



Linprovning Bohus–Malmö

Långtidsprovning av kraftledningslinor i svår kustmiljö:
Nedtagning och förslag till avslutningsprovning

Elforsk rapport 12:55



Anders Holm, Stig-Björn Westberg

Okt 2012

ELFORSK

Linprovning Bohus–Malmö

Långtidsprovning av kraftledningslinor i svår kustmiljö:
Nedtagning och förslag till avslutningsprovning

Elforsk rapport 12:55

Förord

Projektet initierades redan 2005, efter att den förra Elforskrapporten som skrevs 1998 ansågs vara värd att följas upp. Det kan tyckas att det har tagit lång tid innan rapporten till sist finns på plats, men studier av korrosionsfenomen kräver lång tid för att kunna avläsas och analyseras.

Finansiärer i projektet var:

Umeå Energi AB

Vattenfall Eldistribution AB

E.ON Elnät Sverige AB

Svenska Kraftnät

Stockholm 2012-10-15

Sven Jansson

Sammanfattning

För att avsluta den långtidsprovning i kustnära miljö av kraftledningslinor som pågått sedan många år på Bohus-Malmön har en ny provplats konstruerats där materialet monterats 2002 efter att den tidigare platsen ej tilläts av kommunen. En analys av prover som togs i samband med uppsättandet har gjorts, Resultatet var att linorna inte visade några uppseendeväckande tecken på förändring sedan den omfattande provning som genomfördes i ett Elforskprojekt 1998. Projektet föreslog därför att provningen skulle fortsätta ytterligare en tid innan nya linorna demonterades och provbitar tas för en mer omfattande provning. Årliga okulära besiktningar har genomförts sedan dess och 2012 har linorna slutligen tagits ned för att provplatsen skulle avvecklas. Denna rapport beskriver skeendet och ger ett förslag till avslutande provning av linorna,

Summary

This project was initiated to finish the long-term testing of power line conductors in a coastal environment that had been ongoing for many years at the test site on the island Bohus-Malmön situated on the Swedish West coast. The land permit for the old test rig was not renewed and a new test rig had to be constructed. Construction of a new test rig was made, mounting of the lines, analysis of samples were taken before conductors were remounted. The result showed that there are no major changes in the state of the conductors since the testing made in 1998 shown in an ELFORSK report. Ref.[1].

The conductors have been dismantled in summer 2012. This project report gives a suggestion for final testing of the cables.

Innehåll

1	Inledning	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Mål	1
1.3	Avgränsningar	1
2	Projektgenomförande	2
2.1	Uppsättning av linorna	2
2.1.1	Årlig visuell kontroll	4
2.2	Identifikation och provning	7
3	Slutsatser vid identifikation 2005.	8
4	Nedtagning av linor	9
5	Projektbeskrivning: Avslutande undersökning av linor från Bohus-Malmön	11
5.1	Bakgrund	11
5.2	Provning	11
5.3	Yttre studie och dissektion	12
5.4	Lindningsprov	12
5.5	Dragprov	12
5.6	Kostnadsuppskattning	14
	Referenser	15

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Sedan slutet på 50 talet har linor satts upp vid Vattenfall Utvecklings provstation på Bohus-Malmön för Långtidsprovning. Linspannet där linorna hängt har befunnit sig utanför provstationen på kommunens mark. De aktuella linspannen togs ner 2001 på grund av att kommunen inte tillät denna placering längre. För att kunna fortsätta provningen och tillvarata det unika material som skapats har linorna i ett tidigare projekt satts upp igen inom provstationen och där har provningen fortsatt. Linorna har tidigare undersökts i ett Elforskprojekt 1998. ytterligare provning gjordes vid uppsättningen 2002. En fortsättning av projektet och tillvaratagande av detta unika material var mycket viktig för att skapa erfarenheter som kan ligga till underlag för bedömning av de åldrande linor som finns i elsystemet så att en optimal kontroll och utbytesfilosofi kan skapas.

Materialet beskrivs i elforskrapporten 97:33B

1.2 Mål

Projektets mål har varit att långtidsprova kraftledningslinor för att utröna livslängd och åldrings mekanismer för dessa linor. Detta för att få ett bättre underlag för utbytesstrategier och långsiktig planering. För att göra detta föreslår detta projekt en avslutande provning av linorna. Samt arkivering av provbitar för framtida referens.

1.3 Avgränsningar

Uppdraget har omfattat konstruktion av ny provplats inom Vattenfall Utvecklings provplats, identifikation med begränsad provning och uppsättning av linorna. Därefter har linorna fått sitta uppe och okulärbesiktigats en gång per år till 2012, då nedtagning av linorna för eventuell provning har skett, Varefter nu beslut om projektets fortsättning i form av slutprovning av linorna behöver tas.

