

RAPPORT



Statens havarikommisjon for transport (SHT) har utarbeidet denne rapporten utelukkende i den hensikt å forbedre jernbanesikkerheten. Formålet med undersøkelsene er å identifisere feil og mangler som kan svekke jernbanesikkerheten, enten de er årsaksfaktorer eller ikke, og fremme tilrådinger. Det er ikke havarikommisjonens oppgave å ta stilling til sivilrettslig eller strafferettslig skyld og ansvar. Bruk av denne rapporten til annet enn forebyggende sikkerhetsarbeid bør unngås.

RAPPORT

Statens Havarikommisjon for Transport
Postboks 213
2001 Lillestrøm
Telefon: 63 89 63 00
Faks: 63 89 63 01
<http://www.aibn.no>
E-post: post@aibn.no

Avgitt dato: 11.04.2008
JB Rapport: 2008/02

Denne undersøkelsen har hatt et begrenset omfang. Av den grunn har SHT valgt å benytte et forenklet rapportformat. En full rapport benyttes bare når undersøkelsens omfang gjør dette nødvendig. Den forenklete rapporten belyser de funn som er gjort og fremlegger eventuelle sikkerhetsmessige tilrådinger.

Dato og tidspunkt:	Tirsdag 15. august 2006, mellom kl. 1820 – 1935	
Hendelsessted:	Sjoa stasjon på Dovrebanen	
Driftsform:	Fjernstyrt	
Sikringsanlegg:	Stillverk, reléanlegg, type NSI 63	
Type hendelse:	Forsignal L/N viste feil signalbilde	
Togtype og tognummer:	Persontog 45 og persontog 47	
Operatør / Infrastruktureier:	NSB AS og Jernbaneverket	
Type transport:	Persontransport	
Togvekt:	Ikke relevant	
Toglengde:	Ikke relevant	
Bremsegruppe:	Ikke relevant	
Værforhold:	Pent vær	
Lysforhold:	Dagslys	
Føreforhold skinner:	Gode	
Antall om bord:	Ukjent	
Personskader:	Ingen	
Skader på materiell:	Ingen	
Andre skader:	Ingen	
Lokomotivfører	Tog 45	Tog 47
- Kjønn og alder:	Mann, 40 år	Mann, 51 år
- Utdanning:	Lokomotivfører	Lokomotivfører
- Erfaring:	19 år	29 år
Annet personale		
- Stilling:	Togleder	
- Kjønn og alder:	Mann, 54 år	
- Utdanning:	Lokomotivfører, txp og togleder	
- Erfaring:	24 år	
Informasjonskilder:	Jernbaneverket og NSB AS, og SHTs egne undersøkelser	

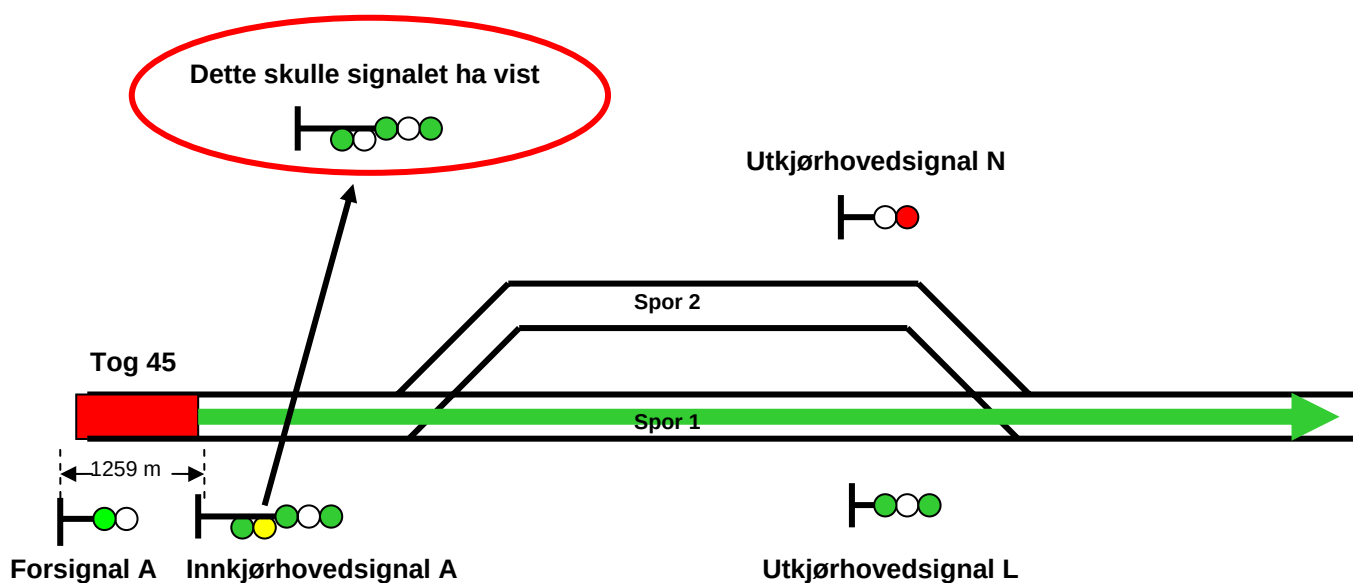
FAKTISKE OPPLYSNINGER

Den 15. august 2006, mellom kl. 1820 – 1935 inntraff det to alvorlige hendelser på Sjoa stasjon ved at forsignal L/N viste feil signalbilde. Forsignal L/N er plassert på signalmasten for innkjørhovedsignal A og gjelder for utkjørhovedsignalene L og N (se figur.3).

Hendelse 1:

Kl. 1820 var Sjoa stasjon stilt på gjennomgangsdrift, og gjennomkjørtogvei var stilt for nordgående tog 45 som skulle passere stasjonen gjennom spor 1. Lokomotivføreren fikk signal "kjør" dvs. 2 grønne i innkjørhovedsignal A, og signal "Vent kjør" (med avvik) dvs. gult og grønt i forsignal L/N som er plassert på masten for innkjørhovedsignal A. Toget passerte Sjoa stasjon i spor 1 og lokomotivføreren reagerte på dette da han forventet signal "vent kjør" dvs. grønt i forsignal L/N. I det tog 45 passerte Sjoa stasjon ringte lokomotivføreren til togleder og meldte i fra, sitat: *"Jeg hadde rettspor inn og feil i forsignalet"*. Toglederen oppfattet under telefonsamtalen at det var forsignal A for innkjørhovedsignal A som hadde vist et mer restriktivt signal. Lokomotivføreren hadde ikke definert hvilket forsignal som viste feil signalbilde.

Togleder ringte umiddelbart til Fron elkraftsentral og meldte fra om feil på forsignal A på Sjoa stasjon. Fron elkraftsentral meldte feilen til vakthavende signalmontør på Otta, hvor vakthavende signalmontør umiddelbart rykket ut sammen med en annen signalmontør til forsignal A på Sjoa stasjon.

