage av vatten på såväl mediasör som mantelrör. Det beror på att motståndvärdena mellan larmslingan och mediasör är mycket låga redan från början. Vid anläggning av fjärrvärmerör förväms normalt mediasören före mantelskarvning vilket inte görs på fjärrkylarör. Vid fjärrvärmedrift sker fuktvandringen ut ifrån mediasöret mot mantelsöret, på grund av högre temperatur i mediasöret men vid fjärrkyla blir det tvärtom. Om driften dessutom dras igång före mantelskarvningen eller vid en reparation så kondenserar stora mängder fukt på mediasöret vilken då dryper av vatten och fukten byggas in vid mantelskarvningen. De larmskenor eller larmfilter som används vid fjärrvärme fungerar därför dåligt på fjärrkyla eftersom de lättare blir fuktiga och saboterar ekopulsmätning. Även den tejp som används för fixering av larmskenor kan leda ström om de blir våta och ställa till besvär. Önskvärt är därför att ha distanser för larmtrådarna som inte leder fukt och kyla eller fungerar som aktivatorer i likhet med de man har på fjärrvärme. Under dessa förhållanden blir mantelskarven av samma beskaffenhet som det övriga fjärrkylersöret. Med mantelskarvar som inte är helt täta kommer vattenmängden i skarven också att öka med tiden vilket medför korrosion och svårigheter till övervakning.

1.2. Syfte

På en temadag om fjärrkyla 2010 lyftes idén om att torka skarvarna före skumisolering på fjärrkylaledningar av PG Monitoring System (Pipeguard). De tog också kontakt med företaget Munters och diskuterade lämplig torkutrustning. Detta är upprinnelsen till föreliggande projekt som syftar till att undersöka om det är möjligt att med modern torkteknik eliminera fukten i mantelskarvarna innan polyuretanskummet fylls i. (Vid ett senare tillfälle framkom det att både Göteborg Energi och Fortum Värme testad metoden med gott resultat, dock fanns det ingen dokumentation på dessa tester.)

Det skulle i så fall göra det möjligt att använda samma mätteknik som på fjärrvärmerör vilket innebär många fördelar eftersom den största andelen rör som produceras i Sverige är för värme. Då går det också att använda samma tillverkningsteknik för rör till värme och kyla och larmtrådarna blir likadana.

Den mätteknik som används för att varna för läckage på fjärrvärmerör är väldigt exakt och om den också kan användas på fjärrkylarör blir övervakningsenheterna billigare (sådana som använder resistansmätning) än att använda speciallösningar.

Vid nyanläggning kan torra skarvar åstadkommas om (mediasören förväms eller att) mantelskarvningen görs under sommartid vid mycket torr väderlek.

Vid reparation dryper mediasören mycket snabbt av vatten som aldrig kan torkas bort helt så länge som daggpunkten på omgivande luft är högre än temperaturen på mediasöret. I detta fall kommer skarvstället alltid att innehålla en väsentlig del fukt efter mantelskarvning om den inte kan avlägsnas innan PUR-skummet fylls i.

2. Genomförande

Avsikten är att skapa en provsträcka vid reparation där all fukt har eliminerats från skarvställena. Larmtråden skall också applicerats utan element som kan förvärra senare mätningar.

För detta ändamål har Umeå Energi AB ställt fjärrkyleledningen inne i tunneln under Hamrinsberget till förfogande. När den installerades vid millenniumskiftet valdes en enklare teknik för mantelskarvning där de slitsade muffarna lades omlott och tätades mot mantelröret med P-tätningsslistor av EPDM-gummi. På de första skarvarna lades ett varv tätningsslist runt varje ände på muffen vilket senare ändrades till två varv. Den längsgående skarven extruderades ihop liksom glipan vid överlappet på båda sidor. Vid mantelskarvningen var kylproduktionen redan igångkörd. Det finns inga uppgifter sparade på de exakta förhållanden som i övrigt rådde vid mantelskarvningen.



Bild 1. Fjärrkylarör på ena sidan av tunneln och fjärrvärmerör på den andra sidan.

