


RAPPORT

JB 2009/01



TEMARAPPORT OM BRANN/RØYKUTVIKLING PÅ OSLO T-BANE 2005-2007

 English summary included

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.

INNHOLDSFORTEGNELSE

VALG AV UNDERSØKELSESSOMRÅDE	3
SAMMENDRAG	3
1. INNLEDNING	5
1.1 Bakgrunn for temaundersøkelsen	5
1.2 Nyttige eller effektive undersøkelsesmetoder	5
2. FAKTISKE OPPLYSNINGER	7
2.1 Organisasjon	7
2.2 Hendelser	9
2.3 Brann- og røykutviklingshendelser fordelt på feilkilder	10
2.4 Kjøleluft	14
2.5 Krav til vedlikehold	15
2.6 Infrastruktur	16
2.7 Personskader	17
2.8 Overlevelsesaspekter	18
2.9 Opplæring og seleksjon	18
2.10 Lover og forskrifter	20
3. ANALYSE	23
3.1 Tekniske og operative årsaksfaktorer	23
3.2 Årsaksfaktorer relatert til sikkerhetsstyring og ledelse	25
3.3 Årsaksfaktorer relatert til driftstillatelse og myndighetsgodkjenning	25
4. GJENNOMFØRTE TILTAK OG ENDRINGER	26
4.1 Generelt	26
4.2 Gjennomførte tiltak	26
5. KONKLUSJON	27
TIDLIGERE SIKKERHETSMESSIGE TILRÅDNINGER:	29
6. VEDLEGG	31
6.1 Togførers instruks ved brann- og røykutvikling i tunnel	31
6.2 Trafikkleders instruks	32
6.3 Farebeskrivelse ved evakuering	33

VALG AV UNDERSØKELSESOMRÅDE

Rapporten tar utgangspunkt i 49 varsler om brann- og røykutviklinger som ble mottatt i perioden 1. januar 2005 til og med 11. august 2005. I tillegg er tilsvarende hendelser fra 2006 og frem til januar 2007 tatt med som grunnlagsmateriale for temarapporten. Varslene ble mottatt fra Oslo T- banedrift AS.

Formålet er å avdekke om det kan identifiseres noen felles årsakssammenhenger eller felles bakenforliggende faktorer. Det vises også til havarikommisjonens tidligere rapporter 2/2004 – 7/2004 og 7/2005 hvor noen av disse hendelsene ble undersøkt enkeltvis.



Figur 1: Oversiktsbilde av T-banen på Majorstuen stasjon.

SAMMENDRAG

Grunnlaget for undersøkelsen var flere brann- og røykutviklinger i perioden januar 2005 til januar 2007. Noen av hendelsene kan tilbakeføres til mangelfullt vedlikehold, mangelfull merking av utstyr og uheldig betjening. Det ble avdekket mangler i opplæringsprogrammet i forhold til betjening av elektrisk utstyr og trafikkstyring, samt at undersøkelsen avdekket mangler ved evakueringsøvelser.

Havarikommisjonen har videre avdekket at årsaksfaktorene til røyk og brannutvikling på T-banevognene var manglende kvalitet og mangelfull rengjøring av de elektriske anleggene.

Havarikommisjonen har også avdekket feil og mangler på infrastruktur/strømforsyningsanlegg som isolatorer, samt feil på eller manglede vern. De vedlikeholdspunkter på T-banetogene og infrastruktur som har sikkerhetsmessig betydning var ikke identifisert og kategorisert som kritiske, men ble betraktet med samme prioritet som alle andre og mindre sikkerhetskritiske tekniske innretninger.

I denne undersøkelsen kan de menneskelige feilhandlingene som er påvist, være en konsekvens av systemmessig svakheter.

Undersøkelsen har avdekket at risikopotensialet for slike hendelser og ulykker har en alvorlighetsgrad som kan utgjøre stor fare for passasjerer.