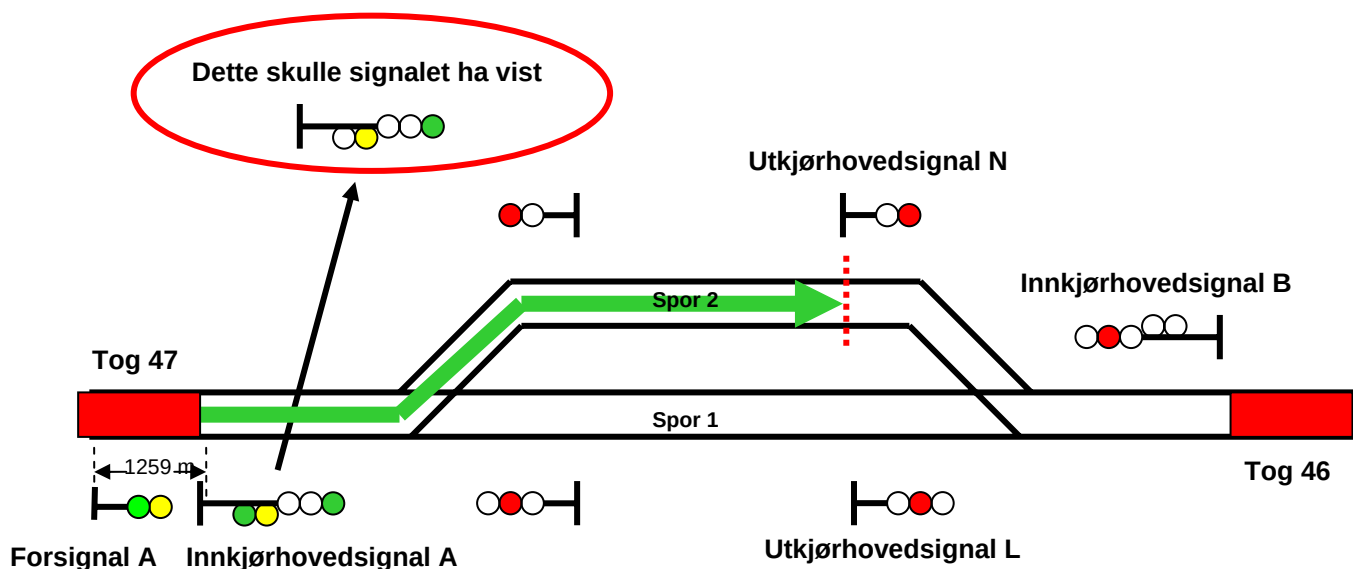


Figur 1: Viser hendelse 1, da tog 45 skulle passere Sjoa stasjon.

Hendelse 2:

Kl. 1928 magasinerte togleder kryssing mellom tog 47 og tog 46. Begge togene var litt forsinket og signal A ble stilt for tog 47 inn i spor 2 først. Da lokomotivføreren i tog 47 kjørte inn på Sjoa stasjon så han at forsignalet for utkjørhovedsignalene L/N viste "ventjør" (med avvik) dvs. gult og grønt. Lokomotivføreren hadde fått signal "Kjør" (med avvik) dvs. et grønt i innkjørhovedsignal A. Da han var forberedt på kryssing med tog 46 var han ekstra oppmerksom og kjørte sakte inn i spor 2. Han registrerte at det ikke var lys i togsforsignalene 2N, og da han nærmet seg utkjørhovedsignal N så han at dette viste signal "Stopp" dvs. rødt. Han klarte å stoppe toget foran utkjørhovedsignalet. Lokomotivføreren ringte togleder og uttalte, sitat: *"Jeg hadde klart i gjennom, hadde jeg ikke det?"*. Etter en del oppklarende spørsmål ble togleder først på dette tidspunkt klar over at det var forsignal L/N som hadde vist feil signalbilde.

Togleder ringte lokomotivføreren i tog 46 og ba han kjøre rolig gjennom Sjoa stasjon, da det ikke var overensstemmelse med signalene ute og indikeringene som togleder hadde på sitt panel. Etter at tog 46 hadde passert stasjonen ringte togleder opp lokomotivføreren i tog 47 og gav beskjed om at det var klart ut etter at det var stilt "kjøretillatelse" i utkjørhovedsignal N. Lokomotivføreren bekreftet at signalet viste riktig signal "Kjør" (med avvik) dvs. grønt, og kjørte ut fra stasjonen.



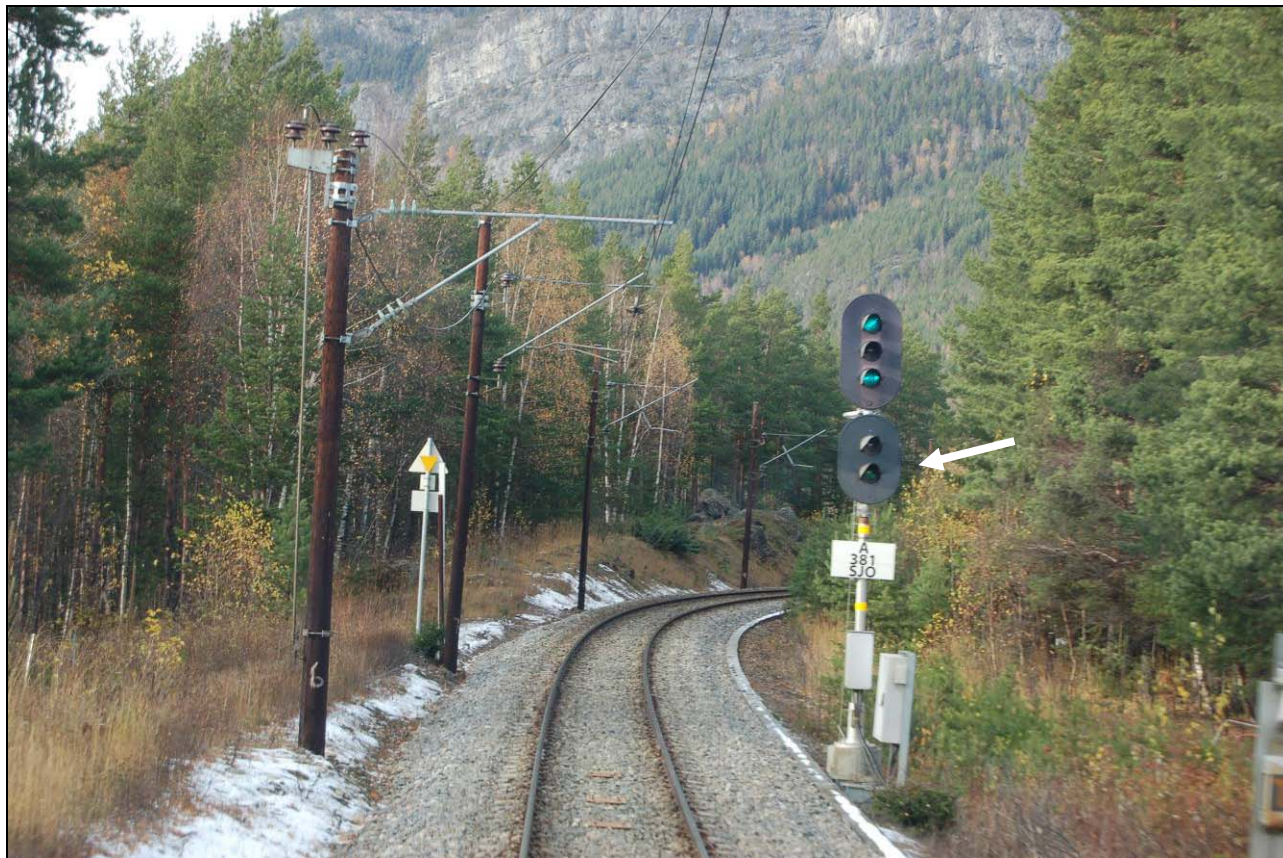
Figur 2: Viser hendelse 2, da tog 47 skulle krysse med tog 46 på Sjoa stasjon.

Vakthavende signalmontør ble kl. 1943 ringt opp av togleder angående feilmeldingen som lokomotivføreren i tog 47 i hendelse 2 hadde varslet. Han hadde akkurat kommet til Sjoa stasjon for å starte feilrettingen og befant seg ved forsignal A. Etter at togleder hadde informert han om den nye situasjonen etter hendelse 2 flyttet han seg til innkjørhovedsignal A etter først å ha kontrollert at forsignal A viste riktige signalbilder og var i orden. Da han kom til innkjørhovedsignal A hvor også forsignal L/N befinner seg konstaterte han raskt at det var feil på kabelen som lå mellom apparatskapene AS I og AS A. Det viste seg at det var innbyrdes forbindelse mellom noen av lederne i en kabel med 37 ledere. Dette var årsaken til at forsignal L/N viste feil signalbilde. Feilen ble lokalisert til en skjøtemuffe på kabelen.

Trafikkstyring og kommunikasjon:

Da lokomotivføreren i telefonsamtalen med togleder ikke klart definerte hvilket forsignal som viste feil signalbilde, oppfattet toglederen som at det var forsignal A som viste feil signalbilde.

Stillverket ble fortsatt benyttet til tog ved at det ble stilt signaler, også etter at feilen var innmeldt av lokomotivføreren i tog 47, etter den andre hendelsen.



Figur 3: Innkjørhovedsignal A. (Pilen viser til forsignal L/N som viste galt signalbilde.)