2.1. Mätning av isolationsresistansen

Vid mätning 2002-02-22 låg isolationsresistansen på 0,04 M Ω som 2005-05-20 hade sjunkit till 0,01 M Ω . Vid starten av det här projektet hade en del skarvar tagits upp på konventionellt sätt och ersatts med Mittel TSC-skarvar. Isolationsresistansen för hela slingan låg därför på 0,110 M Ω . Även detta är för lågt för att de larmsystem som finns på marknaden idag skall fungera. Polspänningen låg även på 306 mV och AC-resistansen (den kapacitiva resistansen är bortfiltrerad) på 460 k Ω vilket även det tyder på att det finns fukt i rören. Det fanns även flera tydliga dippar på mätkurvan som tyder på fukt vid specifika skarvar.

2.2. Dokumentering av skarvar

Fjärrkyleledningen är förlagd i bergstunneln som går från Östra Gymnasiet till Ålidhem och Mariehem, från ingången som går mot Östra Gymnasiet och ca 600 m in innan den viker av uppåt till markytan vid lasarettet. Rören är på 12 m längder med diameter 400/500 mm. Det har tidigare gjorts ett antal mätningar där man konstaterat att det är så dåliga mätvärden att det är svårt att få en heltäckande bild på ledningens status. Man har dock konstaterat fukt i flera skarvar och en del skarvar har också rivits upp och ersatts med Mittels helsvetsade skarvar.

2.3. Undersökning med värmekamera

Alla mantelskarvar på tillloppsledningen kontrollerades med en värmekamera. Den visade att alla skarvar var tydligt varmare än mantelrören eftersom isolertjockleken här är något större. Alla röstöd kunde också lokaliseras då de var tydligt kallare än

mantelrören. Detta kunde på många ställen även lokaliserats genom att kondens bildades utanför rörstöden. Vid noggrann genomgång med värmekamera kunde inte en enda muff särskiljas där någon yta på muffen hade en avvikande temperatur. Känsligheten var ändå så hög att om man bara hastigt lade fingret på mantelröret så lyste den ytan sedan som en röd fläck. Värmekameran var därför i detta sammanhang inget bra instrument för lokalisering av fuktiga mantelskarvar på fjärrkyla.

2.4. Undersökning med fuktmätare

Flertalet skarv kontrollerades även med fuktmätare. Även denna visade sig svårt att få något signifikant utslag på. Detta kan dels bero på att fjärrkylerören var fuktiga på utsidan och dels på att det oftast inte var någon fukt mellan muff och skum liksom att skummet inte hade tagit åt sig vatten i någon större utsträckning.

2.5. Undersökning med pulsekometer

Vi fick därför i första hand förlita oss på de mätningar som gjordes med pulsekometer för att lokalisera en provsträcka med minst 10 skarv. Det visade sig att den del av fjärrkyleledningen som uppvisade mest indikation på fukt, vid mätning med Stateview System II pulsekometer, var i den ände av tilloppsledningen som var närmast tunnelöppningen.

Den tredje och fjärde skarven var dock rivna några månader tidigare efter indikation på fukt vid en tidigare mätning. De hade dock inte blivit åtgärdade i väntan på beslut om fortsatt verksamhet. Provsträckan fastställdes därför från skarv 5 till 14 räknat från änden. En 2-trådig larmutkoppling med Fixbox, i en separat kapsling, monterades ändå vid änden mot tunnelöppningen på tilloppsröret. En andra 4-trådig larmutkoppling med Fixbox monterades sedan på samma sätt efter skarv nr 14. Det innebär att larmsträckan i praktiken kom att innehålla 14 skarv.

2.6. Rivning av skarvar

Rivningen gjordes metodiskt för att kunna dokumentera fuktspridningen i varje skarv. Ett särskilt protokoll togs också fram för detta ändamål. Avsikten var att borra ett hål under vardera ändan på muffen kl. 06.00 och se om det kom ut vatten. Detta gjordes på första muffen men bedömdes sedan inte vara relevant. Vidhäftning och vattenförekomst mellan skummet i skarven och skummet i röret visade sig också vara mindre relevanta punkter i de nu rivna skarvarna. Ett enda rörstöd passerades också som visade sig vara torrt.



Bild 2. Vidhäftningen mellan muff och skum var ofta bra på en del och dålig på resten.

