

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: 6.12.2005
JB Rapport: 7/2005

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.

Materiell involvert:	Kraftkabler og knivbryterskap som gir kjørestrøm til T-banetogets strømskinne
Anlegg:	Strømforsyningsanlegg
Andre anlegg involvert:	System for nødfrakobling av kjørestrøm operert fra trafikkledersentralen
Banestrekning:	T-banens fellesstrekning
Spenning i kraftkablene:	750 volt
Dato og tidspunkt:	25.2.2003, kl. 15.10.39
Hendelsessted:	Kraftkabel i underbygging, østgående kjørevei ved østre ende av perrongen på Jernbanetorget T-banestasjon
Type hendelse:	Kortslutning og brann i kabel for kjørestrøm til T-banetog
Type transport:	Persontrafikk
Værforhold:	NA
Lysforhold:	NA
Driftsforhold (status på EL. System i underbygging):	Kraftkabler er lagt fra likeretterstasjonen ved T-banestasjonen og ca. 100meter frem til T-banens strømskinne for østgående spor ut fra Jernbanetorget T-bane stasjon.
Personskader:	12 personer ble kjørt til legevakst for kontroll, det ble ikke registrert fysiske skader.
Skader på materiell:	Kraftkabler og knivbryterskap
Annet personale:	Trafikkleder i trafikkledersentralen på Tøyen
Installasjonsår, kabler:	1964/1965
Informasjonskilder:	AS Oslo Sporveier, Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, Oslo Kommune Brann- og redningsetaten Utrykningsavdelingen

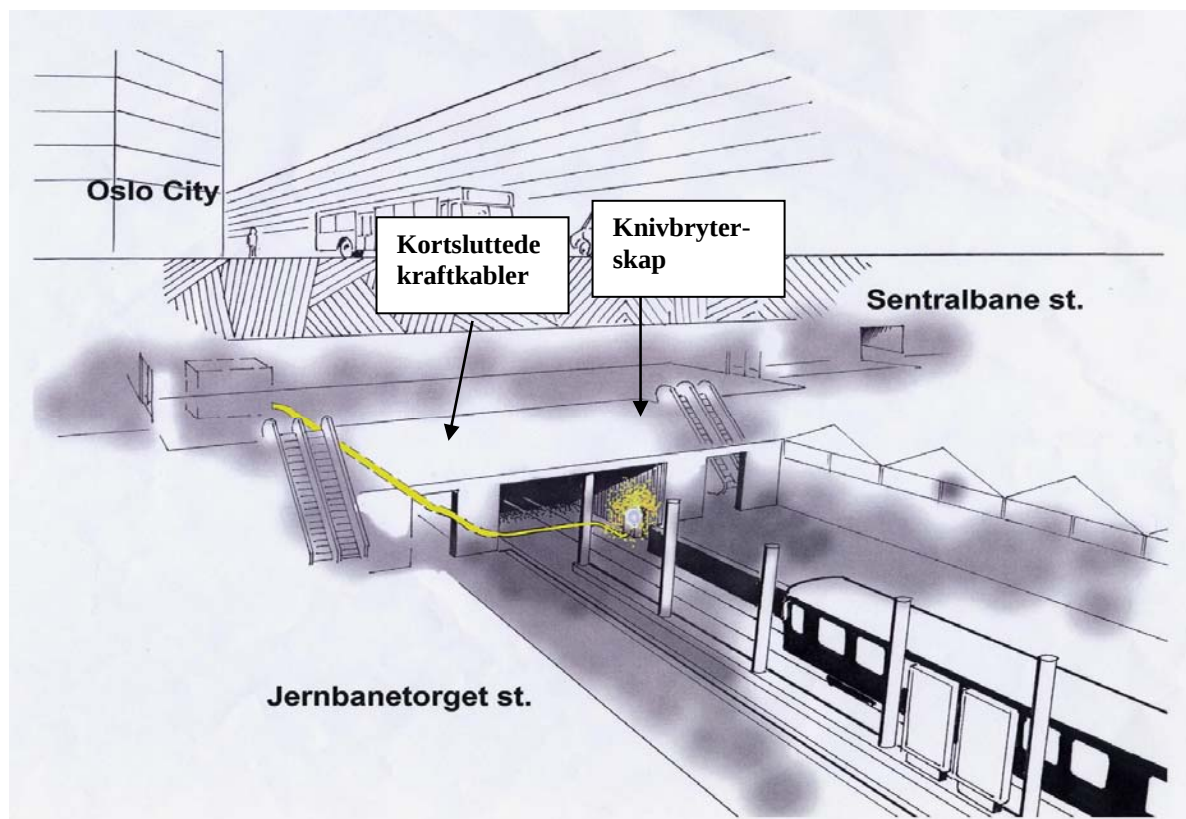


Fig. 1

FAKTISKE OPPLYSNINGER

25.2.2003 kl. 15:10:39 inntraff en kortslutning i en strømforsyningskabel til T-banens kjørestrom som forårsaket kabelbrann og røykutvikling ved Jernbanetorget T-bane stasjon. Denne alvorlige jernbanehendelsen resulterte i at T-banens tunnelsystem ble eksponert for røyk som krevde full evakuering av passasjerer i hele transportsystemets tunnelsystem. Røyken, som ble generert av kortslutningen, spredte seg fra jernbanetorget T-banestasjon mot Grønland og videre til Tøyen hvor to personer ble eksponert for røyken. I alt 12 personer ble kjørt til legevakt for kontroll. Det ble ikke registrert varige personskader.

Et lite utdrag fra avspilt taleregistrator i trafikkledersentralen danner følgende hendelsesbilde:

Kl. 15:10:39 rapporterte togfører på tog 512, som kjørte fra øst mot Stortinget til trafikkleder om sterk røyklukt og tiltagende røykutvikling fra en brann i knivbryterskap på østre ende av perrongen i østgående løp på Jernbanetorget T-banestasjon.

Kl. 15:12:18 besluttet trafikkleder å sende vektere til stedet for å undersøke. I tillegg ble tog 106 kalt opp av trafikkleder etter at toget hadde passert Jernbanetorget, men føreren hadde ikke lagt merke til noe uvanlig.

Kl. 15:13:09 ble fører på tog 512 kalt opp av trafikkleder som ba om en bekreftelse på om det var branntilløp etter plattformen på Jernbanetorget i retning Stortinget. Føreren korrigerte og sa at det var i motsatt retning.

Kl. 15:15:51 bekreftet fører av tog 404 overfor trafikkleder at det var brann i knivbryterskapet etter plattformen på Jernbanetorget mot Grønland. Samtalen avslørte at trafikkleder fortsatt misforstod posisjonen. Togføreren korrigerte, og samtidig kom vektere til stedet.

Kl. 15:16:38 ble beslutningen tatt om evakuering av stasjonen og at togene skulle passere uten å stoppe.

Kl. 15:17:34 kalte trafikkleder opp tog 512, som hadde snudd på Stortinget og returnert til Jernbanetorget. Togfører opplyste at det nå var mye mer røyk enn da han passerte i motsatt retning.

Kl. 15:18:21 stoppet trafikkleder alle tog mot Jernbanetorget ved Nationaltheatret og Grønland.

Kl. 15:20:32: Trafikkleder varslet Oslo Brann og redningsetat (OBRE) om tykk røyk og gnister fra sikringsskap på Jernbanetorget T-bane stasjon og om at stasjonen var under evakuering.

Trafikkleder hadde fortsatt misforstått posisjonen og oppga at det gjaldt før plattform mot øst.

Kl. 15:41:18 På forespørsel oppga trafikkleder at strømmen ikke var tatt pga. at brannen var oppgitt til å være i et sikringsskap (underforstått: ingen kjørestrøm). OBRE ba om strømutkobling.

For komplett sekvensielt tidsbilde av hendelsesforløp, se vedlegg 1.

Nødutkobling av T-banens kjørestrøm - Trafikale konsekvenser i gateplan

Kl. 15:21 mottok Oslo Brann- og redningsetat (OBRE) varsel fra trafikkleder med følgende ordlyd: *”Brannmelding, røyk fra el-skap, Jernbanetorget T-banestasjon, plattform øst”*.

Innsatsordren fra brannmester ved fremkomst var:

”Røykdykkere ned til plattform for observasjon – eventuelt evakuering av personer fra plattform og tog”.

Kl. 15:51:29 informerte Brannvesenet (OBRE) trafikkleder om at det kom røyk fra en kasse i tunnelåpningen og fra kabler i sporet, og ikke fra et sikringsskap på plattformen, slik som trafikkleder gikk ut i fra. OBRE måtte fortsatt spenning på strømskinnene. Trafikkleder la ut hovedeffektbryterne til Jernbanetorget og Nationaltheatrets likerettere med det formål å gjøre strømskinnene for kjørestrøm strømløse, men lyktes ikke med dette. Indikator for hovedeffektbryter på Nationaltheatret lyste fortsatt. Det som trafikkleder ikke visste var at det var feil på PO-indikeringen (Power on) på panelet i trafikkledersentralen. Dette var med å skape forvirring for trafikkleder. Med utlegging av hovedeffektbryterne ble også sporvognstrafikken på gateplanet rammet av strømstans. Alle sporvogner i gateplan rundt Jernbanetorget stanset, noe som gjorde det ufremkommelig for biltrafikken. Det er her viktig å indikere at undersøkelsen har stadfestet at det i det tekniske anlegget ikke er noen direkte sammenheng mellom hovedeffektbryter og PO-indikeringen.

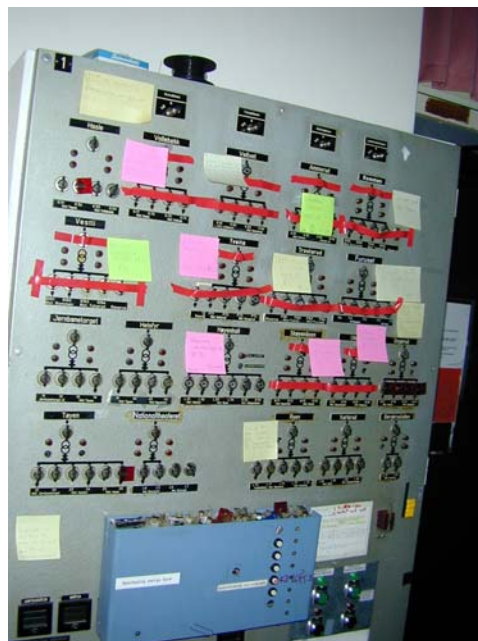


Fig. 2

Brannsted

Brannen fant sted i kraftkabler med tverrsnitt 400 mm². Disse fører 750 volt likestrøm (+strøm) fra Jernbanetorgets likeretterstasjon nede i tunnelen via knivbryterskap fram til strømskinne ute i det østgående sporet på Jernbanetorget T-banestasjon.

Undersøkelsen har avdekket at brannen ble forårsaket av en kortslutning som startet i en av kraftkablene i en utildekket bunt med 16 kabler: ca. 2 meter fra knivbryterskapet, øst av plattformen, i østre løp. Kraftkablene fra likeretterstasjon lå i en blanding av pukkstein og kabelgate

uten forskriftsmessig brannseksjonering i kabelgrøft/kulvert. Kablene var utsatt for mekanisk skade (se vedlegg 2 for bilder av kraftkablernes tilstand). Brannskadene ser ut til å ha vært små. Problemene som oppsto i tilknytning til brannen skyldtes i hovedsak røykutviklingen fra brannen i plastisolasjon (PVC) og utvikling av røykgasser.

Kortslutning og brann

Undersøkelsen har avdekket at brannen ble forårsaket av kortslutning i en kraftkabel (som ble installert ned i skinnegangens underbygging i 1964/65) som forsyner kjørestrom til T-banetogene i østre løp. Brannen var lokalisert 2m øst for knivbryterskapet på enden av plattformens østre løp på Jernbanetorget T-banestasjon. Den kortsluttede kabelen lå i en åpen bunt med 15 andre kabler oppå pukkstein ved skinnegangen. Kortslutningen mellom kraftkabelens leder og kabelskjerm hadde forplantet seg ut i tre retninger:

- 1) ca. 100 meter med 400 mm² kraftkabler mot likeretteren som forsynte østre løp med kjørestrom.
- 2) 2 meter 400 mm² kraftkabel opp mot knivbryterskapet på enden av plattformen til østre løp.
- 3) en utjevningsforbindelse (jording) 50 mm² gul/grønn kabel mellom skinnegangen ute i sporet og knivbryterskapet lå inntil kortslutningsstedet og ble dermed påført store kortslutningsstrømmer slik at den smeltet.