Anleggshistorikk

Som et ledd i kjøring av krengetog på Dovrebanen ble det i uke 44 i 2002 foretatt en utflytting av innkjørhovedsignalene og forsignalene på begge sider av Sjoa stasjon. I denne forbindelsen måtte kabelen mellom apparatskapene AS I og AS A forlenges. Kabelen er av type EEBE 37 x 1,5 mm². Kabelen ble forlenget ved å skjøte inn en kabel av samme type. Skjøtemuffen som ble benyttet var type 3M Scotchast Resin 91 A 14. Lengden på skjøtemuffen var 400 mm med tverrsnitt 69 mm på muffens senterpunkt. Fyllmassen bestod av 2-komponent polyuretan resin. Signalarbeidene ble utført av Jernbaneverkets entreprenør Baneservice.

Undersøkelse av kabelmuffe:

Kabelskjøtemuffen viste klare feil etter at skallet på kabelmuffen var fjernet. Noen av lederne viste seg å ligge i ytterkanten mot skallet av skjøtemuffen, (se figurene 4 og 5). Muffen ble derfor sendt til et laboratorium for nærmere undersøkelser.



Figur 4: Viser kabelmuffen etter at skallet er fjernet. Utsnitt vises i figur 5.

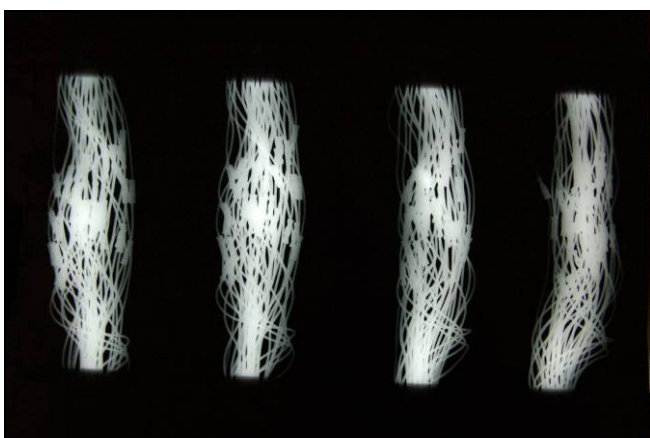


Figur 5: Utsnitt fra figur 4 viser ledere som ligger helt i ytterkanten av kabelmuffen.

Laboratorieundersøkelse

Havarikommisjonen har hatt skjøtemuffen til røntgenundersøkelse og undersøkelse i mikroskop på FLOs analytiske laboratorium på Kjeller.

Røntgenundersøkelsen viste at ledningene ikke var jevnt fordelt i muffens tverrsnitt (se figur 6). Undersøkelsen viste også at flere ledere og skjøtehylser lå tett på hverandre før skjøtemuffen ble fylt med fyllmasse. Den nye kabelen var ikke rullet ut "skjøttrett" mot den eksisterende. Som følge av dette måtte lederne krysses i muffen under skjøtingen.



Figur 6: Viser Røntgenbilder av muffen tatt i 4 forskjellige vinkler fra 0 – 90°.



Figur 7: Viser tverrsnitt av kabelmuffen.

Skjøtemuffen ble åpnet ved å skjære den opp i snittflater av 1,5 cm tykke skiver hvor detaljer ble gransket i mikroskop. Det ble oppdaget at det var luftbobler (se figur 7) inne i fyllmassen, samt at noen av lederne og skjøtehylsene var tydelig angrepet av irr (se figur 8). Denne analysen konkluderte med at det hadde vært fuktighet i senter av skjøtemuffen. Det ble ikke funnet fuktighet og luftbobler i skjøtemuffens ytterpunkter.



Figur 8: Viser at det finnes luftbobler i muffen, og at det er tydelig irrdannelse mellom ledere.



Figur 9: Viser detaljer av to skjøtehylser med tydelige brennmerker.

Basert på de utførte undersøkelsene konkluderte laboratoriet med følgende:

Det kan observeres betydelig mengder porer i kabelmuffen, videre kan det observeres flere områder med liten eller ingen spredning mellom kabelskjøtene. Det ble også funnet kortslutning mellom to klemforbindelser med spor av forkulling av isolasjonsmaterialet og rester etter gnistdannelser. Flere av klemforbindelsene viste tegn på irrdannelser hvilket viser tilstedeværelse av fukt.

Det konkluderes derfor at en sannsynlig årsak til den observerte kortslutningen mellom ledere i kabelmuffen skyldes innstøping av fukt, denne i kombinasjon med liten eller ingen avstand mellom klemforbindelsene har ført til irrdannelser og overslag.

Kontakt med leverandør av kabelmuffe

Havarikommisjonen tok kontakt med en representant fra leverandøren av kabelmuffen (3M) for å få en visuell vurdering av skjøten før oppkutting i laboratoriet. Det ble uttalt at det i dette tilfellet hadde blitt benyttet en kabelskjøt som syntes å være i minste laget for en (så stor) signalkabel som inneholdt 37 ledere. Dette hadde ført til at ledere ble uryddig fordelt i kabelmuffen og flere ledere og skjøtehylser hadde kontakt med hverandre. Anbefalingene gikk ut på at det med fordel burde vært benyttet en kabelmuffe som var noe større. Det ble også sendt inn en prøve av fyllmassen i den feilaktige kabelmuffen. Resultatet av denne vurderingen var at det ikke kunne påvises avvik i fyllmassen, og at denne ble vurdert til å holde spesifikasjonen.

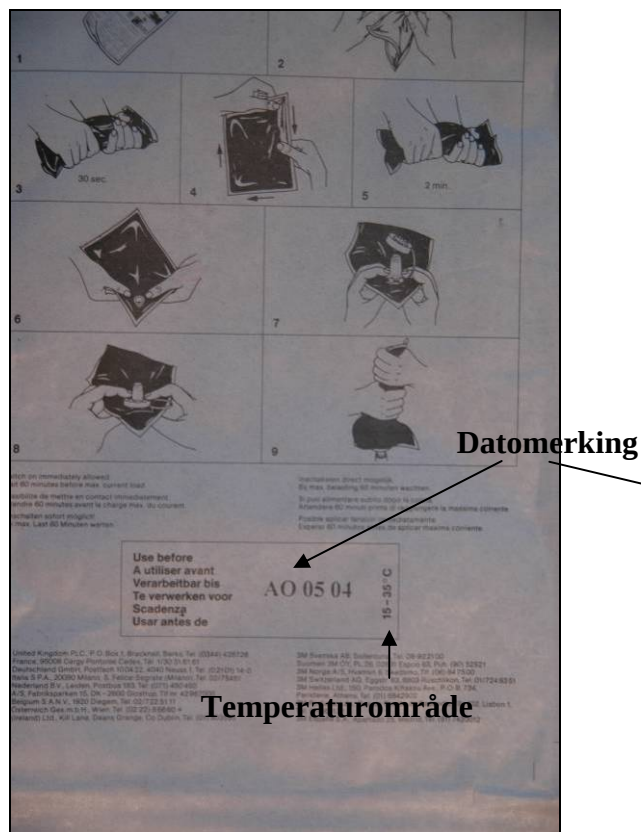
Leverandørens anbefalinger om skjøting av kabel

Leverandøren presiserte at kabler som blir lagret utendørs, samt kabelender på kabler som er utlagt må være påsatt kabelsmokker i tiden fram til sammenskjøtingen av kablene. Dette er viktig for at fuktighet ikke skal trenge inn i kabelen. Det er også viktig å benytte telt under skjøting i fuktig vær. Fukt i fyllmassen under herdeprosessen frembringer luftbobler, noe som kunne observeres i den feilaktige skjøtemuffen. Det hadde også oppstått irr på ledere og skjøtehylser innvendig i skjøtemuffen.

Havarikommisjonen har i løpet av undersøkelsen fått opplysninger om at det gjennom årene har forekommet flere tilfeller av feil på signalkabler med skjøtemuffer av denne type.