2 Projektgenomförande

Projektet initierades efter att en nedtagning av linspannen blev nödvändig. Projektet har bestått av;

1. Konstruktion av nytt provspann
2. Tagning av provbitar
3. Uppsättning av linorna
4. Provning och identifiering av de olika provbitarna
5. Provning till 2012
6. Nedtagning av linor och rasering av provplats
7. Rapportering och rekommendation för slutprovning

2.1 Uppsättning av linorna

För att skapa en provrigg innanför staketet sattes två stolpar upp med så stort avstånd så möjligt, arrangemanget är beläget i sydväst mot havet. Spannet möjliggör en maximal längd på linorna på ca 17 m. Spannet restes våren 2002 med hjälp av Vattenfall Service Syd (VSS). Överblivet material har ej sparats utan skrotades vid detta tillfälle.



Bild 2.1 Gamla spannet



Bild 2.2 Det Gamla linspannet före nedtagning



Bild 2.3 Linarrangemanget efter uppsättning 2002



Bild 2.4 Linarrangemanget efter uppsättning 2002

2.1.1 Årlig visuell kontroll

Visuell kontroll av linorna har gjorts vid den årliga underhållsveckan i september-oktober varje år under provtiden. Fotografier har vid några tillfällen tagits för att få referensmaterial. Inga visuella förändringar har iakttagits under provtiden, här redovisas bilder från 2005.



Bild 2.5 Lina 1, 2005



Bild 2.6 Lina 2, 2005



Bild 2.7 Lina 3, 2005

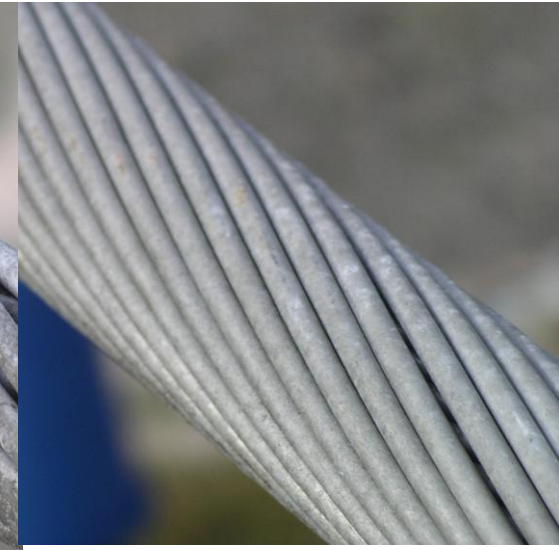


Bild 2.8 Lina 4, 2005



Bild 2.9 Lina 5, 2005

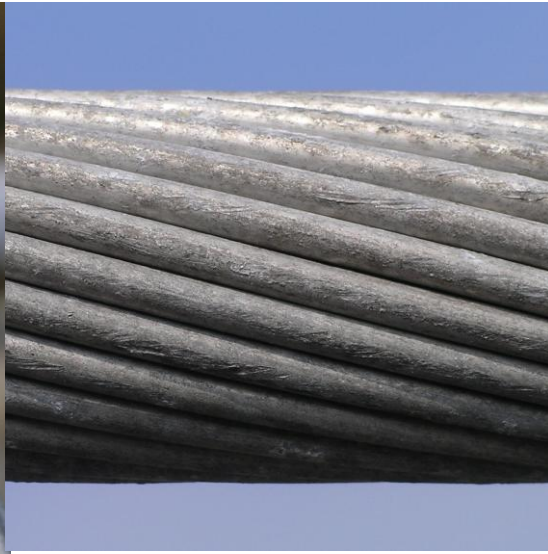


Bild 2.10 Lina 6 2005



Bild2.11 Lina 7, 2005

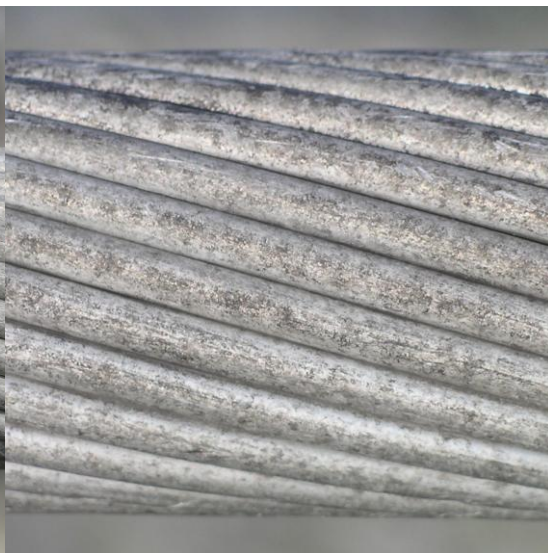


Bild 2.12 Lina 8 2005

2.2 Identifikation och provning

Vid nedtagning av linorna från det gamla spannet blev inte linorna uppmärksatta så i vissa fall var det inte möjligt att identifiera dem. Det gällde de två 774 Al59 linorna från Gränges respektive Elektrokoppar samt att särskilja de tre 910 linorna, vilka som var AlMgSi, med och utan fett, respektive Al59. Det togs provbitar cirka 1,5 meter långa från alla linorna för inspektion och analys för särskiljning resultatet från denna analys redovisas i Appendix 1

Tabell 2-1 Linor som återuppsatts på provningsstationen i Bohus-Malmön och som skulle identifieras.