Till att börja med klövs muffen på längden med en sticksåg och därefter bändes den loss och avlägsnades. Förekomst av vatten liksom vidhäftning mellan skum och muff observerades och fördes in i protokollet. Därefter revs skummet i skarven och vidhäftningen mellan skarvskum och rörskum liksom vidhäftningen mot mediaröret kontrollerades liksom vattenförekomst. Skummet revs därför tills det kunde konstateras vara torrt mellan skum och mediarör. Avsikten var att använda en fuktmätare också men den visade sig inte tillföra något i detta skede varför den uteslöts.

Tabell 1. Sammanställning av fukt, vidhäftning, korrosion och torktid.

Åtgärd		Skarvnummer													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Vidhäftning mellan muffskum, % av ytan	Mycket bra	50	50			25	25	100		50	50	50	50	50	75
	Halvbra		50				25		50		50				
	Dålig	50					50		50	50		50	50	50	25
	Obefintlig					75									
Vatten mellan muffskum, % av ytan	Inget vatten	75	100			75	75	100		100	100	100	100	100	100
	Fukt	25					25		25						
	Blött					25									
Vidhäftning mellan skum-mediarör, % av ytan	Mycket bra	100	50				100	100	100	50	100	75	100	100	75
	Halvbra		25			25				50		25			25
	Dålig		25			75									
	Obefintlig														
Vatten mellan skum-mediarör, H=helblött, F=fuktigt, 0=torrt	kl. 12.00		F			F			F						H
	kl. 09.00	H				H			H	F					H
	kl. 03.00					F			F						H
	kl. 06.00	H				H	F		H	F		F			H
Rivningslängd på mantelrör, cm	Vänster	30	10	20	20	12	10	0	13	12	0	0	0	0	10
	Höger	35	38	25	25	12	10	0	8	12	0	10	0	0	10
Korrosion på	Ingen					75	85	100	50	50	100		50		50

mediarör, % av ytan	Antydning	100	100	50	50				50	50			50	100	50
	Rödrost			50	50	25	15					100			
	Gravrost														
Torkningstid, tim		5,5	16	0,7	1,2	19	4	2,5	17	5	16	5	5,4	22	7,2
Daggtemp efter torkning, °C		1,8	1,9	4,8	4,2	0,6	2,3	1,5	0,6	1,3	1,5	2,2	2,2	1,6	2,5
Meggvärden på slinga, MΩ			6					>7	>5	>6			7,9		

Skarv 3 och 4 var rivna sedan tidigare och de kunde därför inte dokumenteras.

Det visade sig att förekomst av vatten i huvudsak fanns mellan skum och mediator. I några fall fanns det vatten mellan muff och skum men det var aldrig vatten mellan muffskummet och rörsaummet. Förekomst av korrosion på mediaröret kontrollerades också. Generellt var det förhållandevis lite rost även på mediator som var ganska fuktiga.



Bild 3 och 4. Förhållandevis lite korrosion på mediator i fuktiga skarvar

2.7. Mantelskarvning

2.7.1. Förberedelse

I stället för larmskenor användes ett antal rondeller av PUR-skum som borrades ut från skivor med en hålsåg. Tråden trädde igenom centrumhålet och monterades relativt sträckt.



Bild 5. Tråddragning i skarv

Så mycket vatten som möjligt torkas bort direkt före mantelskarvning som utfördes med Mittel TSC-metoden som är en patenterad metod för mantelskarvning av fjärrvärme- och fjärrkylorör. Muffen består av ett rör i samma material som mantelröret men med en dimension större diameter och en längd som normalt överlappar det med en dm på vardera sidan. Längs muffen kapas en slits vilket gör att den kan krängas över skarvstället. Muffen svetsas sedan i två steg:

1. Svets mot mantelrör med hjälp av elvärmda svetsnät.
2. Den längsgående slitsen extrudersvetsas.

Efter extrudering av den längsgående fogen borrades ett \varnothing 20 mm hål på översidan intill det ena mantelrörets ände. En expansionsnippel sattes i hålet och tryckluft med ett övertryck på 20 kPa applicerades. Såplösning sprayas på alla skarvar och eventuell förekomst av luftbubblor kontrollerades noggrant för säkerställande av täthet varefter ytterligare hål på \varnothing 20 mm borraras dels i andra änden på hålrummet och dels i mitten.