Brukerveiledningen på innpakningen til fyllmassen viser at temperatur skal være 15 - 35 °C. Dette er viktig å ta hensyn til både under lagring og bruk. Opplysninger som har fremkommet viser at skjøtemuffer ofte oppbevares i signalavdelingens utrykningsbiler og at disse blir utsatt for store temperatursvingninger i sommer- og vinterperiodene. Det har også forekommet at skjøtemuffer har blitt lagret i kaldt lager. Representanten for leverandøren bemerket at det er viktig at dataene for lagringstemperatur blir overholdt.

3M Scotchcast Resin skjøtemuffer er datomerket med "brukes før" dato. Denne dato står stemplet på eskens utside, samt på innpakningen til fyllmassen (se figurene: 10 og 11).



Figur 10: Viser datomerking på innpakningen til fyllmassen.



Figur 11: Viser datomerking på esken til skjøtemuffen.

Havarikommisjonen fikk også opplysninger om at 3M hadde kurstilbud på skjøting og behandling av skjøtemuffer, og gjerne arrangerte brukerinstruksjoner sentralt og ute på de forskjellige stasjoneringssteder. Jernbaneverket har tidligere fått tilbud fra 3M angående dette, men har ikke benyttet seg av muligheten. Jernbaneverket benytter fortsatt de omtalte skjøtemuffene.

Havarikommisjonen har også fått opplysninger om at infrastrukturforvalter i Sverige (Banverket) gikk bort fra å benytte skjøtemetode med isolerte skjøtehylser flere år tilbake, og benytter nå en type krympestrømpe med lim på hver enkelt leder.

Jernbaneverkets regelverk

Etter endringer i sikringsanlegg skal det i følge regelverket JD 522 utføres driftsprøve som dokumenteres i en prøveprotokoll. Havarikommisjonen har mottatt kopi at prøveprotokollen som viser at den aktuelle kabelen er ledningsprøvet og isolasjonstestet 07.11.2002 uten merknader.

Stillverkets kabler skal kontrolleres og isolasjonstestes hver 12 måned.

Jernbaneverkets regelverk for vedlikehold, JD 552 kap: 6,2 rev. 01.01.2006.

Krav til isolasjonsmotstand for utvendig anlegg (hovedkabel, blokkabel og stikkabel inkludert objekt):

For nominelle spenninger opp til 250 V skal minimum isolasjonsmotstand innbyrdes i kabel og mot jord være 250 K Ω . For nominelle spenninger fra 250 V og til og med 500V skal minimum isolasjonsmotstand være 500 K Ω .

<i>Isolasjonsmotstand < 1 MΩ</i>	<i>=></i>	<i>Rapporter og registrer i skjema i relerom/kiosk</i>
<i>Isolasjonsmotstand < 250 KΩ</i>	<i>=></i>	<i>Komponent/kabel skal utbedres snarest</i>
<i>Isolasjonsmotstand < 50 KΩ</i>	<i>=></i>	<i>Komponent/leder i kabel skal tas ut av bruk</i>

Merk:

Hvis defekte ledere i en kabel enkeltvis eller til sammen (parallellkoblet og målt til jord) har en lavere isolasjonsmotstand enn 1 K Ω , skal hele kabelen ut av bruk.

Havarikommisjonen har mottatt sjekkliste på at kontrollmålinger av kablene på Sjoa stasjon ble utført 6. mars i 2006. Sjekklisten hadde ingen merknader.

For håndtering av trafikksituasjonen ved feil på signalanleggene har Jernbaneverket utgitt en prosedyre for tiltak ved sikkerhetskritiske feil signal. Dok. 1B-Ve-Prosedyrer kap. P-7.4.1. Dato 01.06.04.

HAVARIKOMMISJONENS VURDERINGER

Signalfeilen

Havarikommisjonen mener at den direkte årsaken til at forsignal L/N viste feil signalbilde var at det hadde oppstått overslag mellom to ledere i en skjøtemuffe for en 37 tråders signalkabel mellom apparatskapene AS 1 og AS A. Dette overslaget hadde utviklet seg over tid på grunn av fuktighet innvendig i skjøtemuffen. Signalarbeidene var utført av Baneservice, som på dette tidspunktets var Jernbaneverkets egen entreprenør.

Feil i skjøtemuffer kan få alvorlige konsekvenser, da det kan føre til feilaktige signalbilder. Hvis feilen er av slik art at lederen får forbindelse til jordpotensiale, skal stillverket detektere dette med jordfeilmelding slik at alle signaler skal gå i stopp. Hvis feilen kun er innbyrdes mellom lederne, og ikke går til jord, kan feilaktige signalbilder oppstå. Det var det som skjedde i dette tilfellet. Laboratorieundersøkelsen av kabelmuffen avdekket at det var fuktighet i senter av skjøtemuffen som hadde forårsaket overslaget mellom de to lederne. Denne feilen i skjøtemuffen kan ha utviklet seg over tid, og det har etter hvert dannet seg en elektrisk ledende kullbro mellom lederne som til slutt resulterte i at feilaktig signalbilde oppstod i forsignal L/N.

Jernbaneverkets kontrollrutiner beskrevet i JD 552 angående isolasjonsmåling av kabler er ment å skulle avdekke feil i kabel, og burde normalt ha avdekket denne feilen på et tidligere tidspunkt. Sjekkliste på at kontrollmålinger av kablene på Sjoa stasjon ble utført 6. mars i 2006 er mottatt, men det ble ikke anmerket noen feil på kabelen etter denne kontrollen. Sjekklisten inneholdt ingen data på tilstandsverdiene til kabelens ledere innbyrdes og mot jord på kontrolltidspunktet. Regelverket

sier ikke noe om dette, men havarikommisjonen mener det ville være en fordel å loggføre verdier slik at eventuelle ”begynnende feil i kabler” kan holdes under oppsikt.

- At de to kabelendene som var skjøttet sammen ikke lå ”skjøttrett” mot hverandre resulterte i at lederne måtte krysses i muffen under skjøtingen. Det er ikke noe i regelverket som beskriver at dette ikke kan gjøres, men havarikommisjonen vil påpeke at dette setter store krav til montøren med hensyn til nøyaktighet og god fordeling av lederne slik at disse får tilstrekkelig avstand fra hverandre inne i skjøtemuffen og at overslag mellom lederne ikke forekommer.
- Representanten fra leverandøren mente at det i dette tilfellet hadde blitt benyttet en skjøtemuffe som syntes å være i minste laget for en signalkabel som inneholdt 37 ledere. Dette medførte at lederne var uryddig fordelt i muffen, samt at ledere og skjøtehylser hadde kontakt med hverandre (se figur: 7). Det ble også sendt inn en prøve av fyllmassen i skjøtemuffen. Resultatet av undersøkelsen viste ikke avvik i fyllmassen, og at denne ble vurdert til å holde spesifikasjonen.
- Undersøkelsen avdekket at det var luftbobler i skjøtemassen, noe som viser at det har vært fuktighet til stede under herdeprosessen. At det hadde oppstått irr på skjøtehylsene innvendig i skjøtemuffen indikerer også at det har vært fuktighet til stede under skjøtingen. Siden det har gått mange år siden skjøtingen fant sted har det vært vanskelig å spore hvordan værforholdene var under lagringen og skjøtingen av kabelen. Havarikommisjonen vil imidlertid understreke at det er viktig at kabler som er lagret utendørs, samt kabelender på utrullet kabel blir påsatt kabelsmokker slik at kabelendene er forseglet fram til kablene blir sammenskjøttet. Dette for å unngå at vann skal trenge inn i kabelen, med fare for innstøping av fuktighet i kabelmuffer.

Andre observasjoner

I dette avsnittet tas med noen observasjoner som ikke direkte kan knyttes til hendelsen, men som havarikommisjonen mener er uheldige, og dermed viktige å opplyse om.

3M Scotchast Resin skjøtemuffer er datomerket med ”brukes før” dato. Denne dato står stemplet på eskens utside, samt på innpakningen til skjøtemassen. Havarikommisjonen mener at datomerkingen er tvetydig og kan misforstås da det ikke er beskrevet hvilke av sifrene som angir måned og år. (se figurene: 10 og 11).