Det var den ene kabelen (kabel 13) til strømskinnen mot Tøyen som hadde den mest omfattende brannskaden. Undersøkelsen har avdekket at det var fuktig i bakken ved skadestedet og at de mest brannskadede kablene lå midt inne i kabeltraseen. Vel en time etter at brannen var slukket ble det observert at kjøreveiens underbygging hadde akkumulert store mengder varme i pukksteinen. Dette viser at grunnen under den ca. 100 meter kabellengden, som var kortsluttet mellom likeretteren og knivbryterskapet øst for plattformens østre løp, var varmet opp av sterke kortslutningsstrømmer som hadde pågått og utviklet seg over tid. Det ble også observert stor varmeeksponering på pukkstein i nær tilknytning til feilstedet.

Undersøkelsen har avdekket at kabelskjermen var koblet fra på minussiden. Dette kan ha forårsaket at den opprinnelige "kabelovervåkingsfunksjonen" ble fjernet for alle vern av denne type, fordi de medførte mange feilaktige frakoblinger. Overvåkingen hadde til formål å detektere eventuelle små, uheldige returstrømmer i kabelskjerm over en viss størrelse (ikke kortslutningsstrømmer). Stedet for kortslutning bærer preg av at overslagene sannsynligvis har utviklet seg over tid. Fordi kablene til dels ikke har ligget forskriftsmessig varmeisoleret, i og utenfor betongkanaler med pukk, grus og sand, har til slutt varmen fra overslaget antent kabelisolasjonen. Dette muliggjorde at flere tusen ampere kortslutningsstrøm kunne smelte kraftkablene og varme opp grunnen over tid uten at det ble oppdaget før den alvorlige jernbanehendelsen hadde utviklet seg så langt at potensielle giftige gasser fra smeltet kabelisolasjon ble avgitt.

HAVARIKOMMISJONENS VURDERINGER

Undersøkelsen har avdekket at kraftkablene over tid kan ha fått hard behandling i forbindelse med skinnegående arbeidsmaskiner som har vært i arbeid langs sporet med utskifting av skinner, oppretting og massefornyelse av underbygging osv. Kraftkablene hadde skade i isolasjonen, og kabelen på innsiden hadde begynt å korrodere. Disse skadene var synlige på kabler som lå oppe i dagen, og skulle vært forskriftsmessig forlagt og beskyttet. Undersøkelsen er blitt gjort oppmerksom på at dette forholdet har vært kjent hos AS Oslo Sporveiers driftsorganisasjon for

elkraftsystemene, men til tross for gjentatte påminnelser fra driftsorganisasjonen til ledelsen om kraftkablens reduserte kvalitet, har dette ikke blitt gitt nødvendig prioritet.

Undersøkelsen av skadestedet rettet også spesiell oppmerksomhet mot den gul/grønne 50mm² jordledningen mellom impedansen ute i sporet og knivbryterskapet. Denne jordledningen ble funnet sterkt skadet og hadde smeltet fra der den lå i berøring med de andre kablene som hadde kortsluttet. Befaring på skadestedet viste at jordledningen hadde kortsluttet fra feilsted i bakken (kabelbunten) og i hele jordledningens lengde, frem til midtuttak på impedansen i sporet. Jordledningen var ikke skadet mellom feilstedet i bakken og til koblingspunkt på knivbryterskapet. Ut i fra dette trekker SHT den konklusjon at kortslutningen i jordledningen ikke har startet i knivbryterskapet, men utgjør en følgefeil fra de andre kortsluttede kjørestrømkablene.

Undersøkelsen har avdekket at det har vært mangelfull tilsynsoppfølging av strømforsyningskablenes driftstilstand. Kablenes tilstand viste at de har vært utsatt for mekaniske skader fordi de ikke har blitt forskriftsmessig nedgravet og beskyttet. SHT stiller spørsmål ved hvordan det er mulig at både AS Oslo Sporveiers sikkerhetsorganisasjon, internkontrollsystemet, og myndighetenes tilsynsoppfølging av T-banens EL systemer i tunnelanleggene ikke har oppdaget de skader og elde som kjørestrømskablene er blitt utsatt for. Det vises her bl.a. til forskrift om systematisk helse-, miljø-, og sikkerhetsarbeid i virksomheter (internkontrollforskriften) § 5 nr. 7 som setter krav om at virksomheten iverksetter rutiner for å avdekke, rette opp og forebygge overtredelse av krav satt i eller i medhold av helse-, miljø- og sikkerhetslovgivingen. Dette skal dokumenteres skriftlig. Videre ser undersøkelsen behov for at AS Oslo Sporveiers sikkerhetsorganisasjon har et oppfølgingssystem for driftsstatus på sikkerhetskritiske EL-installasjoner i tunnelanlegg slik at denne type forhold oppdages i tide og gis prioritert oppfølging.

Dimensjonering av mating av kjørestrøm

AS Oslo Sporveiers likeretterstasjoner mater kjørestrøm ca. hver 2. km langs skinnegangen. I tunnelens fellesstrekning under Oslo sentrum er avstanden noe mindre. Det er dobbeltsidig mating av T-banenettet, dvs. at to linjebrytere fra to forskjellige likeretterstasjoner mater inn på samme strekning. Normal drift tilsier at kun ett T-banetog starter "fra hver likeretter" ad gangen. Ved opphoping av tog vil det være noe avvik fra dette, men da vil pådraget i hvert enkelt tog være svært begrenset. For øvrig sørger tosidig innmating for at to tog på samme strekning vil trekke strøm fra to forskjellige likeretterstasjoner.

Undersøkelsen har ikke funnet forhold som tilsier at kraftkablene er blitt overbelastet av denne årsaken.

Manglende kabelovervåkingsfunksjon

Det var opprinnelig installert en kabelovervåkingsfunksjon ved kraftkablens utgang fra likeretterstasjonen på Jernbanetorget for forsyning av kjørestrøm til østgående spors strømskinne. Dette var også markert/angitt på tegningen over elektriske kretser i likeretteranlegget. Undersøkelsen har avdekket at kabelovervåkingsfunksjon var fjernet uten at andre kompensierende sikkerhetstiltak var iverksatt. AS Oslo Sporveier opplyser at det samme ble funnet i andre likeretterstasjoner. SHT er blitt opplyst om at kabelovervåkingsfunksjonen ble fjernet fordi den valgte løsningen ga relativt hyppige driftsforstyrrelser i samkjøring med andre likeretterstasjoner.

Manglende overstrømsvern

Denne kortslutningen i T-banens kjørestømsforsyning har muliggjort at flere tusen ampere kortslutningsstrøm har smeltet kraftkablene og varmet opp grunnen over tid. Omfanget av dette hendelsesforløpet har vist at det elektriske forsyningsanlegget av kjørestøm ikke har vært beskyttet av et overstrømsvern som skulle forhindre at en slik kortslutning fikk utvikle seg til produksjon av giftige røykgasser som under litt endrede omstendigheter lett kunne ha satt T-banens passasjerer i fare. Undersøkelsen har avdekket at dette elektriske forsyningsanlegget i Tunnelbanen ikke hadde en utførelse som tilfredstilte § 2-3 Etablering av barriere mot alvorlige konsekvenser av enkeltfeil, jf. forskrift 4. desember 2001 nr. 1334 om krav til jernbane, herunder sporvei, tunnelbane og forstadsbane m.m. (kravforskriften).

Forskriftskrav

Undersøkelsen har vurdert hvilke lover og forskriftskrav til trafikkssikkerhet som danner rammebetingelsene for sikker T-banetrafikk i tunnelanlegg. Dette har avdekket at det ikke er samsvar mellom:

- a) de sikkerhetskrav som er gitt i forskriftene for elektriske anlegg som anvendes i tunnelanlegg der transportsystemer transporterer tusenvis av reisende
- og
- b) det risikopotensialet en feil med medfølgende brann og røyk i tunneler måtte representere

Undersøkelsen har avdekket at både forskriftsverket og AS Oslo Sporveier ikke har differensiert mellom sikkerhetskravene til elektrisk utstyr i tunnelanleggene og elektriske anlegg ute i dagen. Dette har forårsaket at det ovennevnte manglende samsvaret har utsatt T-banens passasjerer for unødige risiko uten at AS Oslo Sporveier har identifisert den risiko dette representerer og tatt nødvendig sikkerhetsmessig høyde for dette.

Av de forskrifter som retter seg mot passasjerenes sikkerhet er det spesielt følgende forskrifter som er relevante for denne undersøkelsen:

1. Forskrifter for Elektrisk Anlegg – Forsyningsanlegg

Anlegget må betraktes som et forsyningsanlegg for drift av T-banen. I den sammenheng er det Forskrifter for Elektrisk Anlegg – Forsyningsanlegg (FEA - F) som gjelder. Da anlegget ble igangsatt på midten av 1960 tallet gjaldt Forskrifter for elektriske anlegg av 5. desember 1963, for utførelse av anlegget. I forskriftens § 21 ble det stilt krav om at det ved bruk av elektriske anlegg og apparater skal vises aktsomhet, slik at det ikke oppstår fare for liv eller eiendom.

Med utgangspunkt i dagens forskrifter finner SHT grunn til å peke spesielt på §§ 7 og 26 i FEA – F. FEA – F § 7 peker på eier/brukers ansvar, blant annet at det ved bruk av elektriske anlegg skal vises aktsomhet, slik at det ikke oppstår fare for liv og eiendom. FEA – F § 26 som omhandler stasjoner i fjell og under dagen, peker i pkt 6 på at kabler skal være forlagt slik at de er beskyttet mot skade fra brann og trykkpåkjenninger m.v. Undersøkelsen viser at dette kravet ikke var overholdt i og med at samtlige av kablene i bunten var blitt skadet. I dagens FEA-F §91, generelle bestemmelser er det gitt ulike krav til kablene. Her er det bl.a. krav til at kablene skal være egnet for ”bruk under de foreliggende driftsforhold”. Kablene skal være dimensjonert for den normalt største driftsstrøm som

kan forekomme slik at de ikke kan anta en temperatur som er skadelig for kablene selv eller omgivelsene. Videre skal kablene ved kortslutning ikke utsettes for større termiske påkjenninger enn det de er godkjent for. Der hvor lavspenningskabler er spesielt utsatt for mekanisk eller termiske skader eller korrosjon, skal de på passende måte beskyttes mot dette.

Det er videre krav i FEA – F § 52 om at ledninger skal være dimensjonert for å tåle den største forekomst av kortslutningsstrøm inntil utkobling finner sted. Undersøkelsen har avdekket at kablene ikke har tålt den kortslutningen som oppsto på stedet. Dette har også en nær sammenheng med forankoblet vern og innstillingen av disse.

Forskrift gitt i medhold av lov av 14. juni 2002 nr. 20 om vern mot brann, eksplosjon og ulykker med farlig stoff og om brannvesenets redningsoppgaver (brann- og eksplosjonsvernloven) og lov av 24. mai 1929 nr. 4 om tilsyn med elektriske anlegg og elektrisk utstyr (tilsynsloven) retter seg ikke bare mot de ansattes sikkerhet, men også mot allmennhetens sikkerhet.

Forskrift om sikkerhet ved arbeid i og drift av lavspenningsanlegg regulerer også enkelte forhold i den situasjonen som oppstod.

Basert på ovenstående, er SHT av den oppfatning at eier og bruker av dette elektriske anlegget, både ut i fra tidligere gjeldende- og någjeldende forskrift, har plikt til å påse at anleggene under drift ikke fører til fare for liv og eiendom. Brannen i kablene indikerer at EL-forskriftens krav til sikkerhet ikke var tilstrekkelig oppfylt.

2. Forskrift av 2001-12-04 nr. 1334 om krav til jernbane, herunder sporvei, tunnelbane og forstadsbane m.m. (kravforskriften)

§ 3-1. Krav om sikkerhetsstyring og system for sikkerhetsstyring

Den som driver jernbanevirksomhet skal sørge for at det utøves sikkerhetsstyring i virksomheten og at det etableres et system for sikkerhetsstyring. Systemets omfang, innhold og dokumentasjon skal være tilpasset virksomhetens behov og den aktivitet som drives.

§ 5-1. Krav om å gjennomføre analyser og etablere oppfølgingssystem

Den som driver jernbanevirksomhet skal planlegge og gjennomføre analyser som er nødvendig for å identifisere forhold som kan føre til tap av menneskeliv eller alvorlig personskade.

Det skal etableres og vedlikeholdes et dokumentert oppfølgingssystem som viser hvordan virksomheten sikrer at formålet med analysene og resultatene av disse blir ivaretatt.

3. Helse-, miljø- og sikkerhetslovgivningen

Denne lovgivningen retter seg i hovedsak mot sikring av arbeidstakere i deres arbeidsforhold. I denne sammenheng hvor feil har oppstått i et elektrisk forsyningsanlegg dekker denne lovgivingen også de forhold hvor slike feil kan forårsake at tredjemann (f.eks. T-banens passasjerer) blir eksponert med fare i form av farlig røykutvikling.

Undersøkelsen har avdekket at de risikoforhold som denne kortslutning representerer i tunnelanleggene ikke var ivaretatt forskriftsmessig på en styrt, planlagt og organisert måte. Videre var det ikke iverksatt den oppfølging og det tilsyn som forskriftene krever.