2.7.2. Torkning av skarv

En Munters MG90 luftavfuktare kopplas till \varnothing 20 mm hålet i ena änden av skarvöppningen med retur från motstående hål. I det mellersta hålet anslöts en luftfuktighetsmätare Geo Fennel FHT 100 som kan mäta temperatur, relativ fuktighet, daggpunkt mm. Avfuktningen körs tills daggpunkten på luften inne i mantelskarven ligger några grader lägre än medietemperaturen. Därefter fylls skarven med PUR-skum och hålen tätas med svetsproppar.



Torkning av mantelskarv.

Leverantören av luftavfuktaren aviserade att kapaciteten skulle vara tillräcklig för att torka ur skarven även under svåra förhållanden. Under detta projekts genomförande låg temperaturen i tunneln på omkring 16° C och daggpunkten på omkring 13° C. Den

relativa fuktigheten varierade därför mellan 80-90 % RF. Med en medietemperatur på 3-4° C innebär det att daggpunkten på den torkade luften måste ligga lägre än det för att det skall bli någon torkeffekt. Vid försök på skarv 3 och 4, som ursprungligen var tänkta att ligga utanför provslingan, leddes därför den torkade luften bara direkt in i skarven. Utloppet gick sedan via en påtejpad slang rakt ut. Inne i denna slang placerades sedan fuktmätaren. Även med en avsevärd effekt på avfuktaren fanns det stor risk att daggpunkten ändå låg över temperaturen på mediaröret vilket resulterar i fuktutfällning. Daggpunkten på utloppsluften sjönk snabbt till 4,2° C respektive 4,8° C och ändrades inte på mer än 30 min. I detta skede togs därför beslut att avsluta torkningen och fylla i skum. Inget vatten kom dock ut ur muffarna vid skumning.

Efter detta togs nya kontakter med representanten för luftavfuktaren där funktionen reddes ut varefter recirkulation av luften kopplades in på följande skarvar. Det var dock fortfarande oklart hur lång tid som behövs för att torka en skarv. Nästa skarv (Nr 5) torkades i 19 tim till en daggpunkt på 0,6° C vilket såg mycket bra ut.

Följande skarv revs 10 cm åt vardera hållet. Efter montage och täthetskontroll av skarven kördes torkningen i fyra timmar med recirkulation vilket resulterade i en daggpunkt på 2,3° C. Efter att skummet härdat och de uppvällande skumhattarna slagits av inför proppning så strömmade det upp några matskedar vatten ur det högra skumhålet vilket innebar att det inte var torrt vid skumningen. Vid närmare eftertanke så spelar det ingen roll att extruderluften har en temperatur på över 200° C när den strömmar ner i mantelskarven. Vid kontakt med mediaröret kyls den och innehåller fortfarande samma mängd vatten per volymenhet som tunnelluften. Efter detta beslutades att bara torka en muff över dagen och en under natten.

2.7.3. Undersökning med endoskop

Förutom fuktmätaren hade också ett endoskop införskaffats för att undersöka om denna typ av instrument skulle kunna användas för att inspektera förekomst av vatten i muffarna. Det har en böjlig sond med diameter 6 mm och en längd på 1 m. I änden på sonden sitter kamerahuvudet och fyra LED-lampor med justerbar belysning i sex steg. Upplösningen är på 640 x 480 pixlar vilket ger förhållandevis bra bilder. Runt änden på sonden trängdes en plastbricka med ytterdiameter 15 mm fast för att distansera kamerahuvudet från väggen. När endoskopet fördes ner i ø 20 mm hålet på muffen erhöles en mycket bra bild rakt ner på stålröret men när sonden sedan fördes ner efter innersidan på muffen såg man bara en suddig bild eftersom endast muffen låg inom kameravinkeln. Resultatet av denna test blev därför inte helt tillfredsställande. Dock, med lite utveckling skulle nog endoskopets funktion kunna förbättras att okulärt inspektera skarvutrymmet innan skumning.