Det ble opplyst at det var viktig at skjøtemuffene ble lagret og benyttet under de temperaturforhold som er beskrevet i veiledningen for at kvaliteten på kabelskjøten skulle bli bra. Innpakningen til skjøtemassen beskriver temperatur mellom 15 – 35 °C. Opplysninger fremkommet fra signalpersonalet angående under hvilke temperaturer muffen oppbevares og benyttes tyder på at det ikke er samsvar mellom fabrikantkrav og praksis. Havarikommisjonen mener at Jernbaneverket bør se nærmere på disse forhold.

Det er også viktig å benytte telt under kabelskjøting i fuktig vær. Havarikommisjonen har mottatt opplysninger om at skjøtetelt ikke alltid har blitt benyttet under skjøting av kabel, selv om værforholdene har tilsagt det.

Havarikommisjonen fikk opplysninger om at leverandøren tilbyr kurs på skjøting og behandling av kabelmuffer og arrangerer gjerne brukerinstruksjoner sentralt og ute på de forskjellige stasjoneringsteder. Jernbaneverket har fått tilbudt fra leverandøren om dette, men har ennå ikke avholdt slike kurs for personalet. Den praktiske bruken indikerer at en bedre opplæring ikke ville være bortkastet tid.

Havarikommisjonen har også fått opplysninger om at Banverket som er infrastrukturforvalter i Sverige, har sluttet å benytte denne type skjøtemuffe. De benytter en annen type muffe med krympestrømpe med lim på hver enkelt leder og med avstiving utenpå skjøtemuffen. Havarikommisjonen har ikke gått dypere inn i hva som er årsaken til dette, men videreformidler opplysningen, slik at Jernbaneverket selv kan undersøke forholdene.

Kommunikasjonen mellom lokomotivfører og togleder.

Etter at samtaleloggen ble kontrollert, viste det seg at meldingen fra lokomotivføreren i tog 45 var upresis angående signalbetegnelsen.

Da lokomotivføreren i tog 45 under telefonsamtalen med togleder ikke klart definerte hvilket forsignal som viste feil signalbilde oppstod det en misforståelse hos togleder som ikke spurte om en presisering. Lokomotivføreren sa at forsignalet viste feil signalbilde uten å oppgi betegnelsen på forsignalet. Misforståelsen bestod i at togleder trodde at det var forsignal A som viste galt signalbilde, mens det i virkeligheten var forsignal L/N som er plassert på signalmasten til innkjørhovedsignal A som viste galt signalbilde (se figurene 2 og 3). Denne misforståelsen ble først oppklart etter at togleder hadde snakket med lokomotivføreren i tog 47 etter hendelse 2.

Det er viktig å presisere at korrekt signalbetegnelse alltid må benyttes og gjentas både av lokomotivførere og av togledere for å unngå misforståelser.

Denne hendelsen viser at kommunikasjonen mellom lokomotivfører og togleder må være entydig for ikke å misforstås. Det er derfor viktig at både togoperatører og Jernbaneverket går igjennom rutinene for dette og trener sitt personale til å ha klar og korrekt kommunikasjon over telefon og radioforbindelse. (Innen luftfarten har man introdusert CRM (Crew resource management) som et konsept for å bedre kommunikasjonen og utnytte resursene som er tilstede i den operative situasjonen).

Fortsatt drift av stillverket ved feilaktig signalbilde.

I Jernbaneverkets prosedyre for tiltak ved sikkerhetskritiske feil signal fremgår det at togleder skal: *Vurdere og sette i verk umiddelbare trafikale restriksjoner / tiltak for å begrense risiko.* Det var først etter den andre feilen togleder ble klar over at anlegget hadde en sikkerhetskritisk feil. Stillverket ble fortsatt benyttet til å stille signaler for andre tog etter at den første feilen var innmeldt. Havarikommisjonen er av den oppfatning at når det oppdages signalfeil på stillverk slik at gale signalbilder blir vist, må man være varsom med å benytte stillverket inntil signalfeilen er lokalisert og avgrenset, eventuelt reparert.

SIKKERHETSTILRÅDINGER

Undersøkelsen av denne alvorlige jernbanehendelsen har avdekket flere områder hvor havarikommisjonen anser det nødvendig å fremme sikkerhetstilrådinger som har til formål å forbedre jernbanesikkerheten.¹

Sikkerhetstilråding JB nr. 2008/03T

Undersøkelsen har avdekket at skjøting av signalkabelen var lite tilfredsstillende utført. Tilbud om spesifikke kurs med opplæring av personalet på riktig bruk av skjøteutstyr er ikke benyttet av Jernbaneverket. Havarikommisjonen tilrår tilsynsmyndigheten å pålegge Jernbaneverket å vurdere om fagpersonellet som utfører kabelskjøting får fullgod opplæring og vedlikeholder kunnskapen i dette.

Sikkerhetstilråding JB nr. 2008/04T

Det oppstod misforståelse mellom lokomotivfører og togleder under telefonsamtalen angående varsling av signalfeilen. Havarikommisjonen tilrår tilsynsmyndigheten å anmode Jernbaneverket og togoperatører å påse at kommunikasjonen mellom lokomotivfører og togleder alltid foregår på en standardisert, entydig og korrekt måte.

Sikkerhetstilråding JB nr. 2008/05T

Stillverket ble fortsatt benyttet til å stille signaler for tog etter at melding om feilaktig signalbilde var meldt. Havarikommisjonen tilrår tilsynsmyndigheten å anmode Jernbaneverket om å fastsette nærmere rutiner for å forhindre at stillverk benyttes til å stille togveier når det er meldt om feilaktige signalbilder og feilen ikke er identifisert og avgrenset.

1 Vedlegg: Rapport fra FLO.

¹ Undersøkelserapport oversendes Samferdselsdepartementet, som treffer nødvendige tiltak for å sikre at det tas behørig hensyn til sikkerhetstilrådingene, Jf. forskrift 31. mars 2006 nr. 378 om offentlige undersøkelser av jernbaneulykker og alvorlige jernbanehendelser m.m. (jernbaneundersøkelsesforskriften) § 16.



Forsvarets laboratorietjeneste

Analytisk laboratorium

Kjemi og materialteknologi

Oppdragsgiver Statens Havarikommisjon for Transport v/ Henning Johansen Pb.213, 2001 Lillestrøm		Teknisk Rapport
Gjenpart		Oppdragsgivers referanse Fra Sjoa st.
Tittel Undersøkelse av kabelmuffe med kortslutning		
Rapportnr 070130.09	Dato for mottak av oppdrag 2007-01-16	Dato for utgivelse 2007-02-04
Jobbnr / Prøvenr M-07-018	Antall sider 8	Antall vedlegg -
Utarbeidet av Øyvind Frigaard	Verifisert av	Sjef Analytisk laboratorium Tor Arne Gustavsen
Sammendrag Forsvarets laboratorietjeneste, kjemi og materialteknologi, mottok en kabelmuffe med kortslutning mellom flere ledere for skadeundersøkelse. Oppdragsgiver ønsket undersøkt mulige årsaker til de observerte kortslutningene. Kabelmuffen ble seksjonert og snittene undersøkt for å avdekke mulige områder med avvik. Konklusjon Basert på de utførte undersøkelsene konkluderes følgende: Det kan observeres betydelig mengder porer i kabelmuffen, videre kan det observeres flere områder med liten eller ingen spredning mellom lederskjøtene. Det ble også funnet kortslutning mellom to klemforbindelser med spor etter forkulling av isolasjonsmaterialet og rester etter gnistdannelser. Flere av klemforbindelsene viste tegn på irrdannelser hvilket viser tilstedeværelse av fukt. Det konkluderes derfor at en sannsynlig årsak til den observerte kortslutningen mellom ledere i kabelmuffen skyldes innstøpning av fukt, dette i kombinasjon med liten eller ingen avstand mellom klemforbindelsene har ført til irrdannelser og overslag.		

Utdrag av rapporten må ikke gjengis uten skriftlig godkjenning fra Analytisk laboratorium.

Laboratoriet er akkreditert i henhold til NS-EN ISO/IEC 17025.

Det er kun resultater merket med A som er omfattet av akkrediteringen.