Dette har bl.a. medført at det elektriske anlegget over tid har fått en sikkerhetsmessig driftsstatus med svakheter/mangler som kan sette passasjerers liv og helse i fare.

Misforståelser og vanskeligheter med nødutkobling av T-banens kjørestrøm

Nødutkobling av kjørestrøm for T-banetogene er en sikkerhetskritisk funksjon tilrettelagt bl.a. for raskt å kunne koble i fra kjørestrømmen i de tilfeller der liv blir satt i fare eller redusere skadeomfang etter at en hendelse eller ulykke har forekommet. Det er derfor av største betydning at T-baneanleggets seksjonering av forsyning av kjørestrøm er merket slik at nødutkobling kan utføres raskt og uten misforståelse. Trafikkleder mottok den første melding om røykutvikling kl. 15:10:39. Da Oslo Brann- og redningsetat ankom Jernbanetorget (kl. 15.41.18), måtte de forsikre at kjørestrømmen var utkoblet/jordet. På forespørsel oppga trafikkleder at strømmen ikke var utkoblet pga. at brannen var oppgitt til å være i et sikringsskap (underforstått: ingen kjørestrøm). OBRE ba om strømutkobling. Målinger viste at strømskinnene hadde full kjørespennning selv om trafikkleder forsikret gjentatte ganger at det var strømløst. Trafikkleder klarte ikke å få lagt ut strømmen. Det måtte tilkalles teknisk personell for å få lagt ut strømmen, og det ble gjort kl. 16.51:10.

Oslo Sporveiers interne undersøkelse har brakt klarhet i hvordan dette teknisk og funksjonelt kunne være mulig. Det er ført kabler fra alle fire linjebrytere ut fra Jernbanetorgets likeretter til knivbryterskapet. Likeretterstasjonen ved Jernbanetorget forsynte T-banens linjenett med kjørestrøm gjennom disse linjebryterne. De mater strøm til hvert sitt spor mot Nationaltheatret likeretter, og de to andre tilsvarende mot Tøyen likeretter. Da det oppsto kortslutning og brann, utviklet dette seg til overslag mellom disse kraftkablene slik at kablene fra alle åtte linjebrytere ble involvert. Dvs. at brannen ble vedlikeholdt av linjebrytere fra Tøyen likeretter stasjon. Kortslutningen som medførte "sammensmelting" av kabler forårsaket at det ikke var mulig for trafikkleder å slå av kjørestrømmen når han la ut likerettere for Jernbanetorget og Nationaltheatret. Tøyen likeretter fortsatte å mate kjørestrøm helt til Nationaltheatret.

Da trafikkleder ikke fikk lagt ut strømmen etter gjentatte forsøk, valgte han å ta i bruk hovedeffektbryterne. Resultatet ble at strømmen forble innkoblet på strømskinnene, mens kjørestrømmen til sporvognene på gateplan ble avslått. Dette førte til at alle trikker og biltrafikk som følge av dette stoppet opp i de gatene som ble berørt rundt Jernbanetorget. SHT bemerker at dette kunne ha medført større konsekvenser dersom nødetatenes biler ikke allerede hadde ankommet skadestedet. Det skulle vært foretatt strømutkobling ved å legge ut linjebryterne på naboanleggene også, ikke bare linjebryterne til Jernbanetorget. Da ville mating av kjørestrøm til Jernbanetorget strømskinner ha opphørt. Selv om dette er inkludert i trafikklederes opplæring, er det ikke å forvente at trafikkleder skal kunne ha strømforsyningens linjefordelingsdiagram og funksjonalitet på netthinnen når en alvorlig nødssituasjon oppstår.

Undersøkelsen har avdekket at det er bestemmende for ulykkesutfallet at trafikkleder er gitt de rette forutsetninger til å reagere og lede feilkritiske situasjoner ved elektrofeil. Dette kan sammenlignes med tilsvarende situasjoner på en driftssentral tilknyttet elforsyningen. Der sitter det utelukkende elektrofagfolk som til enhver tid kan håndtere de ulike hendelsene og foreta nødvendige utkoblinger. Undersøkelsen har avdekket at det ikke kan forventes at trafikkleder skal kunne inneha en slik rolle. Trafikkleder skal i slike situasjoner som denne ulykken representerte, håndtere et stort menneskelig logistikkarbeid og samtidig samarbeide med nødetatene.

SHT etterspør derfor hvilke forutsetninger som er gitt for at trafikkleder i en slik nødsituasjon også skal kunne identifisere feil i elkraftforsyningen og iverksette riktig isolering av de rette strømførende seksjoner langs et kjørestrømsanlegg som har så mange forsyningssteder. En ville forventet at ansvarlig elektroteknisk driftsleder eller annet kvalifisert personell umiddelbart ved indikasjon på elektrisk feil/røykutvikling, tilkalles og overtar alle koblingsmessige funksjoner. Da det tok 1 time og 41 minutter fra mottak av første melding til kjørestrømmen på ulykkesstedet ble frakoblet, påkaller dette en total gjennomgang av prosedyrer og utstyr/installasjoner for å

nødfrakoble strømforsyningskildene i tunnelanleggene samt av det håndteringsmessige samspillet mellom trafikklederfunksjonen og elektrotekniske fagspesialister dedikert for denne oppgaven.

SHT er kjent med at nødetatene tidligere har vært utsatt for farlige situasjoner fordi det er foretatt nødutkobling av feil seksjon av kjørestrøm fordi stedsangivelsen ble misforstått. SHT er gjort kjent med at AS Oslo Sporveier og Oslo kommune Brann- og redningsetaten de siste 2 årene har praktisert en avtale hvor Brannvesenets operative brigadesjef reiser til T-banens trafikkledersentral i den hensikt å bedre kommunikasjonen mellom trafikkleder og brannvesenets innsatsmannskaper på skadestedet. Denne ordningen har begge parter gode erfaringer med.

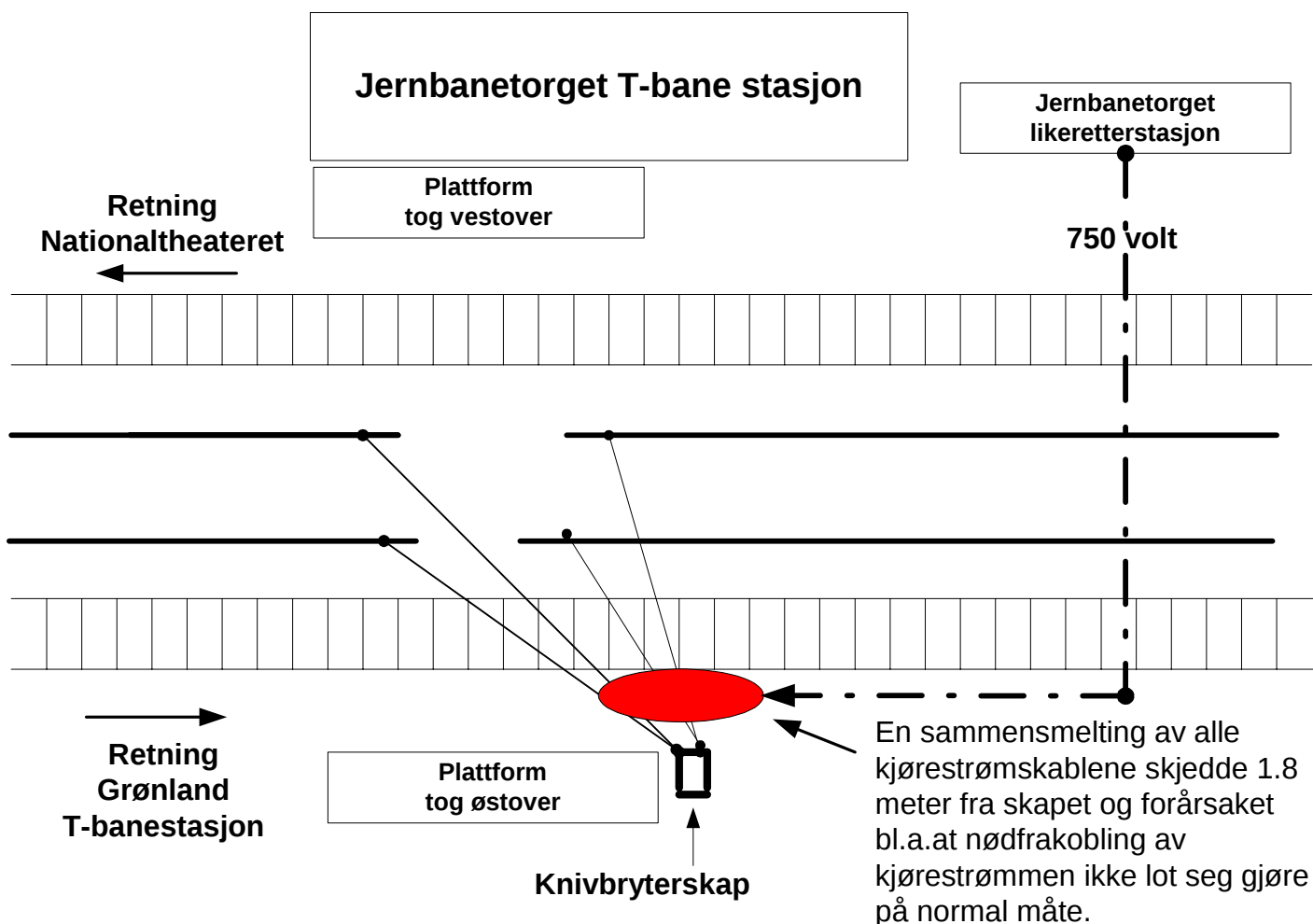


Fig. 3 Oversiktstegning over fordeling av kjørestrøm ved Jernbanetorget

Trafikkleders sikkerhetsrolle

Trafikkleder har gjennom sin funksjon oversikt over alle togbevegelser, signalstatus for togfremføring, utkoblingsmulighet av kjørestrøm til T-banesystemet, varsling til nødetater og administrasjon av alle beredskapsoperasjoner for bl.a. å bringe kjørende personell og passasjerer ut av tunnelanleggene i sikkerhet. T-banetransportsystemet er ikke tilrettelagt slik at trafikkleder blir

varslet om tekniske eller elkraftsforsyningsmessige feil eller driftsforhold som kan sette passasjerer i unødig fare. I dette tilfellet hadde trafikkleder ingen informasjon om kortslutningen i kjørestrømsforsyningen før togfører på tog 512 varslet om røyklukt. Trafikkleder hadde kun radio- og telefonkontakt med Jernbanetorgets T-banestasjon og nabostasjonene. Tidligere kunne trafikkleder ta inn bilder fra kameraer på stasjonene, men på grunn av hærverk er ikke dette lenger mulig på Jernbanetorget.

Det er trafikkleder som avgjør om T-banetog skal kunne kjøre ned i tunnelsystemet dersom det skulle forekomme elektriske feil på togene. Trafikkleder avgjør også om fremføring av T-banetog skal opprettholdes eller om de skal stoppes/kjøres ut av tunnelsystemet ved f. eks. røykutvikling inne i tunnelene.

Til tross for at trafikkleder hadde mottatt rapport fra flere togførere om røyklukt og at røykutvikling og brann var under utvikling, har undersøkelsen funnet at det tok 40 minutter før trafikkleder hadde eksakt posisjon, spor og trafikkretning relatert til hendelsesstedet. Undersøkelsen vurderer dette som alvorlig, sett i lys av den flerfunksjonelle sikkerhetsrollen som trafikkleder har. Ved en alvorlig hendelse som denne eller ved en alvorlig ulykke i tunnelsystemet, er trafikkladers funksjon for en stor del bestemmende for hvor tidlig og effektivt konsekvensreducerende tiltak kan iverksettes.

Tidlig oppfattelse av problemet:

- hvilken vei røyken spres
- hvilke seksjoner av linjenettet som umiddelbart må gjøres strømløse
- hvilke linjedeler som må være strømsatt for å kunne kjøre T-banetog (evakuere passasjerer) raskt ut av tunnelsystemet

er eksempler på kompliserte beredskapsoperasjoner som skal utføres. Samtidig skal ledelse av improviserte logistikkoperasjoner hvor mennesker redde ut fra røykfulle, mørke tunneler, delvis spenningssatte strømskinner og kortsluttede kjørestrømskabler utføres. Disse oppgavene krever eksakte opplysninger og at riktige avgjørelser tas samtidig med at nødetatene veiledes til riktig innsatssted for evakuering av passasjerer. For å kunne utføre dette på en tilfredsstillende måte, kreves det et tilrettelagt system, opplæring og hyppige, realistiske simuleringer/øvelser.

Sett i relasjon til trafikkladers sikkerhetskritiske funksjon ved alvorlige jernbanehendelser og ulykker i tunnelsystemet, stiller SHT spørsmål ved om Sporveienes evne til raskt og effektivt å håndtere en slik beredskapsoppgave, står i forhold til den reelle ulykkesrisiko.