Evakuering fra et T-banetog som har røyk- og brannutvikling nede i tunnelanleggene vil være spesielt vanskelig for passasjerene fordi:

- Passasjerer som sitter i andre vogner enn førervognen har ingen mulighet for å varsle fører om at røyk strømmer inn i passasjerrommet, og at evakuering er nødvendig.
- Passasjerer er utsatt for potensiell fare ved evakuering i tunnelene grunnet risiko for bl.a. berøring av strømførende deler og annen togtrafikk.
- Passasjerer er utsatt for forgiftning ettersom filtrene avgir syreholdig damp ved brann.

Oslo T-banedrift AS har i perioden som temarapporten omhandler gjennomført flere tiltak som har ført til nedgang i antall branner og røykutviklinger. Tiltakene går først og fremst på innfasing av nye T-banetog, utfasing av gamle T-banetog, bytte av kjørebremsemotstander i gamle T-banetog som var spesielt utsatt for brann- og røykutvikling, bedre vedlikehold på materiell og infrastruktur, endringer i opplæring osv. Det har også i denne tiden vært endringer i selskapets organisering. Basert på utviklingen har Havarikommisjonen valgt og ikke utstede nye sikkerhetstilrådninger.

ENGLISH SUMMARY

The background for this investigation were several smoke developments in Oslo T-banedrift AS` metro wagons in the period from January 2005 to January 2007 that seemed to have common causes and sources of error.

Some of the causal factors can be traced to the maintenance and cleaning of electrical installations in the metro wagons. During this period errors and defects led to other errors and defects on the rolling stock and infrastructure. The lack of equipment labelling may also lead to erroneous operations. There were also revealed a lack of training in operating electrical equipment and the investigation demonstrates that there was inadequate evacuating training of the metro trains. The Board has further unveiled that the dominating common causal factors of the smoke- and fire development in the metro wagons were insufficient quality of technical maintenance and cleaning of electrical equipment.

Further more the Board has revealed errors and defects in the infrastructure and the electrical power supply, such as isolators and protective gear. The maintenance procedures for the metro wagons and infrastructure did not identify equipment with great safety significance as safety critical systems, but gave them the same priority as the rest of the technical equipment.

Human errors are considered to be caused by imperfect safety management system. In this investigation, identified human errors are a consequence and a symptom of a weakness in the total system.

The investigation has also demonstrated that the risk potential has a degree of seriousness that makes passenger traffic very vulnerable.

Evacuation from metro trains during smoke- and fire developments in the tunnel system is especially hazardous because:

-Passengers being seated in other metro wagons than the one with the train driver, have no possibility to alert the train driver that smoke is coming in to the wagon and that there is an urgent need for evacuation.

-Passengers who are evacuated from the tunnel system will be exposed to danger while walking in tracks, both because of smoke and fire and conflict with other metro traffic that is in service.

During the investigation, Oslo T-banedrift AS has introduced precautionary actions that have reduced the number of smoke- and fire developments. Most of the actions are performed on the rolling stock, and some are changes in the education and training of the staff. There have been changes in the company's organisation.

1. INNLEDNING

1.1 Bakgrunn for temaundersøkelsen

Statens havarikommisjon for transport (SHT) har mottatt flere varsler fra Oslo T-banedrift AS om alvorlige hendelser av brann- og røykutviklinger i T-banetog. Forundersøkelser av enkelthendelser har pekt i retning av en del felles omstendigheter og utløsende feilmekanismer. På bakgrunn av dette valgte havarikommisjonen å igangsette en temaundersøkelse. Datagrunnlaget for temaundersøkelsen er 49 hendelser som ble rapportert i tidsrommet fra 1. januar til 11. august 2005. I tillegg har også hendelser ut over nevnte tidsperiode, frem til 1. januar 2007, blitt brukt for å underbygge vurderingene.

En temaundersøkelse bygger på hendelser som ser ut til å ha felles årsaksfaktorer og bakenforliggende faktorer. SHT har i tillegg sett på om pålegg fra myndigheter, endringer i ledelse, organisasjon og endringer i vedlikehold kan ha påvirket sikkerheten i T-banetogene og infrastrukturen.