Postadresse :

FLO/TV/LHK Analytisk laboratorium
Postboks 10
N-2027 KJELLER

Vareadresse

FLO/TV/LHK Analytisk laboratorium
Fetveien 80-84
N-2027 KJELLER

Telefon :

+47 63 80 87 41
Mil: 505 8741

Telefax :

+ 47 63 80 87 58
Mil: 505 8758

1 Innledning

Forsvarets laboratorietjeneste, kjemi og materialteknologi, mottok en kabelmuffe med kortslutning mellom flere ledere for skadeundersøkelse. Oppdragsgiver ønsket undersøkt mulige årsaker til de observerte kortslutningene.

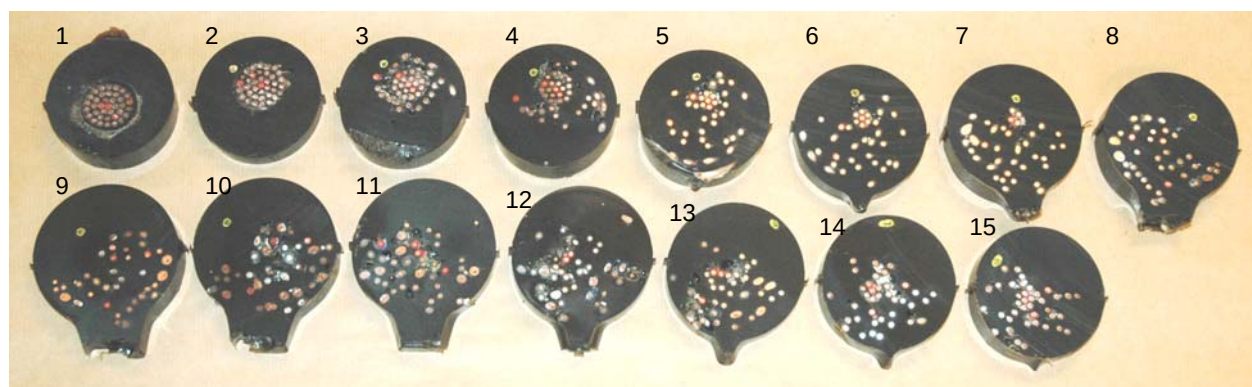
Kabelmuffen ble seksjonert og snittene undersøkt for å avdekke mulige områder med avvik.

2 Resultater

Kabelmuffen ble sesjoner i 15 skiver, Figur 1, disse ble slipt lett og polert for videre undersøkelser visuelt og med stereolysmikroskop. Et oversiktsbilde av snittflatene er vist i Figur 2.

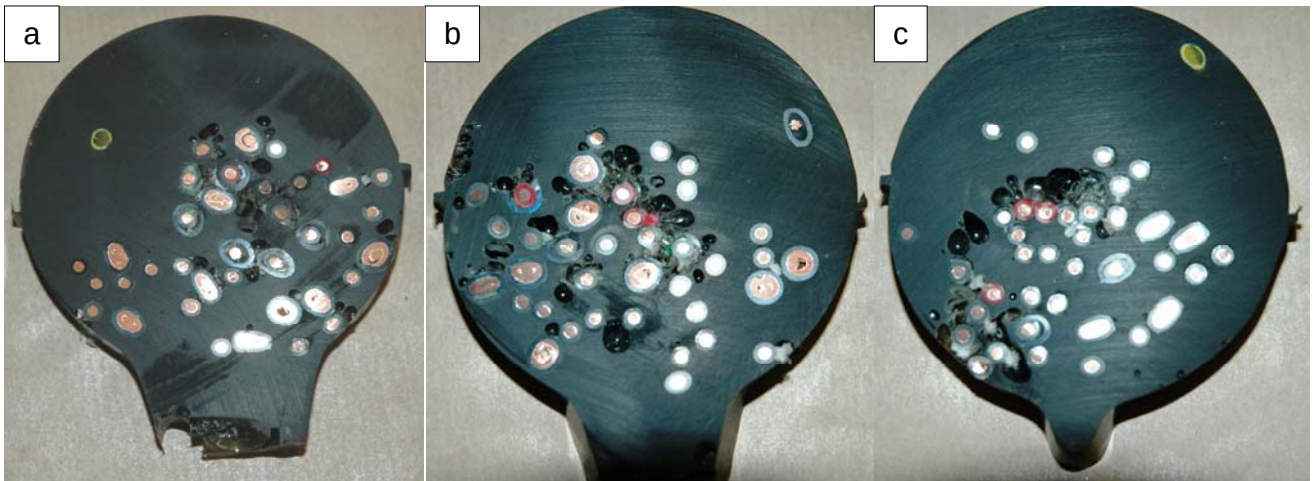


Figur 1 Oversiktsbilde av kabelmuffe etter seksjonering.



Figur 2 Oversiktsbilde av samtlige 15 snittflater gjennom kabelmuffen.

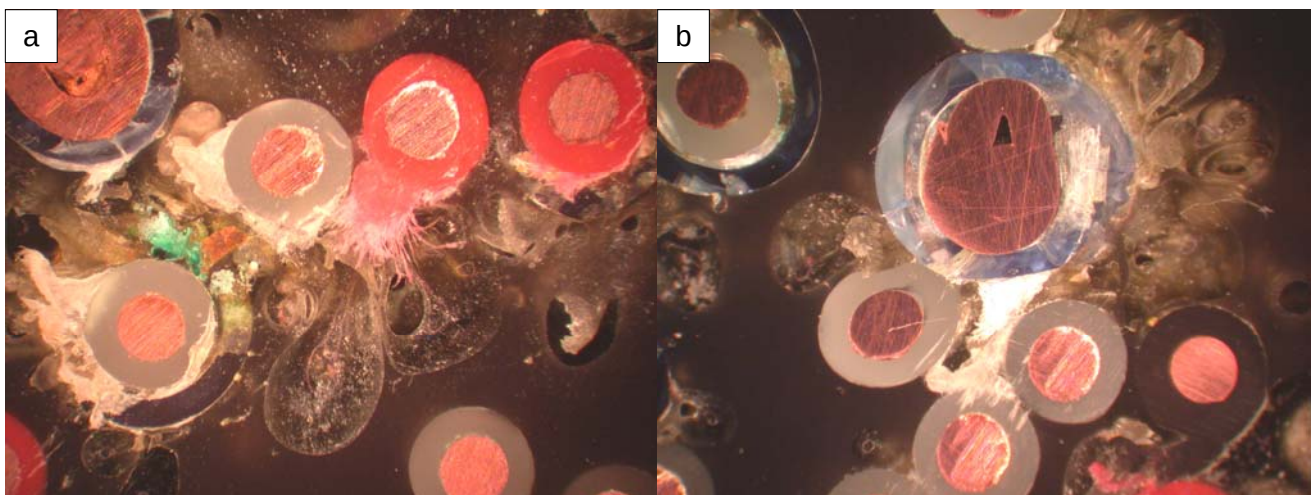
Snittflatene ble undersøkt visuelt med tanke på å avdekke avvik. Som vist i Figur 3a-c kunne det observeres betydelig porøsitet langs flere ledere.



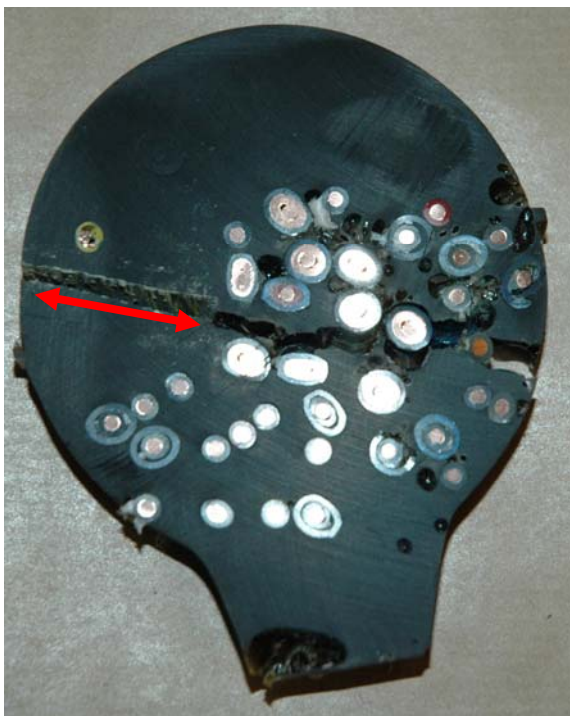
Figur 3a-c: Oversiktsbilde av tre utvalgte tverrsnitt hhv. 10, 11 og 13 i Figur 2. Bildene viser betydelig porøsitet.