Analyse av strømforsynings- og jordingskabelen

SHT sendte en prøve av 400 mm² kraftkabler og en prøve av 50 mm² gul/grønn jordingskabel til Norges Branntekniske Laboratorium AS for analyse av avgitt røyktetthet og giftighet, begge av samme type som kortsluttet ved Jernbanetorgets T-banestasjon.

Det eksisterer ingen kriterier for mengde røykproduksjon og avgitte gasser for kabler som benyttes i T-banetunneler. IMO FTPC Part 2 benyttes imidlertid ved analyse av testresultater til klassifisering av overflater, gulv- og dekkbelegg samt elektriske kabler og plastrør for bruk om bord i skip.

Prøveresultatene viser at den 400 mm² kraftkabelen, som forsyner kjørestrøm, ikke tilfredsstillende kriteriene i IMO FTPC Part 2 (se vedlegg 4 for rapport fra testing av kablene) med hensyn på røykproduksjon og (lav) konsentrasjon av giftige røykgasser.

Til tross for at det ikke ble gjennomført komplett prøving av den 50 mm² gul/grønne jordingskabelen, viser resultatene at den etter all sannsynlighet heller ikke tilfredsstillende kriteriene til elektriske kabler med henblikk på (lav) røykproduksjon og (lav) konsentrasjon av giftige røykgasser, i henhold til IMO FTPC Part 2.

Røykproduksjonen og avgivelse av saltsyregass var høyere enn ovennevnte kriterier for begge kabeltypene (se vedlegg 4 for analyse av strømforsynings- og jordingskablene).

Sikkerhetsstyringssystemet

Undersøkelsen har avdekket at AS Oslo Sporveier sikkerhetsmessig ikke har rangert EL-systemene i tunnelanleggene som mer kritiske enn anlegg ute i dagen. De har derfor ikke prioritert sikkerhetsmessig tilsyn og oppfølging av forhold som potensielt kan lede til kortslutninger, røykutviklinger og brann i tunnelanleggene, høyere enn anlegg ute i dagen. Ut i fra en samlet vurdering fra undersøkelsen, med spesiell fokus på de sikkerhetsmessige forebyggende og tilsynsmessige aktivitetene som burde vært utført, er følgende tre funn fremtredende:

- 1) Det ser ikke ut til å være samsvar mellom:
 - det risikopotensialet som ligger i tunnelanleggets 750 volt tilførselskabler for kjørestrom som er dekket av isolasjon som ved brann avgir giftige røykgasser og
 - den prioritet for sikkerhetsmessig oppfølging og iverksetting av ulykkesforebyggende tiltak som er avdekket i denne undersøkelsen.
- 2) Det er ikke gjennomført tilsynsbefaring av Direktoratet for brann- og elsikkerhet (nå Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap) relatert til Jernbanetorget og strømforsyningsanleggene i tunnelanleggene de tre siste årene før denne alvorlige jernbanehendelsen.
- 3) Kravforskriften for jernbanevirksomhet stiller særskilte krav til at det etableres et sikkerhetsstyringssystem slik at identifikasjon, håndtering og kontroll av risikoforhold skal bli administrert på en systematisk og dokumenterbar måte. Undersøkelsen har avdekket at AS Oslo Sporveier ikke hadde:
 - et sikkerhetsstyringssystem som ivaretok de risikoforhold som EL-kraftsystemet i tunnelanlegget representerte.
 - iverksatt kompenserende sikkerhetstiltak for at kraftkablene for kjørestrom ikke har kablevern og det faktum at de avgir saltsyregasser med konsentrasjoner over det som anses sikkerhetsmessig forsvarlig ved overoppheting.

KONKLUSJON

Undersøkelsen som er utført, viser at T-banens tunnelbanesystem sikkerhetsmessig er svært sårbar dersom det oppstår feil i strømforsyningsanlegget, spesielt når det gjelder feil som i verste fall kan

resultere i at passasjerer eksponeres for giftig røykutvikling og brann. Undersøkelsen har avdekket en rekke årsaksfaktorer til røyk- og brannutviklingen i denne alvorlige jernbanehendelsen, samt faktorer som begrenset beredskapstiltakenes mulighet for å redusere skadeomfanget.

SHT er gjort kjent med at AS Oslo T-banedrift allerede rett etter ulykken igangsatte en rekke sikkerhetsmessige tiltak for å rette på forhold som har fremkommet i undersøkelsen.

Utløsende årsaksfaktorer:

1) Kortslutning i kabler som leverer kjørestrøm

Det oppsto kortslutning i kjørestrømsforsyningskablene mellom 750 volt leder og kabelens kabelskjerm på grunn av at kraftkablene ikke var forskriftsmessig forlagt. Dette forårsaket at kraftkablene hadde blitt påført skader på isolasjonen over tid.

2) Manglende sikkerhetsinnretning

Undersøkelsen har avdekket at kabelskjermen var koblet fra på minussiden. Dette kan ha forårsaket at den opprinnelige ”kabelovervåkingsfunksjonen” ble fjernet for alle vern av denne type, fordi de medførte mange feilaktige frakoblinger. Overvåkingen hadde til formål å detektere eventuelle små, uheldige returstrømmer i kabelskjerm over en viss størrelse (ikke kortslutningsstrømmer). Kraftkablene i tunnelsystemet hadde ikke beskyttende sikkerhetsinnretninger (som f. eks. overstrømsvern) for å forhindre farlige konsekvenser for T-banepassasjerene i tunnelsystemet ved kortslutning i kraftkablene.

3) Kabler med isolasjon som avgir giftige gasser ved overoppheting

Undersøkelsen har avdekket at de kraftkablene og jordingskablene som kortslettet hadde isolasjon som avgir saltsyregasser med verdier som ligger over hva som anses sikkerhetsmessig forsvarlig.

4) Feil forlegning av kraftkabler

Undersøkelsen har avdekket at kraftkablene som forsyner T-banetogene med kjørestrøm ikke var forskriftsmessig forlagt i kabelgater med brannseksjonering i kabelgrøft/kulvert (slik at brann i en kabel ikke ødelegger de andre). Kablene var delvis tildekket og store deler var utsatt for mekanisk slitasje på grunn av rystelser i underbyggingen ved passering av T-bane tog.

Bakenforliggende årsaksfaktorer:

5) Mangelfullt tilsyn med kablenes driftstilstand i tunnelsystemet

SHT stiller spørsmål ved hvordan det er mulig at de ikke-nedgravde og skadede kraftkablene er blitt oversett av AS Oslo Sporveiers egne inspeksjoner. Bedriftens internkontrollsystem, som er etablert for å forsikre at bl.a. strømforsyningsanlegget er i henhold til forskriftene, manglet for øvrig tilsynsplaner relatert til dette strømforsyningsanlegget. Videre stiller SHT spørsmål ved at myndighetene har utført flere tilsyn med T-banens EL systemer i tunnelanleggene samtidig som EL anlegget manglet kabelvern og kvalitetsmessig var blitt redusert til en tilstand som fremkalte sikkerhetsfarlige feil. Undersøkelsen har avdekket at det ikke har vært utført myndighetstilsyn på strømforsyningsanleggene de siste 3 årene før denne alvorlige jernbanehendelsen.

6) Manglende sikkerhetsstyringssystem for oppfølging av EL-kraftsystemene i tunnelanleggene

Undersøkelsen har avdekket at risikoen som strømforsyningskablene i tunnelanleggene representerte, var fanget opp av bedriftens internkontrollsystem som var del av bedriftens HMS

system hva angår den fare som de ansatte utsatte seg for ved arbeid på strømforsyningsanlegget. Derimot var ikke den risiko som feil og kortslutning på det samme anlegget kunne representere for passasjerene kartlagt.

Forskriftsregime for Helse, Miljø og sikkerhet (HMS) er etablert for å ivareta de ansattes sikkerhet på arbeidsplassen. Derimot dekker ikke HMS forskriftene sikkerheten til transportsystemet som frakter tusener av passasjerer gjennom tunnelanleggene hver dag. Jernbaneloven med forskrifter setter spesielle krav til sikkerhetsstyringssystemer og planmessig oppfølging av de risikoforhold virksomheten representerer for passasjerer og tredjemann. SHT setter spørsmål ved den sikkerhetsmessige driftstilstand til strømforsyningssystemene, og basert på dette, den prioritet som ble gitt av AS Oslo Sporveier og Jernbanetilsynet hva angår den sikkerhetsmessige oppfølging av disse anleggene. Et sikkerhetsstyringssystem i henhold til kravforskriftens krav ville kunne bidratt til at den sikkerhetsmessige oppmerksomheten hadde blitt etablert og vedlikeholdt.

7) Manglende sikkerhetskrav i forskrifter

Aktuelle lov og forskrifts krav er generiske og detaljerer ikke sikkerhetskrav som er nødvendig for å kunne transportere passasjerer sikkert gjennom et tunnelanlegg. Operatøren til transportsystemet som innehar driftstillatelse fra myndighetene, er forpliktet gjennom bl.a. kravforskriften til jernbane å identifisere de potensielle risikoforhold som transportsystemet måtte representere og spesifisere de ekstra sikkerhetskrav som måtte være nødvendige for at transportsystemet skal være sikkert for de reisende.

Undersøkelsen har avdekket at både lover og forskriftsverket, samt AS Oslo Sporveier ikke har differensiert mellom sikkerhetskravene til elektrisk utstyr i tunnelanleggene og elektriske anlegg ute i dagen. Undersøkelsen har stadfestet at dette utgjør en sentral bakenforliggende årsaksfaktor til denne ulykken.

8) Misvisende kommunikasjon og manglende klare (og utvetydige) stedsangivelser i tunnelanleggene

Undersøkelsen har avdekket at det i hendelsesforløpet var flere misforståelser i kommunikasjonen mellom togførere og trafikkleder ved varsling av røykutvikling på Jernbanetorget T-banestasjon. Undersøkelsen har også avdekket at det tok 40 minutter før trafikkleder forstod eksakt posisjon av hendelsesstedet pga manglende stedsreferanse ved rapportering fra fører for angivelse av brannsted. Tunnelsystemet mangler godt merkede referanseposisjoner som:

1. lett kan leses av togfører slik at sikker stedsangivelse raskt kan gis.
2. fra dagen og ned i tunnelsystemet raskt kan veilede nødetatene til den eksakte stedsreferansen.

SHT mener at nedkorting av tiden fra en alvorlig hendelse/ulykke i tunnelanleggene inntreffer til tiltak på skadestedet kan iverksettes, er av stor betydning for å redusere skadeomfanget. Dersom trafikkleder (umiddelbart) ved første varsel hadde oppfattet alvorlighetsgrad og riktig stedangivelse, slik at involverte strømforsyningskabler tidlig hadde blitt lagt strømløst, kunne det skadeomfanget (produksjon av giftig røyk fra kortslutningen) blitt redusert.

Undersøkelsen har avdekket at det på den strekningen kjørestrømsledningen var lagt fra likeretterstasjonen på Jernbanetorget T-banestasjon og frem til knivbryterskapet på østre linje på samme stasjon, var det tydelige spor etter flere gamle (ikke utbedrede) kortslutninger som hadde oppstått.

SHT har blitt gjort kjent med at Oslo Sporveier T-bane drift i ettertid har utført vesentlige forbedringer i kabellegging og fornyet system for nødfrakobling av kjørestrøm. Det har blitt installert en rød nødtelefon med linje til Oslo brann- og redningsetat. Videre er det gjennomført en gjennomgang av rutiner med nødetatene, installert nytt betjeningspanel for kjørestrømsbrytere, termografering av de strømførende kablene i og ved skinnegangen i tunnelanleggene, oppgradering av anleggstegninger m.m.

SIKKERHETSTILRÅDINGER

Samferdselsdepartementet besørger at sikkerhetstilråkningene blir forelagt tilsynsmyndigheten og/eller eventuelt andre berørte departementer til vurdering og oppfølging.

Samferdselsdepartementet holder undersøkelsesmyndigheten underrettet om hvorledes tilråkningene blir fulgt opp.

SHT utstedte 25.02 2003 tre umiddelbare sikkerhetsmessige tilrådinge. Disse tre umiddelbare tilrådingene er nå lukket.

SHT vil på bakgrunn av de årsaksfaktorer som undersøkelsen har avdekket, fremme følgende nye sikkerhetstilrådinge:

AS Oslo Sporveier T-banedrift bør vurdere løsninger for de elektriske kablene i tunnelanleggene som reduserer sannsynligheten for eksponering av røyk og potensielle giftige gasser ved en eventuell kabelbrann slik at de sikkerhetsmessig tilfredsstiller kriteriene for røyktetthet og giftighet for sammenlignbare anlegg i tunneler (JB tilråding nr. 16/2005).