1.2 Nyttige eller effektive undersøkelsesmetoder

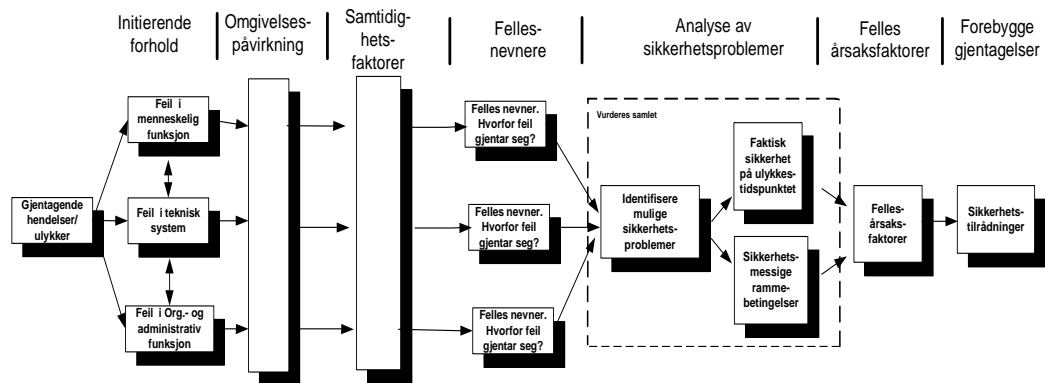
Kartlegging av mønster i hendelsesutvikling og analyser av felles faktorer er basert på innrapporterte hendelser knyttet til røyk og branntilløp i T-banetogene og undersøkelser av disse. Informasjon fra samtaler med berørt personale og ledelse er også benyttet.

1.2.1 Metodikk

Denne undersøkelsen tar for seg flere alvorlige røyk- og branntilløp i T-banetogene med tilsynelatende like hendelsesforløp og årsaksfaktorer. Disse alvorlige hendelsene samles her i en temaundersøkelse hvor den metodiske tilnærming inndeles i to trinn.

Trinn 1 i undersøkelsen har som formål å kartlegge og analysere hvilke av de alvorlige hendelsene/ulykkene som hadde mest mulig likt hendelsesforløp og årsaksfaktorer. For denne undersøkelsen kan dette bety:

- **Felles initierende forhold:** Kortslutning i kjørebremsestand, brann i infrastruktur, motorfeil, kortslutninger, manglende evaluering av brannrisiko i tunnel, manglende kontroll av underliggende punkter, fravær av å ta lærdom av tidligere hendelser, mangelfull sikkerhetsopplæring.
- **Felles omgivelsespåvirkning:** Manglende rengjøring, snø og isdannelser som kan skape lysbuer, manglende vedlikehold på infrastruktur og vognmateriell, T-banetog i tunnel, manglende opplæring.
- **Felles samtidighetsfaktorer:** Høye elektriske strømmer, skitt og snø/is som danner lysbuer, manglende sikringer som bryter strømmen, manglende varsling til fører mens toget er i tunnel, manglende informasjon til trafikklede og førere av T-bane toget.
- **Fellesnevne er:** Mange branninduserende forhold, passasjertrafikk i tunnel, mangler i vedlikehold, brannrisiko.



Figur 2: Metodikkbeskrivelse.

Man har benyttet metodikken beskrevet ovenfor til å identifisere mulige sikkerhetsproblemer, det vil si å vurdere faktisk sikkerhet opp mot sikkerhetsmessige rammebetingelser. Dette betyr at man bl.a. har sett på hvilke sikkerhetsmessige krav som skulle ha vært etablert i henhold til lover, forskrifter og interne sikkerhetsbestemmelser med formål å forebygge røyk- og branntilløp på T-banetogene. I tillegg så man på den faktiske sikkerheten som ble avdekket på hendelses/ulykkestedet på det angjeldende tidspunkt.

For denne undersøkelsen vil det si:

- **Identifisere mulige sikkerhetsproblemer:** Branninduserende forhold, passasjertrafikk i tunnel, dårlig vedlikehold, brannrisiko ikke tatt på alvor, manglende sikkerhetsledelse.
- **Faktisk sikkerhet på ulykkestidspunktet:** Ingen krav til å forebygge branninduserende forhold, manglende sikkerhetsledelse.

