Delrapport nr 2

Lokalisering av beläggningsskador hos fjärr-värmeledningar med elektrokemisk mätmetod - Delrapport nr 2

2017-08-31

Författare: Bror Sederholm, Swerea KIMAB

bror.sederholm@swerea.se, tfn: 073-5127844

swerea | KIMAB

© Swerea KIMAB

Sammanfattning

Sammanfattningsvis visade resultaten från de elektrokemiska mätningarna utförda vid fjärrvärmeledningen i nära anslutning till Trastvägen i Lund att ledningen har två stora obelagda stålytor med kraftiga korrosionsangrepp. De korroderade stålytorna har tidigare varit tejpade. Korrosionsskadorna är placerade ca 78 meter (har konstaterats korrosionsskador efter uppgrävning och okulär undersökning) och 147 meter (har konstaterats korrosionsskador efter uppgrävning och okulär undersökning) från startpunkten (vid korsningen Trasvägen och Domherrevägen).

Detta innebär att blottlagda skador hos belagda fjärrvärmeledningar kan fastställas med denna mätmetod. Hur små skador som kan upptäckas med mätmetoden är för närvarande inte känt eftersom antalet mätningar har varit för få för att kunna fastställa hur små skador som kan fastställas.

Innehållsförteckning

1 Inledning 1

2 Undersökning 2

2.1 Mätning av elektrokemisk potential (korrosionspotential) (.. 3
2.2 Kartläggning av beläggningsskador med potentialgradientmetoden 3

3 Resultat 4

3.1 Resultat från mätningar av elektrokemisk potential med och utan strömutmatning 4
3.2 Resultat från mätningar av potentialgradient med och utan strömutmatning 4
3.3 Okulär inspektion av uppgrävd fjärrvärmeledning 5

4 Slutsatser 7

5 Bilagor 8

1 Inledning

Den 4 april 2017 utförde Bror Sederholm Swerea KIMAB och Anders Eriksson, A. E Korrosionskonsult elektrokemiska mätningar för lokalisering av eventuella beläggningsskador utefter en fjärrvärmeledning som är placerade vid **Trastvägen** i Lund, **figur 1**.

Figur 1. Vy över Trastvägen i Lund.

Vid ledningssträckan utfördes mätningar av fjärrvärmeledningens korrosionspotential (var 10:e meter) och potentialgradienten (var 10:e meter) mellan referenselektroder av koppar/kopparsulfat nedtryckta i jord och som är placerade parallellt ovanför rörledningarna. Vid mätning av potentialgradienten mellan två referenselektroder genomfördes mätningarna både med och utan strömutmatning. Anslutning av strömutmatningskablar till fjärrvärmeledningen för strömutmatning gjordes i en kabelbrunn, **figur2.**

Figur 2. Anslutningspunkt för strömutmatning till fjärrvärmeledning.

2 Undersökning

Vid kartläggning av t ex beläggningsskador på naturgasledningar uppmäts normalt en stor skillnad i potentialgradient vid strömutmatning och vid frånslag av utmatad ström vid uppkomna beläggningsskador. Strömtutmatningen från jordförlagda elektroder (oftast används magnetitanoder i en koksbädd) är normalt ca 40-50-mA och likriktarens utgående spänningen är ca 2 volt. Vid en strömutmatning av ca 40-50 mA kan små beläggningsskador hos en ca 20 km lång ledningssträcka för naturgas detekteras.

Vid kartläggning av beläggningsskador på fjärrvärmeledningen vid Trastvägen i Lund användes 4 st jordförlagda elektroder av stål belagda med koppar, **figur 3**.

Figur 3. Placering av en elektrod av stål belagt med koppar.

Den totalt utmatade likströmmen från de jordförlagda elektroderna var 150 mA med en konstant utgående likriktarspänning av 80 volt. Den utmatade strömmen fås från en likriktare som är ansluten till ett bensindrivet elverk, **figur 4**.

Figur 4. Likriktare (blå) och bensindrivet elverk (gul).