AS Oslo Sporveier T-banedrift bør vurdere å etablere klare, utvetydige og godt synlige stedsangivelser/referansemerker i tunnelanleggene slik at:

- a) det lett fremgår for togfører hvor hans T-banetog befinner seg for at sikker stedsangivelse raskt kan gis til trafikkleder.
- b) nødetatene raskt kan veiledes fra dagen og ned i tunnelsystemet til eksakt stedsreferanse (JB tilråding nr. 17/2005).

AS Oslo Sporveier T-banedrift bør vurdere å utvikle "fraseologi" for sikkerhetskritisk kommunikasjon mellom togførere, trafikkledere og nødetatene. Videre at dette blir gjennomført i den daglige trafikkledelsen, samt at det i tillegg gjennomføres regelmessig trening i dette som del av beredskapssøvelser (JB tilråding nr. 18/2005).

AS Oslo Sporveier T-banedrift bør vurdere å etablere et lettfattelig og logisk brukerpanel for nødutkobling av kjørestrøm. Dette med tanke på at operatør ofte befinner seg i en særskilt stresset beredskapssituasjon (JB tilråding nr. 19/2005).

AS Oslo Sporveier T-banedrift bør vurdere å foreta en total gjennomgang av prosedyrer og utstyr/installasjoner for nødfrakobling av kjørestrømsforsyning i tunnelanleggene. Dette anses nødvendig for å sikre at trafikkleder skal reagere og lede feilkritiske situasjoner ved elektrofeil i tunnelanleggets kjørestrømsforsyning. Gjennomgangen bør ha til formål å sikre:

- a) et raskt og pålitelig håndteringsmessige samspill mellom trafikklederfunksjonen og elektrotekniske fagspesialister dedikert for nødfrakobling av kjørestrømsanlegget.
- b) at kjørestrømmen til trikkene i byplanet ikke tas unødvendig. Dette er viktig for å unngå blokkering av biltrafikken som bl.a. kan hindre nødetatenes fremkommelighet (JB tilråding nr. 20/2005).

AS Oslo Sporveier T-banedrift bør vurdere innretninger/løsninger som kan gi trafikkleder tilstandsbilde i alle tunnelanleggenes stasjonsområder og andre områder der feiltilstand i elektrisk anlegg raskt kan verifiseres av trafikkleder. Dette for å få et tilstandsbilde over bl.a. mengde og retning på drivende røyk for å forebygge misforståelser og for at forebyggende sikkerhetstiltak raskt kan iverksettes på skadestedet og tilstøtende stasjoner (JB tilråding nr. 21/2005).

AS Oslo Sporveiers T-banedrift bør vurdere å foreta en ny gjennomgang av sikkerhetsstyringssystemet med den hensikt:

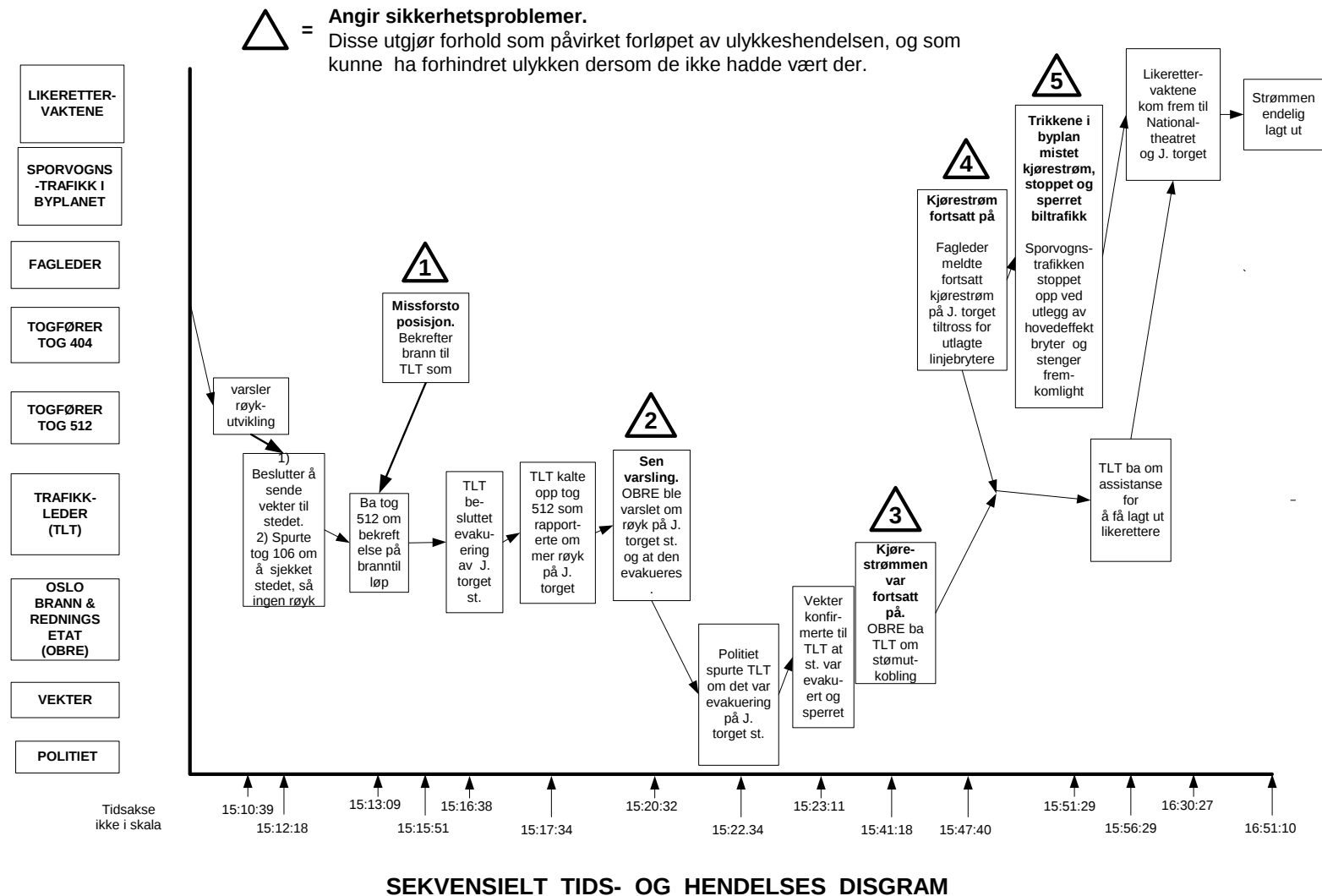
- a) å forsikre at det er styringssystemet som Kravforskriften krever (og ikke styringssystem for HMS) som ivaretar de risikoforhold som kan eksponere T-banens passasjerer og tredjemann.
- b) å etablere nødvendig oversikt over tunnelanleggenes risikoforhold og oppdatere sikkerhetsoppfølgingsplanen
- c) å etablere en tilsynsplan og gjennomføre tilsyn av de risikoforhold som sikkerhetsoppfølgingsplanen inneholder for å forsikre en sikker driftstilstand i tunnelanleggene. (JB tilråding nr. 22/2005)

Fagmyndighet(ene) Statens jernbanetilsyn og Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap som forvalter forskrifter og som skal føre tilsyn med elektriske anlegg for jernbanesystemer i tunnelanlegg bør vurdere å gjennomgå de forskriftene som er ment å skulle dekke disse forhold. Hensikten er å utføre nødvendig revisjon for å sikre at de sikkerhetsmessige kravene til kabler i kjørestrømsforsyningen blir i samsvar med den risiko som passasjerer kan bli utsatt for hvis disse anleggene feiler og eventuelt forårsaker brann og røykutvikling i et tunnelanlegg (JB tilråding nr. 23/2005).

VEDLEGG

- | | | |
|---|--|-----------|
| - | Komplett sekvensielt tidsbilde av hendelsesforløpet | vedlegg 1 |
| - | Bilder av kraftkablens tilstand og manglende forskriftsmessig forlegging | vedlegg 2 |
| - | Oversiktstegning over fordeling av kjørestrøm ved Jernbanetorget | vedlegg 3 |
| - | Analyse av kraftkabler og jordledning for avgitt røyktetthet og giftighet utført av Norges Branntekniske Laboratorium AS | vedlegg 4 |

Vedlegg 1 Komplette sekvensielt tidsbilde av hendelsesforløpet



Hendelsesforløp

Hendelsen fant sted tirsdag 25. februar 2003, og hendelsesforløpet var følgende basert på logg fra sambandet (radio og telefon):

- Kl. 15.10.39: Togfører på tog 512 mot Stortinget rapporterte til TLT om sterk røyklukt og tiltagende røykutvikling fra en brann i et sikringsskap ved Jernbanetorget rett etter plattform fra sentrum.
- Kl. 15.12.18: TLT besluttet å sende vektere til stedet for å undersøke. Tog 106 ble kalt opp av TLT etter passering Jernbanetorget, men føreren la ikke merke til noe spesielt.
- Kl. 15.13.09: TLT kalte opp togfører på tog 512 og ba om bekreftelse på at det var branntilløp etter plattformen på Jernbanetorget i retning Stortinget. Fører korrigerer og sa at det var i motsatt retning.
- Kl. 15.15.51: Fører av tog 404 bekreftet ovenfor TLT at det var brann i et sikringsskap etter plattformen på Jernbanetorget mot Grønland. Samtalen avslørte at TLT fortsatt misforstod posisjon, og togfører korrigerer. Vekterne kom til stedet.
- Kl. 15.16.38: Beslutning tatt om evakuering av stasjonen og at togene skulle passere stasjonen uten å stoppe.

- Kl. 15.17.34: TLT kalte opp tog 512, som har vendt på Stortinget og returnert til Jernbanetorget. Togfører opplyste at det var mye mer røyk enn da han passerte i motsatt retning.
- Kl. 15.18.21: TLT stoppet tog mot Jernbanetorget ved Nationaltheatret og Grønland.
- Kl. 15.19.08: TLT ga melding til togførerne på tog mot sentrum om å bli stående på første stasjon.
- Kl. 15.20.32: Brannvesenet (OBRE) ble varslet om røyk og gnister fra sikringsskap på Jernbanetorget stasjon og at stasjonen evakueres. TLT hadde fortsatt misforstått posisjon og oppga at det gjelder før plattform mot øst.
- Kl. 15.22.34: Politiet ringte TLT og spurte om det var evakuering på Jernbanetorget.
- Kl. 15.23.11: Vaktleder vekter opplyste TLT om at stasjonen var evakuert og inngangene sperret.
- Kl. 15.27.42: Fører av tog 309 opplyste at det fortsatt var mulig å vende på Grønland, men at det er usikkert hvor lenge det ville la seg gjøre pga. røyk.
- Kl. 15.29.43: TLT ga fører av tog 512 ordre om å kjøre tilbake fra Jernbanetorget mot Stortinget.
- Kl. 15.41.18: På forespørsel oppga TLT at strømmen ikke er tatt pga. at brannen var oppgitt til å være i et sikringsskap (underforstått ingen kjørestrøm). OBRE ba om strømutkobling.
- Kl. 15.42.56: TLT varslet HSLB.
- Kl. 15.47.38: Melding om at vektere evakuerte på Tøyen pga. røyk.
- Kl. 15.47.40: Fagleder ga melding om at det fortsatt er kjørestrøm på Jernbanetorget til tross for at de aktuelle linjebryterne på Jernbanetorget og Nationaltheatret var lagt ut.
- Kl. 15.48.22: TLT opplyste om at togene ble vendt ved Ensjø, Carl Berners plass og Majorstuen.
- Kl. 15.51.29: OBRE informerte TLT om at det kom røyk fra en kasse i tunnelåpningen og fra kabler i sporet, og ikke fra et sikringsskap på plattformen, slik som TLT gikk ut ifra. OBRE målte fortsatt spenning på strømskinnene og TLT la ut hovedeffektbryterne til Jernbanetorget og Nationaltheatret likerettere, men det ble fortsatt ikke indikert strømløst. Indikator for hovedeffektbryter på Nationaltheatret lyste fortsatt. Med utlegging av hovedeffektbryterne ble også sporvognstrafikken på overflaten rammet av strømstans.
- Kl. 15.56.29: TLT ba om assistanse fra elektroseksjonen for å få lagt ut likeretterne.
- Kl. 16.30.27: TLT kalte opp politiet, som ikke fant Sporveiens fagleder. TLT ga dem mobilnummeret til fagleder. Politiet oppga at likerettervaktene var kommet frem til Nationaltheatret og Jernbanetorget. Politiet opplyste også at en sporveisansatt var kjørt til legevakt og lurte på vedkommendes identitet. TLT antok at det var togfører. Totalt ble 12 personer – 3 førere, 1 person ansatt i salgsavdelingen og 8 vektere – kjørt til legevakten for kontroll, men det ble ikke registrert skader.
- Kl. 16.51.10: Strømmen endelig lagt ut (linjebryterne på Tøyen likeretter lagt ut).
- Kl. 22.40: Klart for gjenopptakelse av trafikken.