Area (mm ²)	Typ	Uppbyggnad	Uppsatt år	Kontrollerad år	Ålder år	Märkning Identifiering
62	AlMgSi oinfettad	1+6	1975	1985, 1998	30	1
62	AlMgSi infettad	1+6	1975	1985, 1998	30	2
329	FeAl aluminiserad	1+6, 10+16	1957	1975, 1985, 1998	48	3
774	Al59 Gränges	1+6+12+18+24	1985	1998	20	4 ¹⁾
774	Al59 Elektrokoppar	1+6+12+18+24	1985	1998	20	5 ¹⁾
910	Al59 ²⁾	1+6+12+18+24	1985	1998	20	6 ¹⁾
910	AlMgSi oinfettad	1+6+12+18+24	1975	1985, 1998	30	7 ¹⁾
910	AlMgSi infettad	1+6+12+18+24	1975	1985, 1998	30	8

¹⁾Identifiering i bilaga 1

²⁾Ej Ductalex

3 Slutsatser vid identifikation 2005.

En provplats har konstruerats inom Vattenfall Utvecklings provstation på Bohus-Malmön. 8 linor har satts upp och exponerats i 5 år

Samtliga linor har varit möjliga att identifiera, se Tabell 2-1.

Angreppen på trådarna i ytterlagret ser ut att följa samma mönster oavsett lina, genom punktvis uppbrytning av oxidlagret, som visar sig i ett nätmönster på tråden. Detta mönster omvandlas sedan till separata hydroxidkristaller, varefter angreppet går vidare inåt i tråden och utåt från angreppspunkten.

Utseendemässigt har den infettade linan av lina 1 och lina 2 inte klarat exponeringen bättre än den oinfettade. Oxiden är grov och revor har bildats i ytan, förmodligen initierade av små defekter från dragningen av tråden. Det finns emellertid fler och tydligare punktangrepp på den oinfettade linan. Lina 7 är en grövre AlMgSi-lina, uppsatt även den år 1985. Yttertrådarna på lina 2 och lina 7 påminner till utseendet mycket om varandra, vad angreppet ankommer, men frätgroparna är glesare förekommande på den grövre linan.

På de linstumpar som studerats av lina 4 och 5 är angreppen fler och tydligare på linan av Elektrokoppars tillverkning. Linorna hör till dem som varit exponerade kortaste tiden.

Linorna 6, 7 och 8 har samtliga arean 910 mm². Troligen har infettningen gjort att lina 8 erhållit en påtagligt mörk och en ljus sida där den mörka beläggningen inte sitter hårdare än att den går att skrapa av med nageln. Fettet i denna lina är i god kondition. Linan ger ett smutsigare intryck än 6 och 7, men trådarnas yta ser mindre grov ut till följd av korrosion än vad den gör på lina 6 och 7, trots att lina 6 bara exponerats halva tiden.

Yttertrådarna i lina 6 uppvisar punktangrepp trots den korta exponeringstiden, däremot påträffades inga synliga frätgropar på lina 6.

De underliggande trådlagren på 910 mm² linorna ser ut att vara i god kondition, även om korrosionsprodukter påträffas inuti linorna.

Linornas skick skiljer sig i princip mycket litet åt från det skick de var i vid den senaste omfattande provningen. 1998 ref [1] Ingen av linorna är i ett sådant skick att hållfastheten kan anses väsentligen reducerad. En mer omfattande provning i detta stadium är därför inte motiverad utan linorna bör sitta uppe 5 år till innan nya provbitar tas. Projektet rekommenderar således att provningen fortsätter till 2010. Sannolikheten för en märkbar förändring är då större och kostnaden för en omfattande provning kan vara motiverad.

4 Nedtagning av linor

Kostnaden för rasering av provplats och nedtagning av linor ingick ursprungligen inte i den offert som godkändes 2005 med har kunnat genomföras inom ramen för detta projekt p.g.a. kostnadsbesparingar. I juli 2012 togs linorna ner och provplatsen demonterades. Linorna rullades ihop och sändes till VRD laboratorium i Älvkarleby. På vägen till Älvkarleby försvann tyvärr två av linorna, lina 1 och lina 2, vid en mellanlagring, och de har inte kunnat återfinnas. Övriga linor 3, 4, 5, 6, 7, och 8 befinner sig nu i labbet i väntan på beslut om, och eventuell beställning av avslutande provning. En beskrivning av denna och en kostnadsuppskattning ges i kapitel 5. Nedan visas bilder från nedtagningen samt foto på linorna för att visa status vid nedtagningen