- **Sikkerhetsmessige rammebetingelser:** Den kvalitetsmessig utførelsen av vedlikehold på infrastruktur/materiell, forebyggelse av branninduserende forhold, aktiv sikkerhets- og vedlikeholdsledelse.
- **Ytre rammebetingelser:** Lovverk, Statens Jernbanetilsyn, bevilgende myndigheter og styret.

2. FAKTISKE OPPLYSNINGER

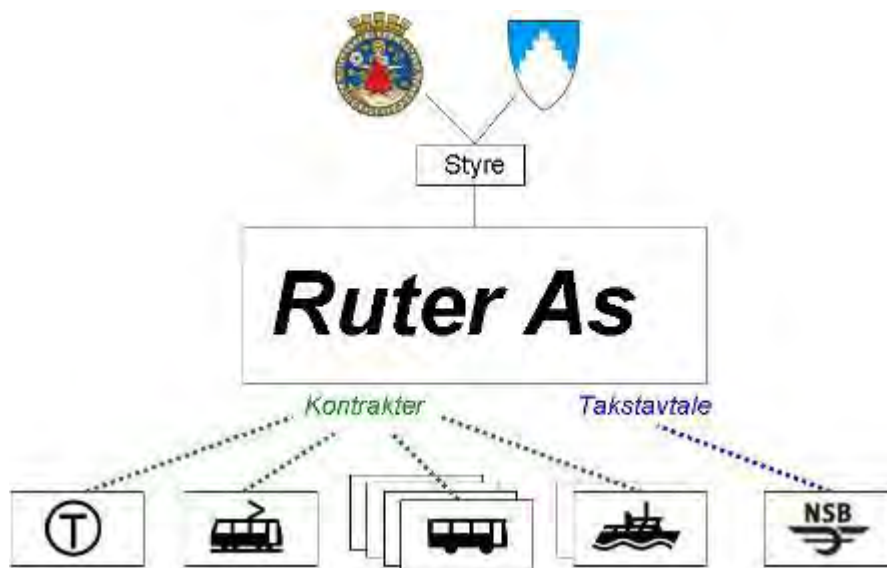
2.1 Organisasjon

2.1.1 Organisasjonsbeskrivelse

AS Oslo Sporveier er et aksjeselskap, heleid av Oslo kommune. 1. juli 2006 ble AS Oslo Sporveier et rent administrasjonsselskap.