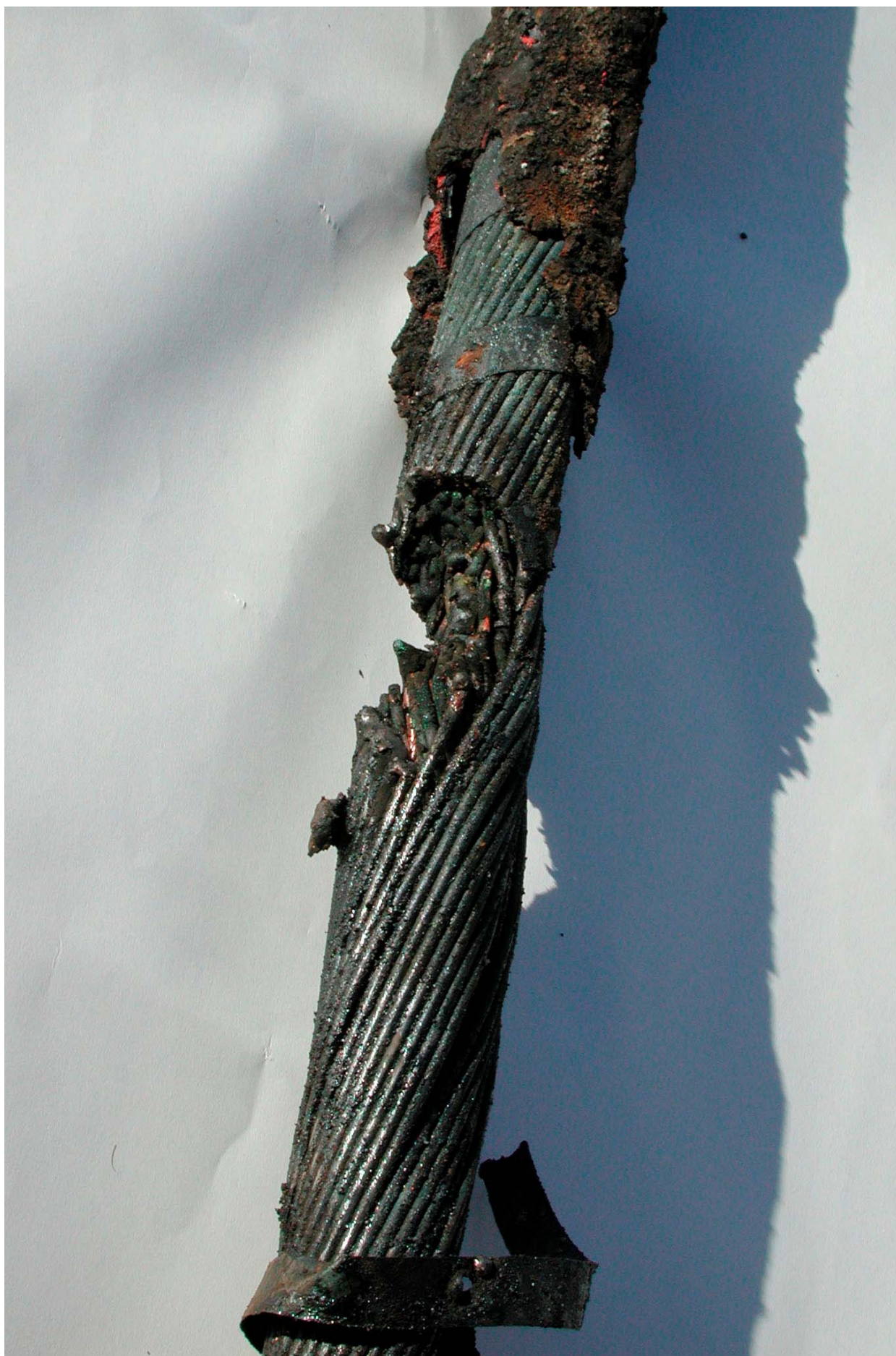
Vedlegg 2

Bilder av kraftkablenes tilstand og manglende forskriftsmessig forlegging



Mangelfull forlegging av kraftkablene



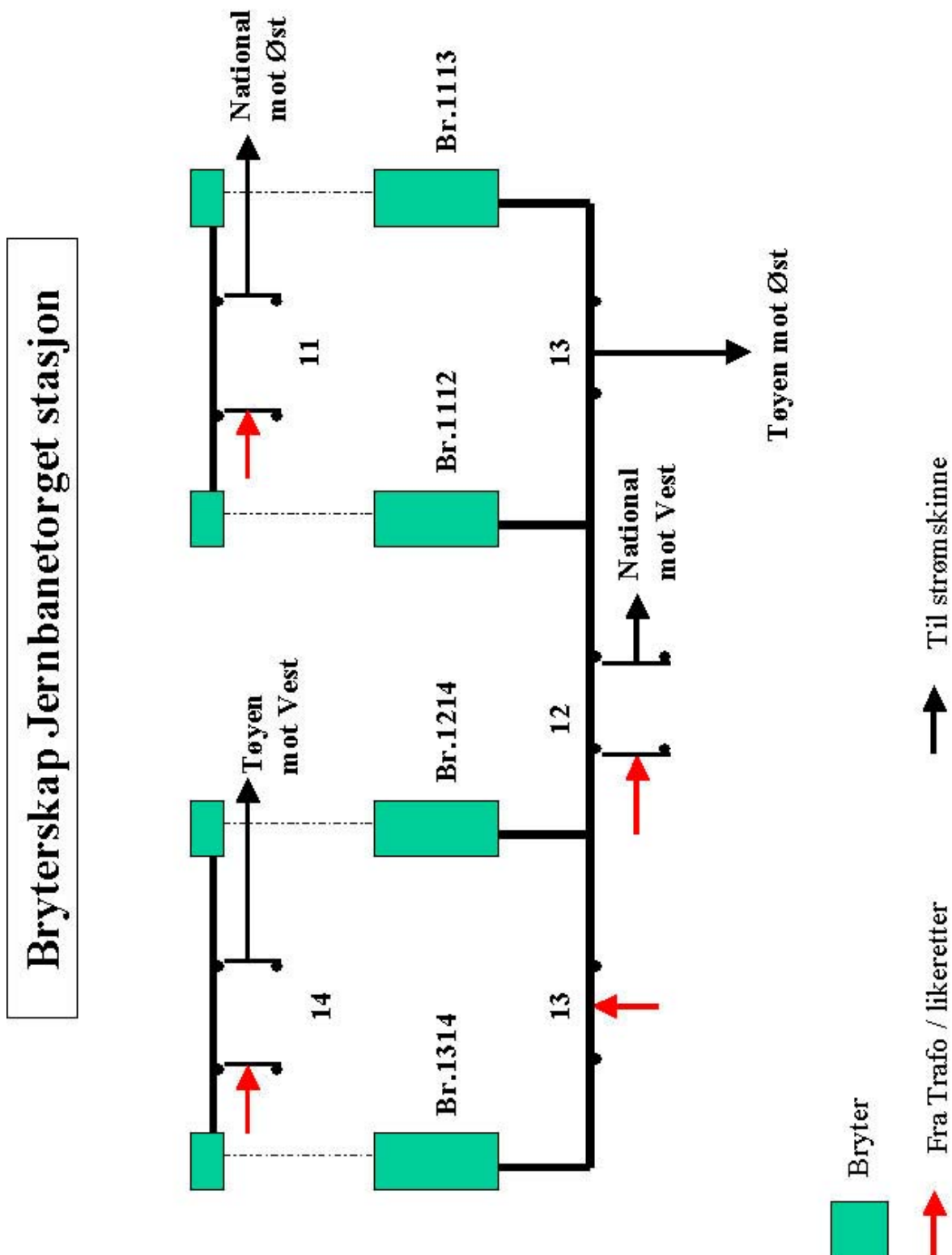




Mangelfull forlegging av kraftkablene

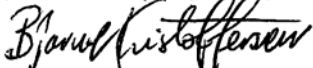
VEDLEGG 3

Oversiktstegning over fordeling av kjørestrøm ved Jernbanetorget



Vedlegg 4

Analyse av kraftkabler og jordledning for avgitt røyktetthet og giftighet utført av Norges Branntekniske Laboratorium AS

 SINTEF Norges brann tekniske laboratorium as Postadresse: 7465 Trondheim Besøksadresse: Tiller Bru, Tiller Telefon: 73 59 10 78 Telefaks: 73 59 10 44 E-post: nbl@nbl.sintef.no Internett: nbl.sintef.no Foretaksregisteret: NO 982 930 057 MVA	PRØVINGSRAPPORT	
	TITTEL / PRØVNINGSMETODE Brann teknisk prøving av kabler i henhold til IMO FTPC Part 2	
	PRODUKTNAVN Kabler benyttet i T-banetunnelen ved Jernbanetorget stasjon	
	OPPDRAGSGIVER(E) Havarikommisjonen for Sivil Luftfart Postboks 213 2001 Lillestrøm	
	OPPDRAGSGIVERS REF. Henning Johansen	
OPPDRAGSNUMMER 102010.60/03.121	SAKSBEHANDLER (NAVN, STILLING, SIGN.)  Bjørn Kristoffersen, Senioringeniør	GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.)  Anne Steen Hansen, Fagansvarlig
ELEKTRONISK ARKIVKODE I:\Pro\102010\60\03\121\HSL_rapport03121_030506.doc	RAPPORTDATO 2003-05-06	ANTALL SIDER (INKL. VEDLEGG) 11
SAMMENDRAG: 2 ulike kabler ble prøvet i henhold til IMO FTPC Part 2. Begge kabeltypene benyttes i T-banetunnelen ved Jernbanetorget stasjon. I henhold til bestilling ble følgende kabler prøvet: - 400" kabel med sort overflate - jordingskabel med gul og grønn overflate Prøvningsresultatene er samlet i Vedlegg I. Det eksisterer i dag ingen kriterier til røykproduksjon og avgang av giftige gasser for kabler benyttet i T-banetunneler. Opprinnelig benyttes IMO FTPC Part 2 til klassifisering av overflater, gulv- og dekkbelegg samt elektriske kabler og plastrør for bruk ombord på skip. Prøvningsresultatene viser at 400" kabel ikke tilfredsstiller kriteriene til elektriske kabler med lav røykproduksjon og lav konsentrasjon av giftige røykgasser i henhold til IMO FTPC Part 2. Til tross for at det ikke ble gjennomført komplett prøving av jordingskabelen viste resultatene at den etter all sannsynlighet ikke tilfredsstiller kriteriene til elektriske kabler med lav røykproduksjon og lav konsentrasjon av giftige røykgasser i henhold til IMO FTPC Part 2. Røykproduksjonen og avgang av HCl var høyere enn ovennevnte kriterier for begge kabeltypene.		

Resultatene fra denne prøvingen skal gjengis i sin helhet.
 Utdrag av rapporten kan kun gjengis etter skriftlig tillatelse fra Norges brann tekniske laboratorium as.

Prøvningsresultater gjengitt i denne rapporten gjelder kun for det prøvete objektet.

Prøvningsrapporter fra Norges brann tekniske laboratorium as danner grunnlaget for brann tekniske klassifiseringer, sertifiseringer og godkjenninger.

PRODUKTBESKRIVELSE:

<i>Produkttype:</i>	2 ulike kabeltyper – i denne rapporten angitt som jordingskabel og 400" kabel.
<i>Produsent:</i>	Ikke oppgitt av kunde
<i>Produksjonssted:</i>	Ikke oppgitt av kunde
<i>Prøvetaking:</i>	Prøvematerialet var tatt ut av oppdragsgiver. Prøvematerialet ankom Norges branntekniske laboratorium 2003-04-09.
<i>Prøvestykker:</i>	Fra de to mottatte kabeltypene ble det laget prøvestykker med dimensjoner 75 mm x 75 mm. Prøvestykkene ble laget ved å kappe av kabelisolasjonen og presse denne så flat som mulig. Nødvendig dimensjon på prøvestykkene ble oppnådd ved å plassere flere sammenpressede biter ved siden av hverandre. Prøvestykker fra 400" kabel ble av praktiske årsaker kun laget av det ytterste 3 mm sjiktet av isolasjonen. Mottatt mengde jordingskabel var for liten til at det lot seg gjøre å gjennomføre komplett prøving – det vil si 3 enkelttester ved hvert eksponeringsnivå. Det ble i stedet gjennomført 2 enkelttester pr. eksponeringsnivå for jordingskabelen. Opplysninger om prøvestykker fra jordingskabel: tykkelse 2,1 mm, flatevekt 1,93 kg/m², tetthet 919 kg/m³ samt gul og grønn overflate. Opplysninger om prøvestykker fra 400" kabel: tykkelse 3 mm, flatevekt: 3,92 kg/m², tetthet 1306 kg/m³ og sort overflate.