Bild 4-1 Rasering av provplats



Bild 4-2 Lina 1



Lina 2



Lina3



Bild 4-3 Lina 4



Lina 5



Lina 6

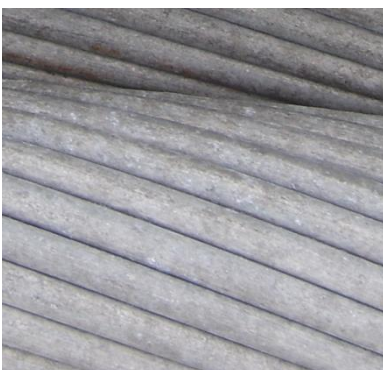


Bild 4-4 Lina 7



Lina 8

5 Projektbeskrivning: Avslutande undersökning av linor från Bohus-Malmön

Uppdraget avser tillståndsbedömning av återstående linor från Bohus-Malmön och jämförelse mellan linor och med tidigare rapporterade mätningar

5.1 Bakgrund

Olika typer av ledningsmateriel har långtidsexponerats på Bohus-Malmön. Efter en tidigare studie av den materiel som fanns kvar beslöt någon att kraftledningslinorna var intressanta att exponera till dess verksamheten avvecklades och avsluta med laboratorieundersökning av de kvarvarande linorna.

De åttalinorna har tagits ned och sänts till Vattenfalls materialtekniska laboratorium för att föreslå ett lämpligt provningsprogram.

5.2 Provning

Vid transporten av linorna från Bohus-Malmön till Älvkarleby försvann två av linorna i föregående rapport kallade nummer 1 och nummer 2 och har inte gått att återfinna. Arbetet behandlar därför de återstående sex linorna.

Area (mm ²)	Typ	Uppbyggnad	Uppsatt år	Kontrollerad år	Ålder vid senaste provning år	Märkning	Antal tråd för prov
329	FeAl aluminiserad	1+6, 10+16	1957	1975, 1985, 1998	38	3	11
774	Al59 Gränges	1+6+12+18 +24	1985	1998	10	4	18
774	Al59 Elektrokoppar	1+6+12+18 +24	1985	1998	10	5	18
910	AlMgSi oinfettad	1+6+12+18 +24	1975	1985, 1998	20	7	18
910	AlMgSi infettad	1+6+12+18 +24	1975	1985, 1998	20	8	18
910	Al59	1+6+12+18 +24	1985	1998	10	6	18

Lämpliga bitar av linorna kapas ut enligt följande:

- En 1,5 m eller 2 m lång bit avsedd för dragprov på enskilda trådar;
- Ett 1,5 m långt stycke avsett för dissektion och lindningsprov;
- Ett meterlångt stycke att arkivera.

5.3 Yttre studie och dissektion

Linan studeras i sin helhet för en yttre bedömning av tillståndet och biten avsedd för dissektion dokumenteras fotografiskt. Några trådar lindas av från yttersta lagret och skillnaden mellan lagren dokumenteras liksom skador och angrepp på enskilda trådar. Lagret lindas av och utseendet av det underliggande lagret dokumenteras och angrepp och skador beskrivs. Arbetet upprepas lager för lager till kärntråden.

5.4 Lindningsprov

Lindningsprov görs på enskilda trådar med urval enligt SS 424 08 00 utan hänsyn till om något angripet område av tråden kommer med eller inte eftersom provet ursprungligen testade duktiliteten hos trådar ur en leverans. Trådar kommer därför att antingen lindningsprovas eller bockas över de angripna områdena för att finna ut om trådarna spricker. Trådarnas utseende efter prov eller eventuella sprickor dokumenteras.

5.5 Dragprov

Dragprov görs på enskilda trådar med urval enligt SS 424 08 00 och 250 mm mätlängd. Förlängning till brott registreras. Mätningarna sammanställs i diagram som visar spänning avsatt mot förlängning. En jämförelse görs mellan prov över icke angripet parti och prov över angripet parti av tråden.