De porøse områdene ble studert nærmere i stereolysmikroskop. Det fremgår av Figur 4ab at flere av lederne og klemforbindelsene ligger meget tett og med mellom liggende porøsitet.

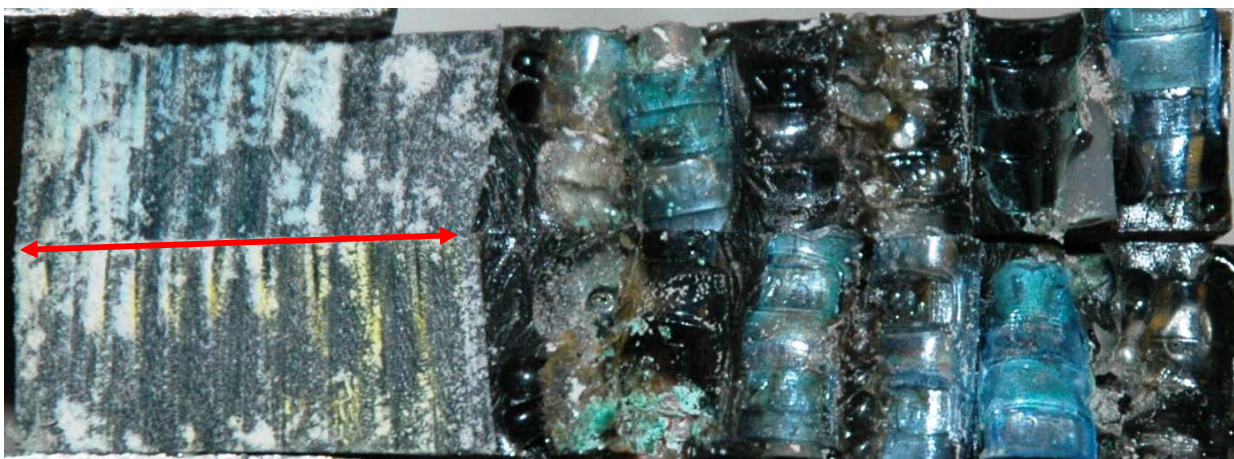
Det kunne observeres antydninger til irr på enkelte ledere, hvilket tyder på tilstedeværelse av fukt. For å få et bedre bilde av tilstanden til klemforbindelsene, ble snitt 10 i Figur 2 valgt ut for videre undersøkelser. Det ble sagt inn et snitt for bruddanvisning mot det porøse området, Figur 5, snittet ble deretter knekt og bruddflaten studert visuelt. Som det fremgår av Figur 6 kunne det observeres irrdannelse på flere ledere og klemforbindelser.



Figur 4ab Bilde av porøsitet mellom tettliggende ledere og klemforbindelser observert i stereolysmikroskop.



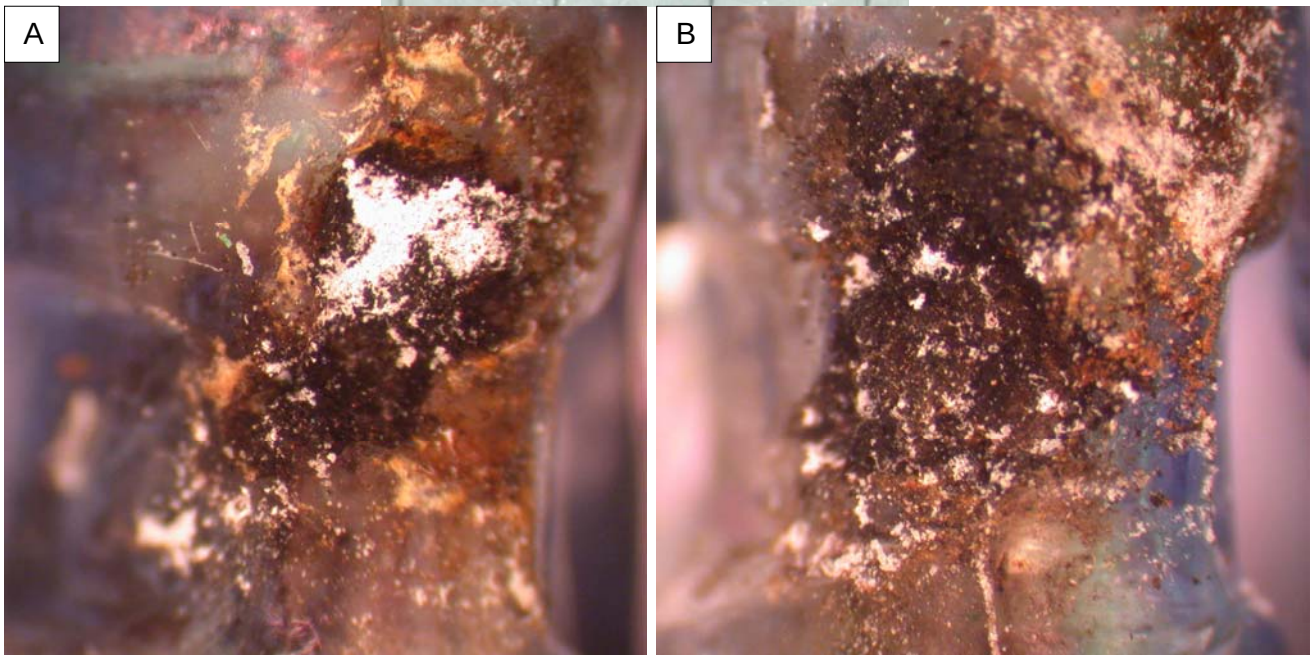
Figur 5 Oversiktsbilde av snitt nummer 10 i Figur 2 etter oppbryting. Rød pil angir snitt benyttet som bruddanviser.



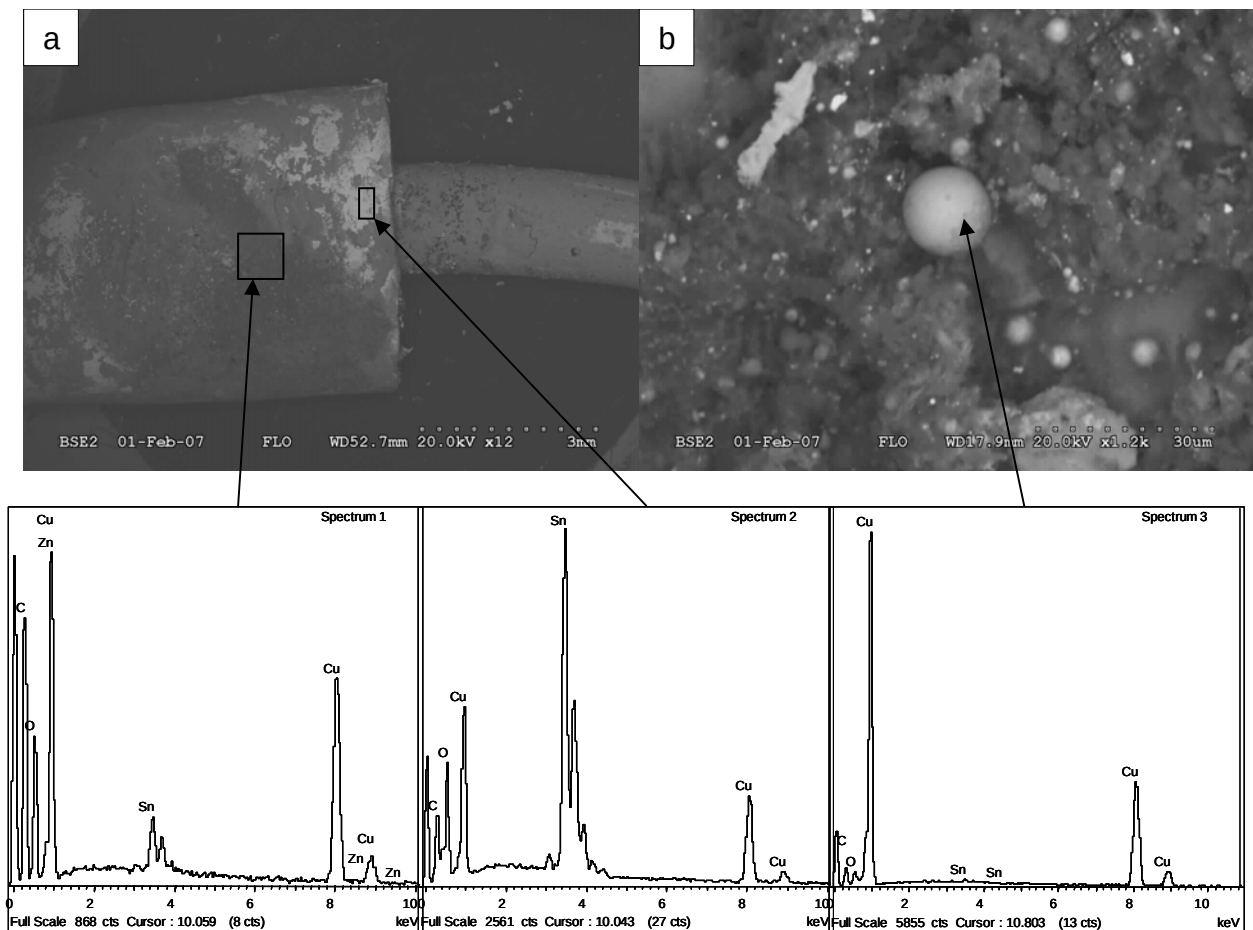
Figur 6 Bilde av snittflaten etter oppbryting av snitt vist i Figur 5. Det kan observeres betydelig irr dannelse på flere av klemforbindelsene.