GJENNOMFØRING AV PRØVING:

<i>Operatør:</i>	Erling Stenhaug, ingeniør
<i>Kondisjonering av prøvematerialet:</i>	Prøvestykkene ble oppbevart i luft med relativ fuktighet 50 % og temperatur 23 °C inntil konstant masse var nådd.
<i>Antall enkeltprøver:</i>	Jordingskabel: 2 ved varmestrålingstetthet 25 kW/m², eksponering av flamme 2 ved varmestrålingstetthet 25 kW/m², uten flammeeksponering 2 ved varmestrålingstetthet 50 kW/m², uten flammeeksponering 400" kabel: 3 ved varmestrålingstetthet 25 kW/m², eksponering av flamme 3 ved varmestrålingstetthet 25 kW/m², uten flammeeksponering 3 ved varmestrålingstetthet 50 kW/m², uten flammeeksponering

BEMERKNINGER / AVVIK:

I henhold til ISO 5659-2:1994, skal følgende begrensede utsagn gis i prøvingsrapporten:
Prøvingsresultatene er kun relatert til prøvestykkenes oppførsel under de spesifikke prøvingsforhold; de er ikke ment å skulle være eneste kriterium for å vurdere den potensielle faren for røykeksponering ved praktisk bruk av produktet.

Trådnettet ble ikke brukt under testen.

Målingene av giftighet ble foretatt med Dräger-rør.

Det ble kun gjennomført to enkelttester pr. eksponeringsnivå ved prøving med jordingskabel.

VEDLEGG:

Vedlegg I: Prøvingsresultater

Vedlegg II: Beskrivelse av metode og kriterier for klassifisering

Vedlegg I - Prøvningsresultater

Tabell 1 Gjennomsnittlige resultater fra prøving av **400" kabel** i henhold til IMO FTPC Part 2 og ISO 5659-2:1994.

	Prøvningsforhold		
	25 kW/m ² , med flammeeksponering	25 kW/m ² , uten flammeeksponering	50 kW/m ² , uten flammeeksponering
Maksimal røyktetthet, Dm	417,8	731,0	473,9
Røyktetthet etter 10 minutter, Ds10	402,1	717,8	419,7
CO-konsentrasjon [ppm]	500	100	1800
HCl-/HBr-konsentrasjon [ppm] (måles med samme Dräger-rør)	900	1800	1800
HF-konsentrasjon [ppm]	0	0	0
NO _x -konsentrasjon [ppm]	10	20	20
HCN-konsentrasjon [ppm]	10	10	10
SO ₂ -konsentrasjon [ppm]	0	0	0

Verdiene for røyktetthet er gjennomsnittlige resultater fra tre enkelttester ved hvert prøvningsforhold.

Tabell 2 Gjennomsnittlige resultater fra prøving av **jordingskabel** i henhold til IMO FTPC Part 2 og ISO 5659-2:1994.

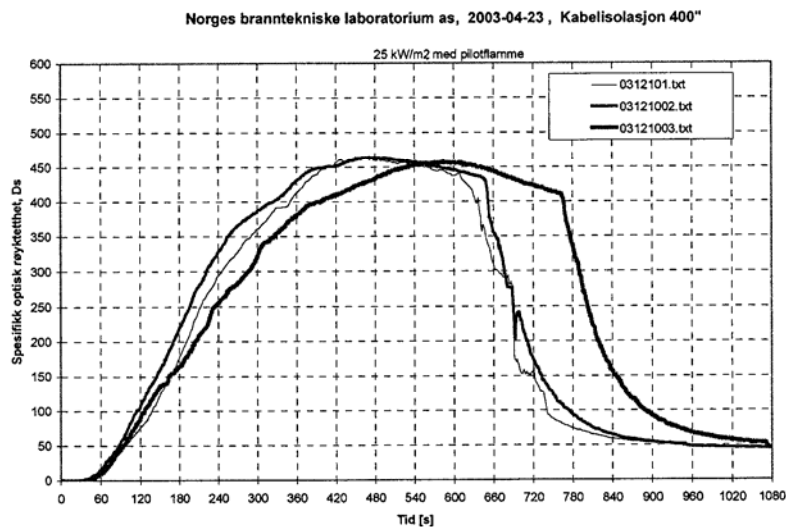
	Prøvningsforhold		
	25 kW/m ² , med flammeeksponering	25 kW/m ² , uten flammeeksponering	50 kW/m ² , uten flammeeksponering
Maksimal røyktetthet, Dm	334,6	627,9	532,2
Røyktetthet etter 10 minutter, Ds10	299,5	607,3	354,2
CO-konsentrasjon [ppm]	100	50	500
HCl-/HBr-konsentrasjon [ppm] (måles med samme Dräger-rør)	600	600	800
HF-konsentrasjon [ppm]	0	0	0
NO _x -konsentrasjon [ppm]	10	10	0
HCN-konsentrasjon [ppm]	0	10	0
SO ₂ -konsentrasjon [ppm]	0	0	0

Verdiene for røyktetthet er gjennomsnittlige resultater fra to enkelttester ved hvert prøvningsforhold.

Tabell 3 Resultater fra prøving av **400" kabel** i henhold til IMO FTPC Part 2 og ISO 5659-2:1994.
 Prøvingsforhold: varmestrålingstetthet 25 kW/m^2 , med flammeeksponering.

	Prøve 1	Prøve 2	Prøve 3	Gjennomsnittlige resultater
Maksimal røyktetthet, Dm	419,0	419,1	415,1	417,8
Tid til maksimal røyktetthet	448	470	582	
Røyktetthet etter 10 minutter, Ds10	391,6	400,3	414,3	402,1
Korreksjonsfaktor Dc	45,8	45	42,2	
CO-konsentrasjon [ppm]		500		
HCl-/HBr-konsentrasjon [ppm] (måles med samme Dräger-rør)		900		
HF-konsentrasjon [ppm]		0		
NO _x -konsentrasjon [ppm]			10	
HCN-konsentrasjon [ppm]			10	
SO ₂ -konsentrasjon [ppm]			0	
Total prøvingstid [s]	600	600	600	
Filnavn	0312101	03121002	03121003	

Røykprøver for måling av giftighet ble tatt under prøving nr. 2 og 3, i løpet av 3 minutter fra maksimal røyktetthet var nådd.

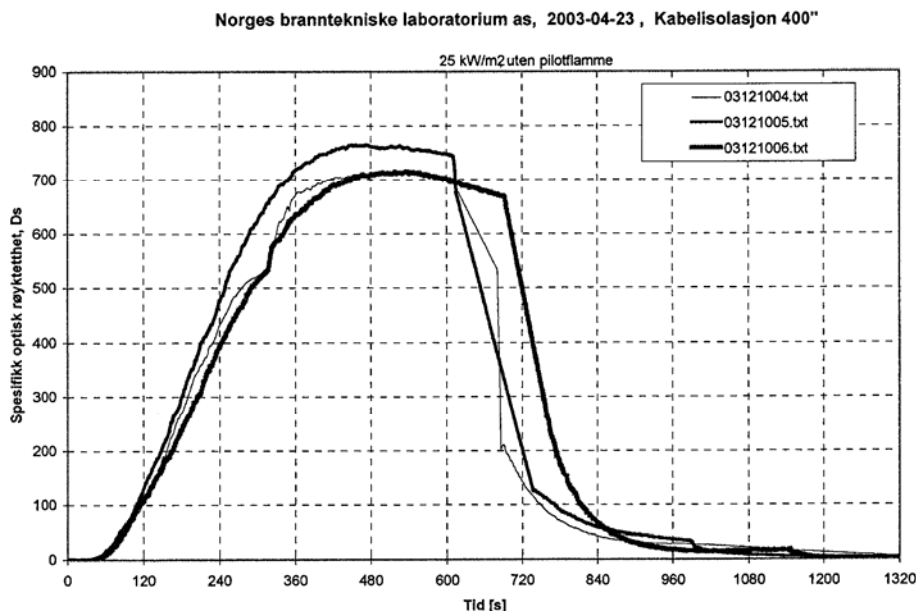


Figur 1 Beregnet spesifikk optisk røyktetthet ved prøving av **400" kabel** i henhold til IMO FTPC Part 2 og ISO 5659-2:1994.
 Prøvingsforhold: varmestrålingstetthet 25 kW/m^2 , med flammeeksponering.

Tabell 4 Resultater fra prøving av 400" kabel i henhold til IMO FTPC Part 2 og ISO 5659-2:1994.
 Prøvingsforhold: varmestrålingstetthet 25 kW/m², uten flammeeksponering.

	Prøve 1	Prøve 2	Prøve 3	Gjennomsnittlige resultater
Maksimal røyktetthet, Dm	712,7	765,1	715,4	731,0
Tid til maksimal røyktetthet	540	457	536	
Røyktetthet etter 10 minutter, Ds10	704,3	747,9	701,2	717,8
Korreksjonsfaktor Dc	0	0	0	
CO-konsentrasjon [ppm]		100		
HCl-/HBr-konsentrasjon [ppm] (måles med samme Dräger-rør)		1800		
HF-konsentrasjon [ppm]		0		
NO _x -konsentrasjon [ppm]			20	
HCN-konsentrasjon [ppm]			10	
SO ₂ -konsentrasjon [ppm]			0	
Total prøvingstid [s]	600	600	600	
Filnavn	03121004	03121005	03121006	

Røykprøver for måling av giftighet ble tatt under prøving nr. 2 og 3, i løpet av 3 minutter fra maksimal røyktetthet var nådd.



Figur 2 Beregnet spesifikk optisk røyktetthet ved prøving av 400" kabel i henhold til IMO FTPC Part 2 og ISO 5659-2:1994.
 Prøvingsforhold: varmestrålingstetthet 25 kW/m², uten flammeeksponering.

Havarikommisjonen for sivil luftfart

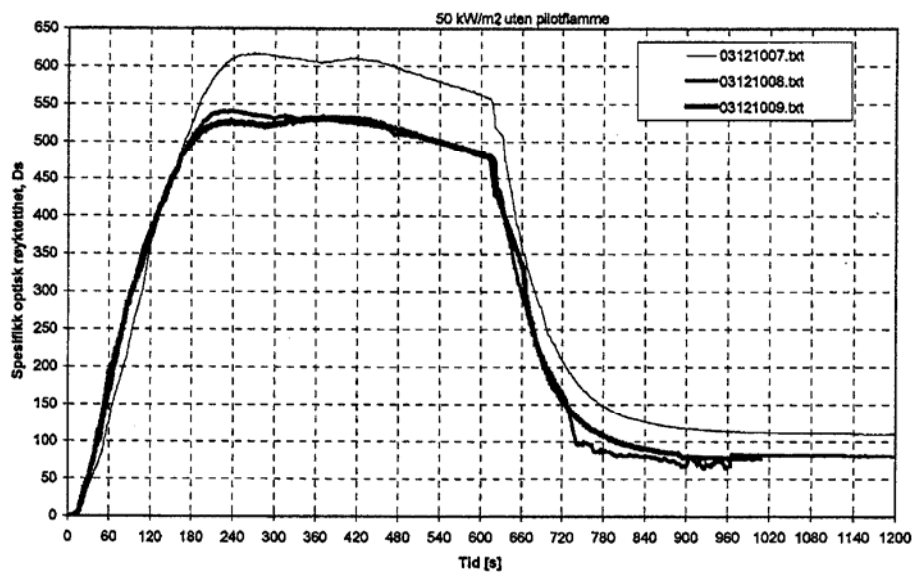

Vedlegg II
 Side 4 av 7

Tabell 5 Resultater fra prøving av 400" kabel i henhold til IMO FTPC Part 2 og ISO 5659-2:1994.
 Prøvingsforhold: varmestralingstetthet 50 kW/m², uten flammeeksponering.

	Prøve 1	Prøve 2	Prøve 3	Gjennomsnittlige resultater
Maksimal røyktetthet, Dm	507,7	460,3	453,8	473,9
Tid til maksimal røyktetthet	269	227	377	
Røyktetthet etter 10 minutter, Ds10	451,5	403,7	403,9	419,7
Korreksjonsfaktor Dc	109,5	80,7	78,3	
CO-konsentrasjon [ppm]		1700		
HCl-/HBr-konsentrasjon [ppm] (måles med samme Dräger-rør)		1800		
HF-konsentrasjon [ppm]		0		
NO _x -konsentrasjon [ppm]			20	
HCN-konsentrasjon [ppm]			10	
SO ₂ -konsentrasjon [ppm]			0	
Total prøvingstid [s]	600	600	600	
Filnavn	03121007	03121008	03121009	

Røykprøver for måling av giftighet ble tatt under prøving nr. 2 og 3, i løpet av 3 minutter fra maksimal røyktetthet var nådd.

Norges branntekniske laboratorium as, 2003-04-23, Kabelisolasjon 400"



Figur 3 Beregnet spesifikk optisk røyktetthet ved prøving av 400" kabel i henhold til IMO FTPC Part 2 og ISO 5659-2:1994.
 Prøvingsforhold: varmestralingstetthet 50 kW/m², uten flammeeksponering.