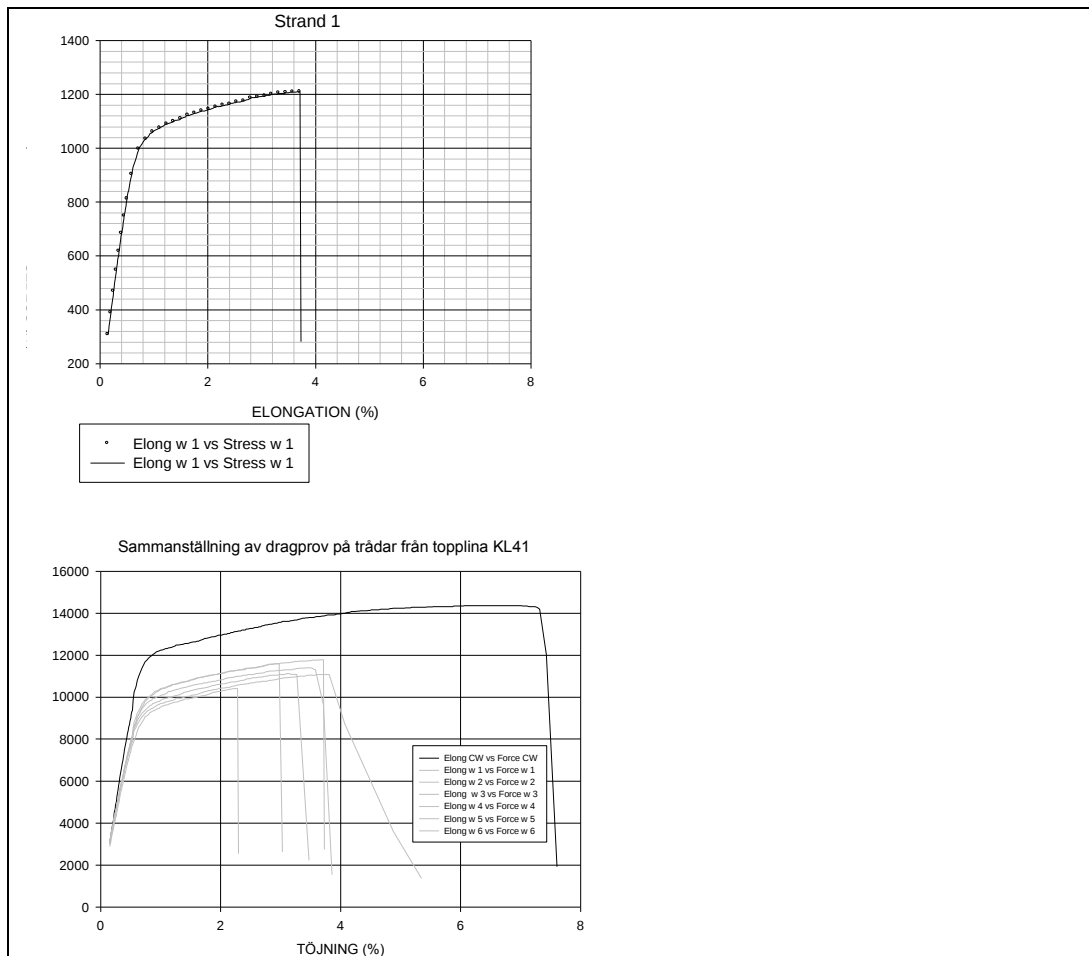


Bild 5-1 exempel på diagram från provning

En rapport skrivs som redovisar och diskuterar resultaten.

5.6 Kostnadsuppskattning

Sammanfattning provningskostnader

<i>Uppdrag</i>	<i>Antal</i>	<i>Kostnad</i>	<i>Total kostnad</i>
Dragprov 18 trådar i 2V	6	34340	206040
Lindrings/böckningsprov 18 trådar	6	8785	52710
Kontroll av trådar			
Dissektion	6	28290	169740
<u>kostnad provning</u>		<u>SEK</u>	<u>428490</u>
Rapportskrivning, projektledning		88000	
summa		88000	88000
Övr omk , oförutsett			52000
<u>Totalt</u>		<u>SEK</u>	<u>568490</u>

Tabell 5-1 Kostnadsuppskattning

Projektet genomförs av Vattenfall research & Development på materialtekniklabbet I Älvkarleby. Ansvarig för provningen är Stig-Björn Westberg. Projektledare Anders Holm. Projektet startas vid beställning och leverans av slutrapport sker 3 kalendermånader efter beställning.

Referenser

- [1] UM 98:1 Långtidsexponering av kraftledningslinor. Alf Johnsson.
Beställare: ELFORSK

Appendix 1

A Identifikation och provning av linoprov tagna vid uppsättning 2002

A.1 Inledning

Samtliga linor har tagits ned 2002 i samband med ombyggnaden av provningsstationen i Bohus-Malmön och en del av dem, för vilka det var värdefullt med fortsatta prov, har åter satts upp. Vid nedtagningen visade det sig att identiteten på dessa linor inte bevarats, varför en cirka halvannan meter lång bit av var och en av linorna kapades av, märktes med nummer från ett till 8 och skickades till Vattenfall Utveckling AB:s Materialtekniska Laboratorium för att bestämma om det var möjligt att identifiera vilken lina som var vilken, samt att göra iakttagelser av linornas tillstånd som kan vara värdefullt för framtiden och dokumentera detta. Genom identifieringen åstadkoms en koppling till den omfattande dokumentationen om dessa linor och provet. Det ingick inte att göra kvantitativa bedömningar av linornas tillstånd.

Linorna var åtta till antalet, vilket motsvarar antalet på linorna som skulle utsättas för fortsatt provning. I ett tidigare arbete bestämdes att åtta linor enligt tabell 1.1 skulle utsättas för fortsatt prov.

Tabell A.1 Linor som återuppsatts på provningsstationen i Bohus-Malmön och som skulle identifieras.