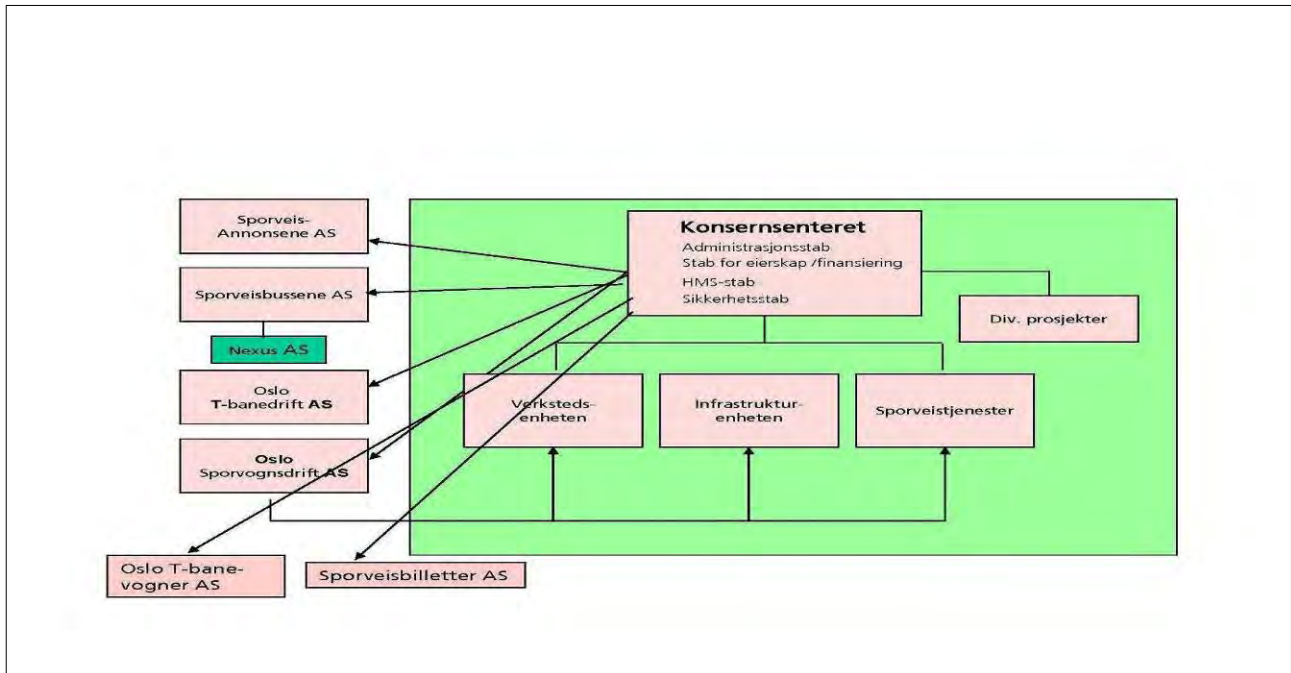
1. januar 2008 ble selskapet Ruter AS etablert. Ruter AS erstatter AS Oslo Sporveier og Stor-Oslo lokaltrafikk AS og er et rent administrasjonsselskap. Det tidligere sporveiskonsernets operative funksjoner videreføres av det kommunalt eide Kollektivtransportproduksjon AS, se nedenfor.

Ruter AS planlegger, administrerer og markedsfører kollektivtrafikken i Oslo og Akershus, forvalter offentlige tilskudd og er et kompetanseorgan for kollektivtrafikk. Selskapets organisatoriske tilknytning til Oslo kommune og Akershus fylkeskommune, samt operativ drift, synliggjøres nedenfor.



Figur 3: Ruter AS' knytning mot Oslo kommune og operativ drift.

Det tidligere sporveiskonsernets operative funksjoner ble fra samme dato videreført av det kommunalt eide Kollektivtransportproduksjon AS (KTPAS), som er organisert på følgende måte:



Figur 4: Organisasjonskart for Kollektivtransportproduksjon AS.

KTPAS er organisert som et konsern med separate operatørselskaper. I figuren ovenfor er konsernet organisert med et konsernsenter og underliggende enheter som verkstedenheten, infrastrukturenheten og sporveistjenester. Trafikkdriften utføres av operatørselskapene som er organisert som aksjeselskaper, henholdsvis Sporveisbussene AS, Oslo Sporvognsdrift AS og Oslo T-banedrift. Disse opererer på kontrakter med Ruter AS.

Ettersom denne rapporten kun omhandler T-banedriften, drøftes her kun Oslo T-banedrift AS og dets relasjon til øvrige enheter/selskaper i Kollektivtransportproduksjon AS.

Oslo T-banedrift AS overtok driften av T-banen 1.7.2003. Selskapet innehar operatørlisensen utstedt av Statens Jernbanetilsyn. Dette medfører at sikkerhetsansvaret for driften er tillagt selskapet. Sikkerhetsansvaret omfatter både vognmaterieell og infrastruktur til operasjonell drift.

Oslo T-banedrift AS har organisert et internt uhellsutvalg. Dette utvalget skal være upartisk, ha fokus på bakenforliggende årsaker til en eventuell hendelse eller ulykke, samt komme med forslag til forbedringer. Utvalget rapporterer til sikkerhetssjefen.

2.1.2 Typer T-banevogner

Oslo T-banedrift AS opererer i dag flere typer T-banevogner, henholdsvis T-1000 serie I – IV, T-1300 serie V – VIII, T-2000 og MX-3000. Bilder av de forskjellige typene vises nedenfor.