Norges branntekniske laboratorium as

Oppdrag nr.: 102010.60/03.121

Havarikommisjonen for sivil luftfart

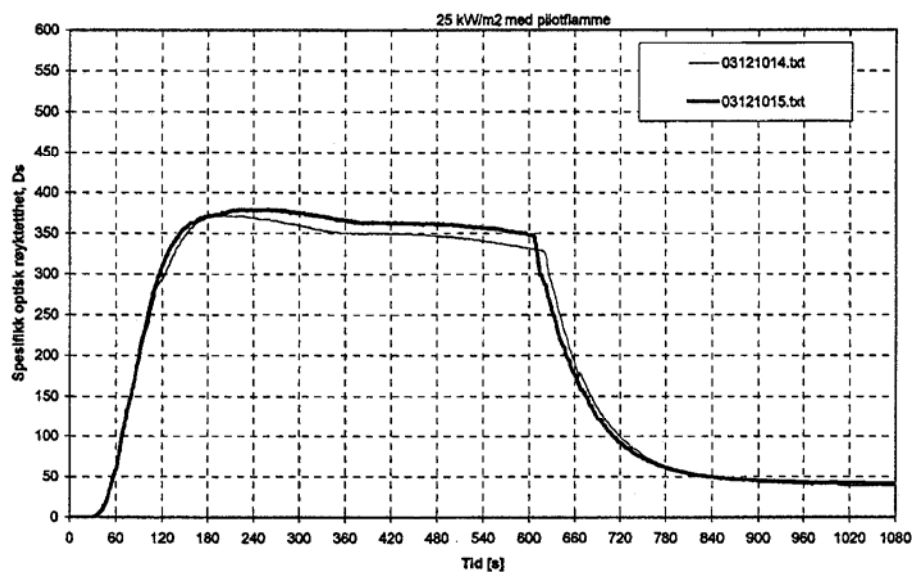

Vedlegg II
 Side 5 av 7

Tabell 6 Resultater fra prøving av jordingskabel i henhold til IMO FTPC Part 2 og ISO 5659-2:1994.
 Prøvingsforhold: varmestrålingstetthet 25 kW/m², med flammeeksponering.

	Prøve 1	Prøve 2	Gjennomsnittlige resultater
Maksimal røyktetthet, Dm	332,0	337,2	334,6
Tid til maksimal røyktetthet	198	227	
Røyktetthet etter 10 minutter, Ds10	292,4	306,5	299,5
Korreksjonsfaktor Dc	39,3	41,5	
CO-konsentrasjon [ppm]	100		
HCl-/HBr-konsentrasjon [ppm] (måles med samme Dräger-rør)	600		
HF-konsentrasjon [ppm]	0		
NO _x -konsentrasjon [ppm]		10	
HCN-konsentrasjon [ppm]		0	
SO ₂ -konsentrasjon [ppm]		0	
Total prøvingstid [s]	600	600	
Filnavn	03121014	03121015	

Røykprøver for måling av giftighet ble tatt under prøving nr. 2 og 3, i løpet av 3 minutter fra maksimal røyktetthet var nådd.

Norges branntekniske laboratorium as, 2003-04-23, Jordingskabel



Figur 4 Beregnet spesifikk optisk røyktetthet ved prøving av jordingskabel i henhold til IMO FTPC Part 2 og ISO 5659-2:1994.
 Prøvingsforhold: varmestrålingstetthet 25 kW/m², med flammeeksponering.

Havarikommisjonen for sivil luftfart

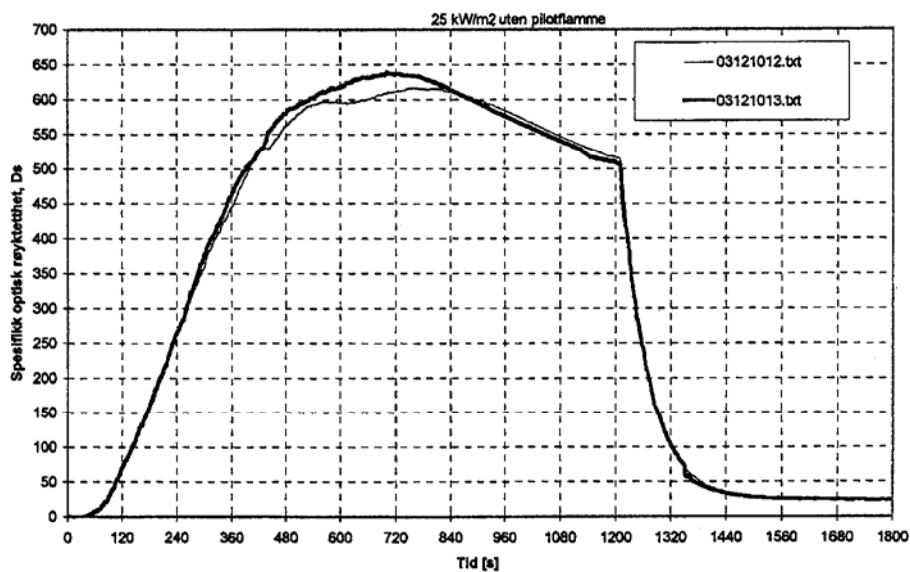

Vedlegg II
 Side 6 av 7

Tabell 7 Resultater fra prøving av jordingskabel i henhold til IMO FTPC Part 2 og ISO 5659-2:1994. Prøvingsforhold: varmemestrålingstetthet 25 kW/m², uten flammeeksponering.

	Prøve 1	Prøve 2	Gjennomsnittlige resultater
Maksimal røyktetthet, Dm	616,6	639,1	627,9
Tid til maksimal røyktetthet	757	701	
Røyktetthet etter 10 minutter, Ds10	596,0	618,6	607,3
Korreksjonsfaktor Dc	0	0	
CO-konsentrasjon [ppm]	50		
HCl-/HBr-konsentrasjon [ppm] (måles med samme Dräger-rør)	600		
HF-konsentrasjon [ppm]	0		
NO _x -konsentrasjon [ppm]		10	
HCN-konsentrasjon [ppm]		10	
SO ₂ -konsentrasjon [ppm]		0	
Total prøvingstid [s]	1200	1200	
Filnavn	03121012	03121013	

Røykprøver for måling av giftighet ble tatt under prøving nr. 2 og 3, i løpet av 3 minutter fra maksimal røyktetthet var nådd.

Norges branntekniske laboratorium as, 2003-04-23, Jordingskabel



Figur 5 Beregnet spesifikk optisk røyktetthet ved prøving av jordingskabel i henhold til IMO FTPC Part 2 og ISO 5659-2:1994. Prøvingsforhold: varmemestrålingstetthet 25 kW/m², uten flammeeksponering.

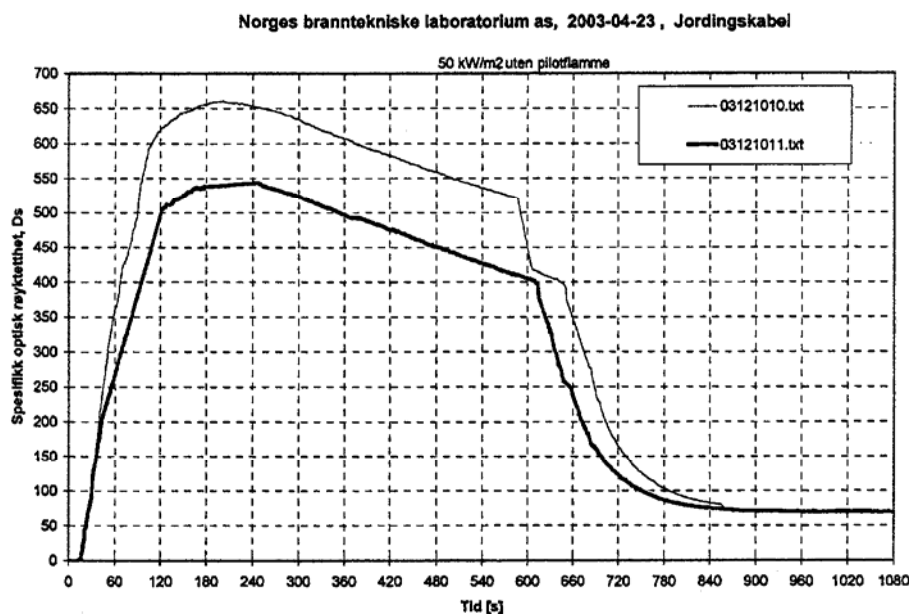
Havarikommisjonen for sivil luftfart


Vedlegg II
 Side 7 av 7

Tabell 8 Resultater fra prøving av jordingskabel i henhold til IMO FTPC Part 2 og ISO 5659-2:1994.
 Prøvingsforhold: varmemestrålingstetthet 50 kW/m², uten flammeeksponering

	Prøve 1	Prøve 2	Gjennomsnittlige resultater
Maksimal røyktetthet, Dm	588,6	475,7	532,2
Tid til maksimal røyktetthet	198	245	
Røyktetthet etter 10 minutter, Ds10	371,7	336,6	354,2
Korreksjonsfaktor Dc	72	68,4	
CO-konsentrasjon [ppm]	500		
HCl-/HBr-konsentrasjon [ppm] (måles med samme Dräger-rør)	800		
HF-konsentrasjon [ppm]	0		
NO _x -konsentrasjon [ppm]		0	
HCN-konsentrasjon [ppm]		0	
SO ₂ -konsentrasjon [ppm]		0	
Total prøvingstid [s]	600	600	
Filnavn	03121010	03121011	

Røykprøver for måling av giftighet ble tatt under prøving nr. 2 og 3, i løpet av 3 minutter fra maksimal røyktetthet var nådd.



Figur 6 Beregnet spesifikk optisk røyktetthet ved prøving av jordingskabel i henhold til IMO FTPC Part 2 og ISO 5659-2:1994.
 Prøvingsforhold: varmemestrålingstetthet 50 kW/m², uten flammeeksponering

**Vedlegg II – IMO RESOLUTION MSC 61(67)
Fire Test Procedures, Part 2: Smoke and Toxicity test****PRINSIPP FOR PRØVINGSMETODEN**

Prinsippet for prøvingsmetoden er angitt i internasjonal standard ISO 5659-2:1994, med tilleggsmålinger og kriterier gitt i IMO Res. MSC 61(67). Metoden brukes for å bestemme røykutviklingen fra marine bygningsmaterialer, og giftigheten av røykgassene.

Overflaten av et prøvestykke med dimensjoner 75 mm x 75 mm eksponeres for varmemestråling ovenfra. Prøvestykket er plassert inne i et kammer, der røyken som produseres fra prøvematerialet i løpet av testen samles opp. Optisk røyktetthet (D_s) måles ved å bestemme hvor mye en lysstråle dempes av røyken i kammeret. Når røyktettheten når sitt maksimum, blir det tatt ut prøver for bestemmelse av konsentrasjon av giftige gasser i røyken. De gassene som måles er CO (karbonmonoksid), HCl (saltsyre), HF (hydrogenfluorid), NO_x (nitrogenoksider), HBr (hydrogenbromid), HCN (blåsyre) og SO₂ (svoveldioksid).

Prøvingene utføres ved tre ulike forhold:

1. varmemestrålingstetthet 25 kW/m² uten flammepåvirkning
2. varmemestrålingstetthet 25 kW/m² med påvirkning av flamme
3. varmemestrålingstetthet 50 kW/m² uten flammepåvirkning

Det utføres 3 tester ved hvert av disse prøvingsforholdene. Gassmålingene utføres kun en gang for hvert prøvingsforhold.

KRITERIER FOR KLASSIFISERING

Kriteriene for at et produkt skal kunne betegnes som et material som ikke vil avgi betydelige mengder røyk og giftige gasser, eller utgjøre en risiko for forgiftning, ved forhøyede temperaturer, er gitt under.

1. Røyktetthet

Gjennomsnittlig røyktetthet, D_m , skal beregnes ut fra maksimal røyktetthet (D_s) for hver av de tre testene under hvert prøvingsforhold.

1. For materialer anvendt som overflater på skott eller tak skal D_m ikke overstige 200 for noe prøvingsforhold.
2. For materialer anvendt som primært dekkbelegg, skal D_m ikke overstige 400 for noe prøvingsforhold.
3. For materialer anvendt som gulvbelegg, skal D_m ikke overstige 500 for noe prøvingsforhold.
4. For plastrør og elektriske kabler, skal D_m ikke overstige 400 for noe prøvingsforhold

2. Giftighet

Gasskonsentrasjonene som måles ved hvert av prøvingsforholdene, skal ikke overstige følgende grenseverdier:

CO	1450 ppm	HBr	600 ppm
HCl	600 ppm	HCN	140 ppm
HF	600 ppm	SO ₂	120 ppm
NO _x	350 ppm		