Area (mm ²)	Typ	Uppbyggnad	Uppsatt år	Kontrollerad år	Ålder vid senaste provning år	Märkning
329	FeAl aluminiserad	1+6, 10+16	1957	1975, 1985, 1998	38	
62	AlMgSi oinfettad	1+6	1975	1985, 1998	20	
62	AlMgSi infettad	1+6	1975	1985, 1998	20	
910	AlMgSi oinfettad	1+6+12+18 +24	1975	1985, 1998	20	
910	AlMgSi infettad	1+6+12+18 +24	1975	1985, 1998	20	
774	Al59 Gränges	1+6+12+18 +24	1985	1998	10	
774	Al59 Elektrokoppar	1+6+12+18 +24	1985	1998	10	
910	Al59	1+6+12+18 +24	1985	1998	10	

Arbetet redovisas i denna rapport lina för lina utgående från märkningen i tabell 1.1 med hur identifieringen av just den linan gått till, bilddokumentation

av linans tillstånd, allmänna iakttagelser och eventuella jämförelser med andra linor.

A.2 Lina 1

Denna lina är tillsammans med lina 2 de enda sjutrådiga linorna och har ytterdiametern 10,5 mm. Lina 1 verkar okulärt vara i sämre tillstånd än lina 2 trots att lina 2 är översållad av korrosionsprodukter. Lina 1 har inga korrosionsprodukter på ytan, men har gott om frätgropar. Lina 1 är den oinfettade linan.



Foto: IMG_0924aa2.jpg

Figur A.1 Denna bild visar utseendet på lina 1. Linan är kraftigt men samtidigt jämnt oxiderad

A.3 Lina 2

Denna lina är den andra sjutrådiga linan och är den som är infettad. Detta framgick vid isärtagning av linan. Det mesta av oljan i fettet har försvunnit, vilket fått till följd att fettets fyllmedel ligger som ett vitt mjöl mellan kärntråden och yttertrådarna. Endast på kärntråden finns spår av olja i fettet.



Foto: IMG0933a.jpg

Figur A.2 Bilden visar en översikt av lina 2. På linan syns fläckar med korrosionsprodukter trots att ytan förefaller något mindre oxiderad än den på lina 1.



Foto: IMG_0941ab.jpg

Figur A.3 Bilden visar ytan på en tråd i lina 2. På bilden syns en vit fläck med korrosionsprodukter. I ytan förekommer revor som ibland har en röd färg, vilket syns strax nedanför oxidfläcken.

A.4 Lina 3

Bland de uttagna linorna finns bara en 329 mm² lina med diametern 23,6 mm och är uppbyggd av 7-trådig kärnlina av aluminerade ståltrådar med area på kärnan av 46 mm². Tråddiametern skall vara 3,72 mm. Dessutom skall antalet aluminiumtrådar vara 26 st. fördelade som 10+16. Kärnlinan är av grupp B med 2,89 mm tråddiameter.

Linan har gamla mekaniska skador på ytterlagrets trådar och är ganska jämnt översållad med vita fläckar av korrosionsprodukter.



Foto: IMG_963ab.jpg

Figur A.4 Bilden visar en vy av lina 3. Linan är översållad av små vita fläckar som är korrosionsprodukter.



Foto: IMG_0961ab

Figur A.5 Bilden visar den kraftigt oxiderade ytan på lina 3 med fläckar och frätgropar.



Foto: IMG_975ab

Figur A.6 Bilden visar en frätgrop i en tråd i lina 3. Runt hålet syns aluminiumhydroxidkristaller och till vänster syns en tydlig nätbildning där oxiden håller på att brytas upp. Bland hydroxidkristallerna syns även några

bruna missfärgningar, men det är inte känt vilken roll dessa har.

A.5 Lina 4

Lina 4 är en av två 774 mm² linor; lina 4 och lina 5. Lina 4 och lina 5 är båda Al59-linor, men den ena är tillverkad av Aktiebolaget Elektrokoppar och den andra av Gränges Aluminium. Det finns två sätt att skilja dessa åt. Det första är att mäta brottförlängningen vid dragprovning av trådar, men på grund av skador på trådarna är det tveksamt om metoden fungerar. Den andra är att genom kemisk analys skilja legeringarna åt genom spår av vissa legeringsämnen.

Linan företer glesa vita fläckar som förekommer oregelbundet på den linstump som undersöktes. Längden av denna tillåter inte några uttalanden om systematiska variationer av mängden fläckar eller var de i så fall är belägna. Ytan är jämfört med de tidigare linorna lindrigt oxiderad och är rent av något blank när man skrapar på de svarta beläggningarna.



Foto: IMG_0979ac.jpg

Figur A.7 Vy av lina 4 som visar otydliga beläggningar av korrosionsprodukter. Det är emellertid möjligt att se en del fläckar på linans undersida.



Foto: IMG_0981ac.JPG

Figur A.8 Närbild av lina 4 som visar nedsmutsning och en del oxider, men på bilden syns inga angrepp.