I den tidsperioden som omhandles i denne rapporten var det kun typene T-1000, T-1300 og T-2000 som var i operativ drift. Selv om mye av dette materiellet er i ferd med å bli faset ut, mener havarikommisjonen at elementer som behandles i denne rapporten er relevante ved operativ drift av MX-3000.



Figur 5: Bilde type T-1000 serie I – IV.



Figur 6: Bilde type T-1300 serie V – VIII.



Figur 7: Bilde type T-2000.



Figur 8: Bilde type MX 3000.

2.1.3 Vedlikeholdsleverandører

Oslo T-banedrift AS har kontrakt med Verkstedenheten og Infrastrukturenheten i Kollektivtransportproduksjon AS for henholdsvis vedlikehold, korrektiv feilretting og oppgraderinger av vognmateriell og infrastruktur. Kontraktene bygger på kravdokumenter som er styrende for den interne driften hos vedlikeholdsleverandørene.

Undersøkelsen har fokusert på hvordan Oslo T-banedrift AS' sikkerhetsstyringssystem for driften kanalisere forpliktelser vedrørende sikkerhetsfilosofi, sikkerhetsmål og akseptkriterier ut til vedlikeholdsleverandørene. I tillegg hvordan vedlikeholdsleverandørene har materialisert kravene til vedlikeholdsplaner, rutiner, utstyrstyper, opplæring og praksis for tilbakeføring og oppdatering av disse hvis det erfarer sikkerhetsmessige uheldige forhold i forbindelse med vedlikeholdet.