2.1 Mätning av elektrokemisk potential (korrosionspotential) (

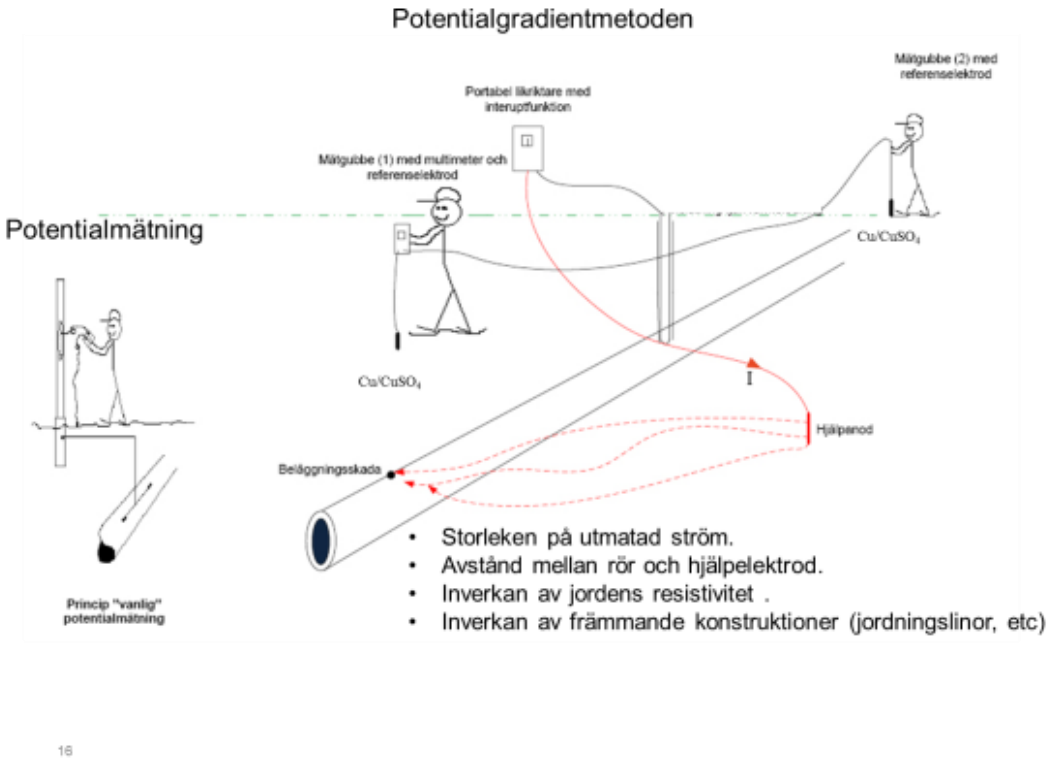
Inledningsvis utfördes elektrokemiska potentialmätningar (korrosionspotentialmätningar) var 10:e meter utefter rörledningen utan strömutmatning. För att kunna utföra mätningarna ansluts en mätsladd till en ventil som är placerad i kabelbrunnen och som är i elektrisk kontakt med rörledningen. En ytterligare mätsladd ansluts till en mättad koppar/kopparsulfatelektrod som trycks mot markytan. De båda mätsladdarna ansluts sedan till en multimeter med hög ingångsimpedans (>10^7 ohm), **figur 5.**

Figur 5. Multimeter med hög ingångsimpedans (>10^7 ohm).

Vid korrosionspotentialmätningar av obelagda stålkonstruktioner nedgrävda ca 1-1,5 meter under jord uppmäts normalt en korrosionspotential på stålet av ca -450- -650 mV relativt mättad koppar/kopparsulfatelektrod. För en obelagd kopparledning nedgrävd i jord uppmäts normalt en korrosionspotential på kopparna av ca -100 - -200 mV relativt en mättad koppar/kopparsulfatelektrod. För en varmförzinkad konstruktion som är nedgrävd i jord uppmäts normalt en korrosionspotential på zinken av ca -1000 - -1150 mV relativt mättad koppar/kopparsulfatelektrod. Vid en elektrisk ihopkoppling av t ex en rörledning av stål och obelagt koppar som ligger under markytan på ca 1-1,5 meters djup mäts normalt en blandpotential av ca -250 - -450 mV relativt mättad koppar/kopparsulfatelektroden.

2.2 Kartläggning av beläggningsskador med potentialgradientmetoden

För att kartlägga omfattningen av beläggningsskador på fjärrvärmeledningen utfördes mätningar av potentialgradienten genom att mäta potentialskillnaden mellan två referenselektroder av mättad koppar/kopparsulfat. Mätningarna utfördes i jord rakt ovanför ledningen med ett avstånd mellan elektroderna av 10 meter. Mätningarna utfördes med och utan strömutmatning. De båda elektroderna flyttades efter varje mätning 10 meter utefter ledningen, **figur 6**.



Figur 6. Mätning av elektrokemisk potential (korrosionspotential) och potentialgradient.