2.8. Mätning under och efter montage

Provsträckan omfattar en separat mätslinga som är lättåtkomlig för uppföljande mätningar i framtiden. För att kunna mäta isolationsresistansen allt eftersom arbetet fortskred revs skarv Nr 2 och larmtrådarna kopplades ihop (rundades) (skarv 3 och 4 var redan mantelskarvade) därefter revs skarv Nr 6 varefter slingan för skarv 2-6 meggades innan skarv Nr 5 mantelskarvades. Innan skarv Nr 6 gjordes färdig revs skarv Nr 7 osv. Tyvärr blev inte alla mätvärden dokumenterade men de var genomgående över 3,0 MΩ och de tillgängliga finns i tabellen ovan.

Efter att skarv Nr 5 och 6 hade mantelskarvats och skummats samt Nr 7 var på torkning gjordes en uppföljande mätning med pulsekometer. Denna mätning visade att de största dipparna på mätkurvan nu hade försvunnit och att övriga mätvärden även visade en förbättring (En mätning hade även gjorts efter mantelskarvning och torkning av skarv 3 och 4 men i det läget fanns för mycket fukt totalt i slingan för att kunna se någon signifikant förbättring).

Vid den mätning som utfördes sedan alla skarvar var åtgärdade kunde man se en mycket stor förbättring av alla mätvärden. Isolationsresistansen låg nu på 3 MΩ och AC-resistansen på 3,73 MΩ. Polspänningen hade också sjunkit till 135 mV. Det innebär att det nu inte är några problem att koppla in en larmbevakning på denna sträcka.

För framtiden är det av intresse att det med jämna mellanrum görs resistans-, spänning- och pulsekometermätning på mätslingan för att följa trender på eventuella fuktindikationer under drift.

Mätdata från dessa mätningar lagras på databas för historik och analys.

2.9. Slutsats

Detta projekt har primärt syftat till att undersöka om det går att få torra mantelskarvar vid reparation på fjärrkyleledning som är i drift och därmed kunna ha en fungerande övervakning av systemet. Testerna utfördes på en tunnelledning och den då rådande temperaturen och luftfuktigheten kan sägas motsvara normala förhållanden utomhus i fält under stora delar av året.

Undersökningen visade att det, med hjälp av en vanlig avfuktningssutrustning, går att erhålla tillräckligt torra skarvar innan polyuretanisoleringen fylls i skarven. Efterföljande mätningar visade på en förbättring av mätvärden och dessa var tillräckligt bra för att en larmövervakning skulle kunna kopplas in. Det gör också enklare att använda samma övervakningscentraler för fjärrkyla som fjärrvärme.

Tekniken med mätning på blanka koppartrådar har utvecklats under lång tid och är ytterst beprövad. Många andra lösningar har förkastats på vägen, bl.a. isolerade trådar, som nu åter är på förslag att införas för fjärrkyla.

Rapporten belyser dock också viktigheten att vara noggrann vid montage av skarvar på fjärrkyleledningar så att otäta skarvmuffar undviks. Fukt som tränger i skarvisoleringen och som ackumuleras i eventuella håligheter medför risk för korrosion på medierör och dessutom försämrar möjligheten att övervaka systemet.

Det går att mäta på fjärrkyla med enkla moduler till en lägre kostnad och livslängden på rören bör bli betydligt längre än om man inte torkar luften innan skarvning.

En fortsättning på denna undersökning skulle kunna vara att ta fram lämpliga metoder, tider och effekter för olika rördimensioner, medietemperaturer, omgivningsförhållanden mm för att kunna ge bättre rekommendationer. Både Göteborg Energi och Fortum Värme har tidigare testat avfuktningssaggregat för torkning av fjärrkyleskarvar före skumning med goda resultat. Deras erfarenheter skulle, tillsammans med detta projekts, kunna ge goda indikationer på utvecklingspotentialen.

Fjärrvärme och fjärrkyla skapar effektiva och miljöanpassade energilösningar som tar tillvara resurser som annars går förlorade, och ger kunden enkel, trygg och bekväm värme och kyla.



Svensk Fjärrvärme • 101 53 Stockholm • Telefon 08-677 25 50 • Fax 08-677 25 55
Besöksadress: Olof Palmes gata 31, 6 tr. • E-post: kontakt@svenskfjarrvarme.se
www.svenskfjarrvarme.se