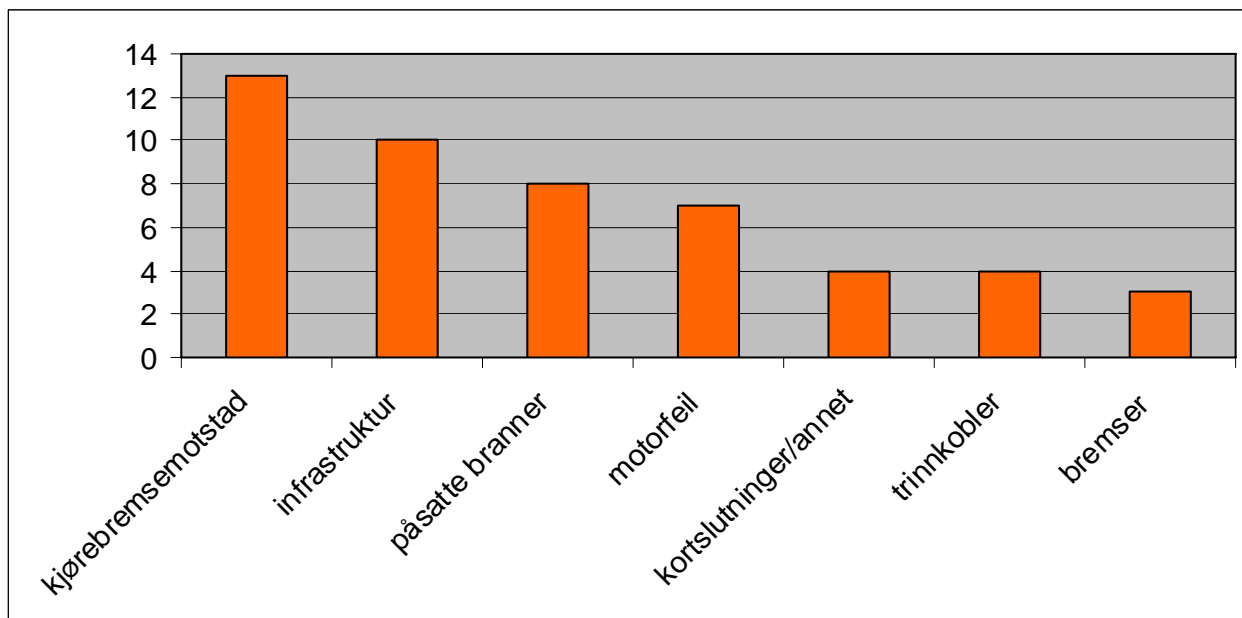
2.2 Hendelser

Fellestrekkene ved de utvalgte hendelsene i temarapporten er at passasjerer har blitt eksponert for røyk. Dette kan være forårsaket av brann og røykutvikling i selve T-banetoget, eller at passasjerene har måttet evakueres i røykfulle tunnelanlegg. I perioden 1. januar 2005 til 11. august 2005 var det totalt 49 hendelser som resulterte i henholdsvis 31 evakueringer og at trafikken ble stanset 18 ganger.

Av totalt 31 evakueringer skjedde 11 i kjørevei eller ved plattform i tunnel, mens de øvrige skjedde i kjørevei eller ved plattform i fri luft.

2.3 Brann- og røykutviklingshendelser fordelt på feilkilder

Brann og/eller røykutviklingen har vært forårsaket av tekniske feil både i T-banetogene og i infrastrukturen. Fordelingen av 49 hendelser i perioden 1. januar 2005 til 11. august 2005 vises i figuren nedenfor:



Figur 10: Fordeling av type hendelser.

Som det fremgår av figuren ovenfor er påsatte branner den tredje største årsaken til røykutvikling. Havarikommisjonen har imidlertid valgt og ikke behandle disse i denne rapporten.

Nedenfor omtales de øvrige feilkildene.

2.3.1 Kjørebremsemotstand

Overslag i kjørebremsemotstanden kan medføre elektrisk lysbue, bl.a. mot innsiden av innsugingsfilteret til varme- og ventilasjonsanlegget. I flere av undersøkelsene viste det seg at det var mekanisk kontakt mellom monteringssskinne og skillevegg mellom kaldluftskanalen og kjørebremsemotstand. Dette har ført til overslag i kjørebremsemotstanden med påfølgende røykutvikling pga. lysbue eller varme i olje/støvbefengte filtre. Røyken har så blitt trukket opp i vognens passasjerområde. Bildet nedenfor viser eksempel på et område som har vært utsatt for lysbue. Se avsnitt 2.4 for videre beskrivelse.



Figur 11: Bilde av kjørebremsekontakt etter lysbue.

2.3.2 Infrastruktur

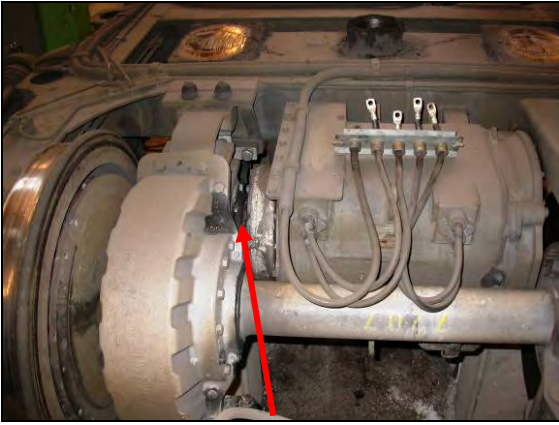
Infrastrukturen representerer den nest største feilkilden til brann/røykutvikling. Infrastrukturen består bl.a. av skinnegang og strømforsyningsystemer. En nærmere beskrivelse av strømforsyningsystemet finnes i avsnitt 2.6.1. Bildet nedenfor viser et eksempel på strømførende kabler som har vært utsatt for brann.



Figur 12: Bilde av kabler som er skadet og lå åpent ved siden av skinnegangen.

2.3.3 Motorfeil

I forbindelse med skifte av motorer har de i enkelte tilfeller ikke blitt montert i riktig høyde i forhold til kraftoverføringen, se figur 13. I tillegg har manglende rengjøring ført til motorhavarier med påfølgende røykutvikling, se figur 14.



Figur 13: Bilde av kraftoverføring fra motor.