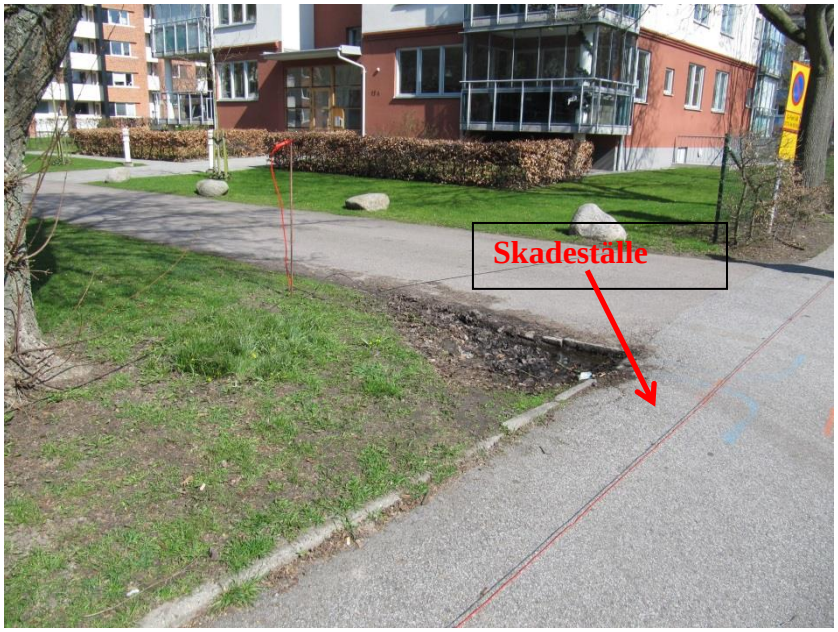
3 Resultat

3.1 Resultat från mätningar av elektrokemisk potential med och utan strömutmatning

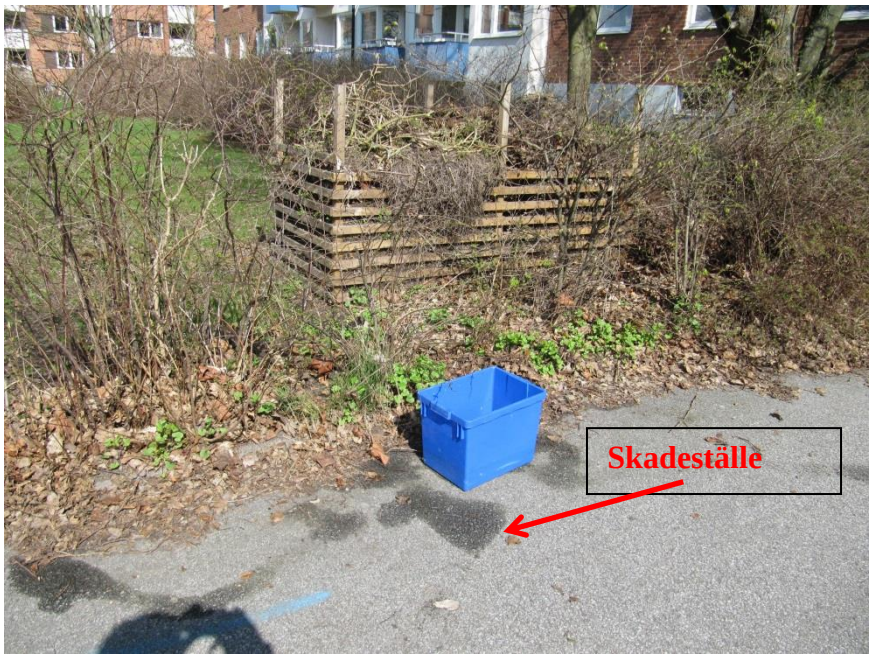
Resultaten från mätningarna av elektrokemisk potential utan strömutmatning visade att fjärrvärmeledningens elektrokemiska potential utan strömutmatning varierade mellan –446 ned till -489 mV relativt $CuCuSO_4$. Vid utmaning av ström sjönk den elektrokemiska potentialen vid strömbelastning utefter ledningssträckan. ”On”-potentialen varierade mellan -530 och -1165 mV relativt $CuCuSO_4$. De mest negativa värden vid strömutmatning uppmättes vid mätpunkterna som låg ca 78 meter (-757 mV rel. $CuCuSO_4$) och ca 147 meter (-1165 rel. $CuCuSO_4$ mV) från startpunkten (korsning Trastvägen och Domherrevägen). Potentialsänkningen i dessa mätpunkter var ca 295 mV respektive 702 mV. Detta innebär att den utmatade strömmen läcker in i röret (beläggningsskador) vid dessa två mätpunkter.