Foto: IMG_1058ab

Figur A.9 Bild av angrepp på tråd i lina 4 på vilken syns gropar omgivna av hydroxid och till vänster om gropen hur oxiden i trådens yta börjar brytas upp.

I bilaga 1 identifieras lina 4 som 774 mm² Al59-lina av Gränges tillverkning.

A.6 Lina 5

Lina 5 är en av två 774 mm² linor; lina 4 och lina 5. Av dessa är lina 5 mer prickig av korrosionsprodukter.

Jämfört med lina 4 så är ytan mer oxiderad. Fläckarna på linan förefaller inte vara jämnt fördelade av vad som går att se på stumpen.



Foto: IMG_098ac.jpg

Figur A.10 Bilden visar en vy av lina 5. Punktangreppen bedöms att vara fler och tydligare än på lina 4.



Foto: IMG_1005ac.jpg

Figur A.11 Närbild av lina 5 på vilken fläckar av korrosionsprodukter tydligt syns.



Foto: IMG_1023ac.jpg

Figur A.12 Närbild av tråd på lina 5. På bilden syns ett ytligt korrosionsangrepp i den nedre tråden.

I bilaga 1 identifieras lina 5 som 774 mm² Al59-lina av Elektrokoppars tillverkning.

A.7 Lina 6

Linorna 6, 7 och 8 har diametrar som uppmättes till 39,5 mm, 39,9 mm respektive 40,5 mm och har således samtliga arean 910 mm². Två av dessa linor skall vara AlMgSi-linor uppsatta 1975, av vilka en skall vara infettad och en icke infettad. Den tredje linan skall vara en Al59-lina som är tillverkad av en icke angiven tillverkare och som satts upp 1998.

Lina 6 ser för ögat relativt lite oxiderad ut men har rikligt med fläckar av korrosionsprodukter. Vid isärtagning av en bit av linan visade det sig att linan innehöll rikligt med ett vitt pulver, som troligen utgörs av korrosionsprodukter.



Foto: IMG_1042aa.jpg

Figur A.13 Vy av lina 6. På linan syns fläckar med korrosionsprodukter.



Foto: IMG_1048_a.jpg

Figur A.14 Närbild av lina 6. Korrosionsangreppen ser ut att vara ytliga.



Foto: IMG_1053aa.jpg

Figur A.15 Närbild av fläck med korrosionsprodukter. På bilden går det inte att se någon grop och detta var gemensamt för samtliga närbilder av fläckarna.



Foto: IMG_1103_a

Figur A.16 Bilden visar de sju trådarna som ingår i kärnan av lina 6. Rikligt med vita beläggningar syns på bilden, men endast någon grop där trådarna legat i kontakt med det utanförhållande lagret. En sådan grop kan med viss ansträngning urskiljas på tråden i mitten till höger i bilden.

I bilaga 1 identifieras linan som en 910 mm² Al59-lina, som inte är en Ductalex utan tillverkad av annan tillverkare än Elektrokoppar, dvs. troligast Gränges.

A.8 Lina 7

Linan gav intryck av att vara mer oxiderad än lina 6 och hade i likhet med den ytliga korrosionsangrepp. Linan hade inga angrepp som såg spektakulära ut i hög förstoring. Vid undersökning av kärntråden och trådarna runt denna påträffades rikligt med vax som har sitt ursprung i dragningen av tråden. Eftersom tråden inte värmebehandlas efter dragning blir eventuellt vax kvar på tråden.



Foto: IMG_1062aa.jpg

Figur A.17 Bild av ytan på lina 7 som har rikligt förekommande angrepp.



Foto: IMG_1105_a.jpg

Figur A.18 Bild av trådarna i kärnan av lina 7, som i likhet med de i lina 6 är belagda med korrosionsprodukter.



Foto: IMG_1109_a.jpg

Figur A.19 Bild av rester av vax på ytan av kärntråden från lina 8. Detta skiljer lina 7 från lina 6.

A.9 Lina 8

Lina 8 skiljde sig påtagligt från lina 6 och lina 7 såtillvida att lina 8 hade en påtagligt mörk sida och en ljusare sida. Den mörka sidan hade en brunsvart beläggning som kunde skrapas bort med nageln.



Foto: IMG_1077aa.jpg

Figur A.20 Vy av sidan med den mörka beläggningen på lina 8.



Foto: 1079aa.jpg

Figur A.21 På denna närbild syns tydligt att den mörka missfärgningen orsakas av en tunn beläggning på trådarna. På bilden syns även en del ljusa fläckar av korrosionsprodukter.



Foto: IMG_1080aa.jpg

Figur A.22 Bilden visar den ljusa sidan av lina 8.



Foto: IMG_1091aa.jpg

Figur A.23 Ljusa fläckar på den mörka sidan av lina 8.



Foto: IMG_1083aa.jpg

Figur A.24 Närbild av den ljusa eller blanka sidan av lina 8.

Vid isärtagning av ett kortare stycke visade det sig att linan var infettad och att fettet var i god kondition inuti linan.