For å få et bedre bilde av tilstanden til klemforbindelsene ble disse tatt ut fra bruddflaten. Det kunne da observeres tegn til kortslutning mellom to av lederne vist i Figur 7. Som bildene viser kunne det observeres tydelig tegn på forkulling av isolasjonsmaterialet.

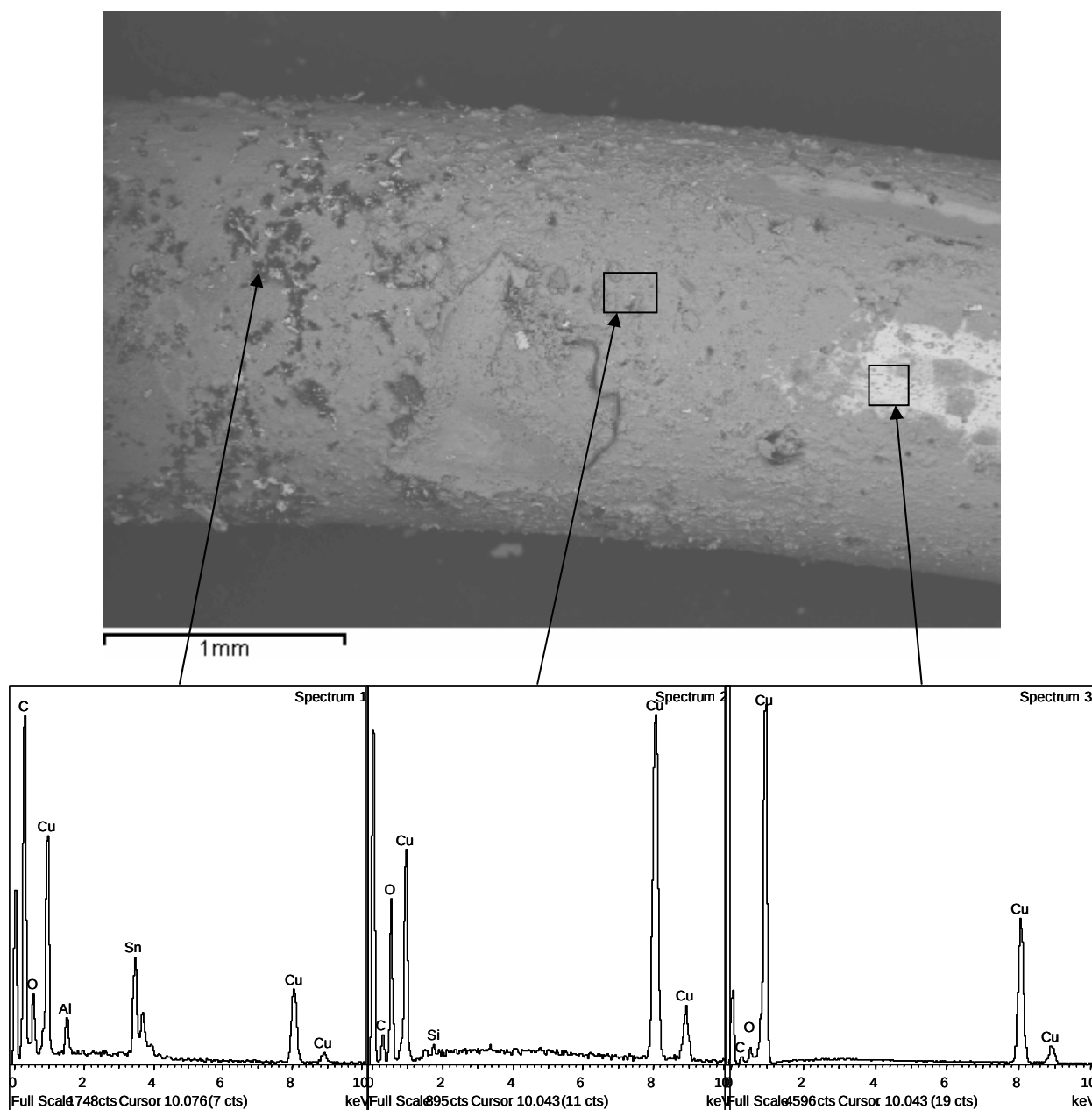
Isolasjonsmaterialet ble fjernet, og klemforbindelsen ble studert nærmere i SEM. Som det fremgår av Figur 8 kunne det observeres betydelig oksidering og tegn på smelteperler forenlig med gnister på overflaten til klemforbindelsen. Tilsvarende undersøkelser av overflaten til lederen, Figur 9, viser tydelige tegn på oksidering (irr). Karbon/sot rester i overflaten stammer trolig fra forkulling av isolasjonsmaterialet.



Figur 7 Bilde av ledere merket A og B med skader i isolasjonen forenlig med kortslutning. Bildene A og B viser skadene observert i stereolysmikroskop.



Figur 8 a: Bilde av klemforbindelse med tegn på kortslutning observert i SEM. b: Bildet viser smelteperler i overflaten observert i SEM. Spectrum 1 viser EDS spekter fra mørkt område i bilde a: og påviser kobberoksid og karbon/sot i overflaten, Spectrum 2 viser lyst område i bilde a: og påviser tinnbelegg. Spectrum 3 viser EDS spekter fra smelteperle i bilde b: og påviser kobber.



Figur 9 Bilde i SEM av overflaten til leder. Spectrum 1 viser et EDS spekter fra sorte områder i bildet og påviser karbon/sot sammen med kobber og tinn. Spectrum 2 viser et EDS spekter fra grått område i bildet og påviser kobberoksid. Spectrum 3 viser et EDS spekter fra lyst område til høyre i bildet, og påviser kobber.

3 Konklusjon

Basert på de utførte undersøkelsene konkluderes følgende:

Det kan observeres betydelig mengder porer i kabelmuffen, videre kan det observeres flere områder med liten eller ingen spredning mellom lederskjøtene. Det ble også funnet kortslutning mellom to klemforbindelser med spor etter forkulling av isolasjonsmaterialet og rester etter gnistdannelser. Flere av klemforbindelsene viste tegn på irrdannelser hvilket viser tilstedeværelse av fukt.

Det konkluderes derfor at en sannsynlig årsak til den observerte kortslutningen mellom ledere i kabelmuffen skyldes innstøpning av fukt, dette i kombinasjon med liten eller ingen avstand mellom klemforbindelsene har ført til irrdannelser og overslag.