3.2 Resultat från mätningar av potentialgradient med och utan strömutmatning

Från resultaten av mätningarna av potentialgradienterna utefter ledningssträckan framgick det att vid strömutmatning ökade potentialgradienterna kraftigt vid de båda mätpunkterna som var placerade 78 och 147 meter från startpunkten (korsning Trastvägen och Domherrevägen), **bilaga 1**. I **figur 7** och **8** visas platserna för uppmätta skadeställen. Ingen potentialgradientshöjning kunde konstateras vid strömutmatning vid de övriga mätpunkterna.



Figur 7. Uppmätt skadeställe ca 78 meter från startpunkt (korsning Trastvägen och Domherrevägen).



Figur 8. Uppmätt skadeställe ca 147 meter från startpunkt (korsning Trastvägen och Domherrevägen).

3.3 Okulär inspektion av uppgrävd fjärrvärmeledning

Vid uppgrävning av fjärrvärmeledningen som är placerad ca78 och 147 meter från startpunkten (ca 165 meter från Domherrevägen) konstaterades att rörledningen i skarvar hade varit tejpad. Tejpen hade lossnat från rörledningen och stålytan hade blottlagts och utsatts för korrosionsangrepp, **figur 9** och **10**.

Figur 9. Utseendet hos framgrävda fjärrvärmeledningar placerad 147 meter från startpunkt (korsning Trastvägen och Domherrevägen).

Figur10. Utseendet hos framgrävda fjärrvärmeledningar placerad 78 meter från startpunkt (korsning Trastvägen och Domherrevägen).

4 Slutsatser

Sammanfattningsvis visade resultaten från de elektrokemiska mätningarna utförda vid fjärrvärmeledningen i nära anslutning till Trastvägen i Lund att ledningen har två stora obelagda stålytor med kraftiga korrosionsangrepp. De korroderade stålytorna har tidigare varit tejpade. Korrosionsskadorna är placerade ca 78 meter (har konstaterats korrosionsskador efter uppgrävning och okulär undersökning) och 147 meter (har konstaterats korrosionsskador efter uppgrävning och okulär undersökning) från startpunkten (korsning Trastvägen och Domherrevägen).

Detta innebär att blottlagda skador hos belagda fjärrvärmeledningar kan fastställas med denna mätmetod. Hur små skador som kan upptäckas med mätmetoden är för närvarande inte känt eftersom antalet mätningar har varit för få för att kunna fastställa hur små skador som kan fastställas.

5 Bilagor

Bilaga 1

Plats: Trastvägen, Lund
Datum: 4 april 2017
Mätsträcka: 165 meter
Mätmetod: Potential- och potentialgradientmetoden

Utgående spänning: 80 V
Utgående ström : 150 mA

Potentialmätning

Mätpunkt	Korrosionspotential	On-potential	Off-potential	
meter	mV	mV	mV	
0	-473	-530	-490	
10	-471	-530	-490	
20	-487	-530	-495	
30	-489	-545	-500	
40	-478	-505	-487	
50	-465	-550	-515	
60	-464	-564	-517	
70	-445	-586	-520	
80	-462	-757	-696	(78 meter)
90	-459	-599	-515	
100	-475	-595	-490	
110	-463	-575	-490	
120	-446	-570	-520	
130	-461	-555	-543	
140	-451	-630	-560	
150	-463	-1165	-1001	(147 meter)
160	-459	-610	-540	
165	-455	-645	-550	

Potentialgradientmetoden

Mätpunkt	Potentialgradient vid strömutmatning	Potentialgradient utan strömutmatning	
meter	mV	mV	
0-10	23	22	
10-20	14	13	
20-30	7	0	
30-40	29	0	
40-50	24	30	
50-60	56	25	
60-70	190	20	
70-80	685	23	(Skada 78 m)
80-90	325	14	
90-100	62	2	
100-110	37	14	
110-120	125	25	
120-130	175	0	
130-140	275	35	
140-150	785	7	(Skada 147 m)
150-160	345	6	
160-165	45	5	

Box 7047, 164 07 Kista
Besöksadress Isafjordsgatan 28 A, 164 40 Kista
08-440 48 00, kimab@swerea.se, www.swereakimab.se