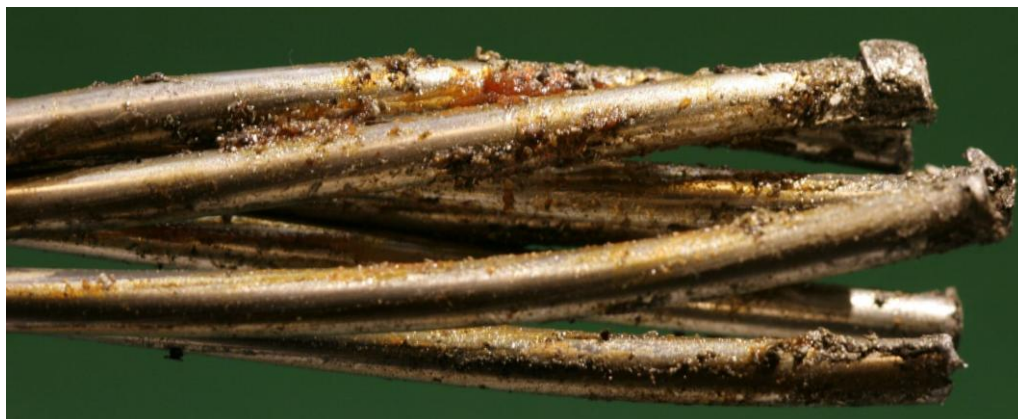


Foto:IMG_1108aa.jpg

Figur A.25 Bilden visar de infettade kärntrådarna från lina 8. Detta visar otvetydigt att denna lina är den infettade AlMgSi-lina som sattes upp år 1985.

A.10 Resultat och diskussion

Samtliga linor har varit möjliga att identifiera, se tabell 10.1.

Angreppen på trådarna i ytterlagret ser ut att följa samma mönster oavsett lina, genom punktvis uppbrytning av oxidlagret, som visar sig i ett nätmönster på tråden. Detta mönster omvandlas sedan till separata hydroxidkristaller, varefter angreppet går vidare inåt i tråden och utåt från angreppspunkten.

Utseendemässigt har den infettade linan av lina 1 och lina 2 inte klarat exponeringen bättre än den oinfettade. Oxiden är grov och revor har bildats i ytan, förmodligen initierade av små defekter från dragningen av tråden. Det finns emellertid fler och tydligare punktangrepp på den oinfettade linan. Lina 7 är en grövre AlMgSi-lina, uppsatt även den år 1985. Yttertrådarna på lina 2 och lina 7 påminner till utseendet mycket om varandra, vad angreppet ankommer, men frätgroparna är glesare förekommande på den grövre linan.

På de linstumpar som studerats av lina 4 och 5 är angreppen fler och tydligare på linan av Elektrokoppars tillverkning. Linorna hör till dem som varit exponerade kortaste tiden.

Linorna 6, 7 och 8 har samtliga arean 910 mm^2 . Troligen har infettningen gjort att lina 8 erhållit en påtagligt mörk och en ljus sida där den mörka bläggningen inte sitter hårdare än att den går att skrapa av med nageln. Fettet i denna lina är i god kondition. Linan ger ett smutsigare intryck än 6 och 7, men trådarnas yta ser mindre grov ut till följd av korrosion än vad den gör på lina 6 och 7, trots att lina 6 bara exponerats halva tiden.

Yttertrådarna i lina 6 uppvisar punktangrepp trots den korta exponeringstiden, däremot påträffades inga synliga frätgropar på lina 6.

De underliggande trådlagren på 910 mm^2 linorna ser ut att vara i god kondition, även om korrosionsprodukter påträffas inuti linorna.

Tabell A.2 Resultat av identifieringen

Area (mm ²)	Typ	Uppbyggnad	Uppsatt år	Kontrollerad år	Ålder vid senaste provning år	Märkning
329	FeAl aluminiserad	1+6, 10+16	1957	1975, 1985, 1998	38	3
62	AlMgSi oinfettad	1+6	1975	1985, 1998	20	1
62	AlMgSi infettad	1+6	1975	1985, 1998	20	2
910	AlMgSi oinfettad	1+6+12+18 +24	1975	1985, 1998	20	7
910	AlMgSi infettad	1+6+12+18 +24	1975	1985, 1998	20	8
774	Al59 Gränges	1+6+12+18 +24	1985	1998	10	4
774	Al59 Elektrokoppar	1+6+12+18 +24	1985	1998	10	5
910	Al59 ²⁾	1+6+12+18 +24	1985	1998	10	6

²⁾Ej Ductalex

ELFORSK

SVENSKA ELFÖRETAGENS FORSKNINGS- OCH UTVECKLINGS - ELFORSK - AB

Elforsk AB, 101 53 Stockholm. Besöksadress: Olof Palmes Gata 31
Telefon: 08-677 25 30, Telefax: 08-677 25 35
www.elforsk.se