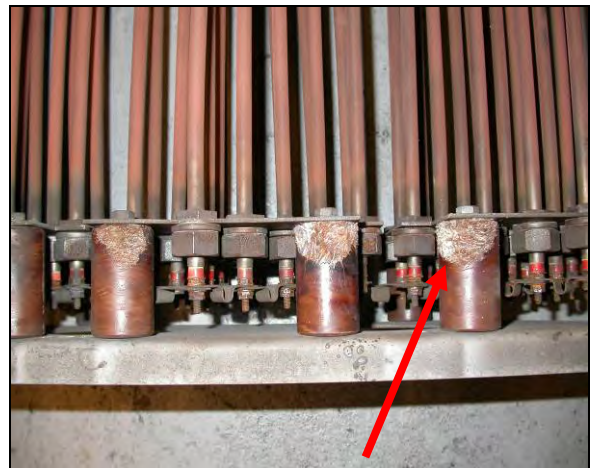


Figur 14: Bilde av motor med tett luftinntak.

Undersøkelsen har avdekket at det ble kvittert for å ha byttet/kontrollert viftemotor og børster i forbindelse med vedlikehold ca. 1 uke før en av hendelsene. Det er grunn til å anta at det ikke ble montert nye børster. Skadeomfanget vises på bildene nedenfor hvor det er skader på både motor og kjørebremsemotstand. Dette utviklet røyk som trengte seg inn i kupeen.



Figur 15: Bilde av viftemotor med manglende børster.



Figur 16: Bilde av skadde isolatorer.

2.3.4 Kortslutninger i strømsko og isolatorer

Kablene og isolatorene er dårlig beskyttet, noe som gjør både dem utsatt for vær og støv som virvles opp fra skinnegangen. Det er registrert elektriske kabler og isolatorer som ikke har vært tilstrekkelig rengjort, med det resultat at det oppsto overslag. Det kan også oppstå overslag mellom strømskinne og strømsko. I tillegg kan det oppstå skader som skyldes uønskede gjenstander i skinnegangen.



Figur 17: Bilde av kabel og isolator ved strøminntak.

2.3.5 Varsellampe for viftefeil

T-banetogets førerrom er utstyrt med et varselsystem for kjørebremsemotstandens driftstilstand. Denne viser viftefeil, men varsler ikke om overopphetning.



Figur 19: Bilde av varsellampe for vifte.

2.3.6 Feilbetjening av sikringer

I alle vognene er det mulig å koble ut kjørebremsemotstandene separat. Dette gjøres ved å legge ut sikringer i den defekte vognen. I noen tilfeller har det blitt koblet ut feil sikringer. Dette kan tilbakeføres til mangelfull opplæring, manglende merking og manglende oppfølging av førerne.

Undersøkelsen har også avdekket at det kan oppstå røykutvikling hvis det skjer betjeningsfeil ved omkobling fra strømsko til pantograf (vogntype T-1300) ved at begge leverer strøm til togsettet samtidig.



Figur 20: Bilde av sikringspanel.

2.4 Kjøleluft

Luften som passerer kjørebremsemotstanden har som hovedfunksjon å kjøle denne. Et spjeld etter kjørebremsemotstanden kan stilles i enten sommer- eller vinterstilling. I sommerstilling ledes oppvarmet luft ut under vognen, mens den i vinterstilling ledes inn i T-banevognens passasjerrom til oppvarming.

Varmluften ledes ut i passasjerrommet gjennom åpninger i setekassene, se bildet nedenfor:



Figur 21: Bilde som viser hvor varmluft kommer opp fra kjørebremsemotstand og inn i passasjerrommet på vogner type T1000 og T1300.

Dersom det oppstår feil med viftemotoren blir ikke kjørebremsemotstanden forsynt med kjøleluft. En direkte konsekvens av dette er at kjørebremsemotstanden kan overopphetes og dermed avgi røyk og gasser, som strømmer inn til passasjerrommet i T-banetoget. De fleste røyk- og branntilløp har hatt sin årsak i overopphetet kjørebremsemotstand. I tillegg vil overoppheting av isolatormaterialene og tilhørende tekniske innretninger avgi gasser.

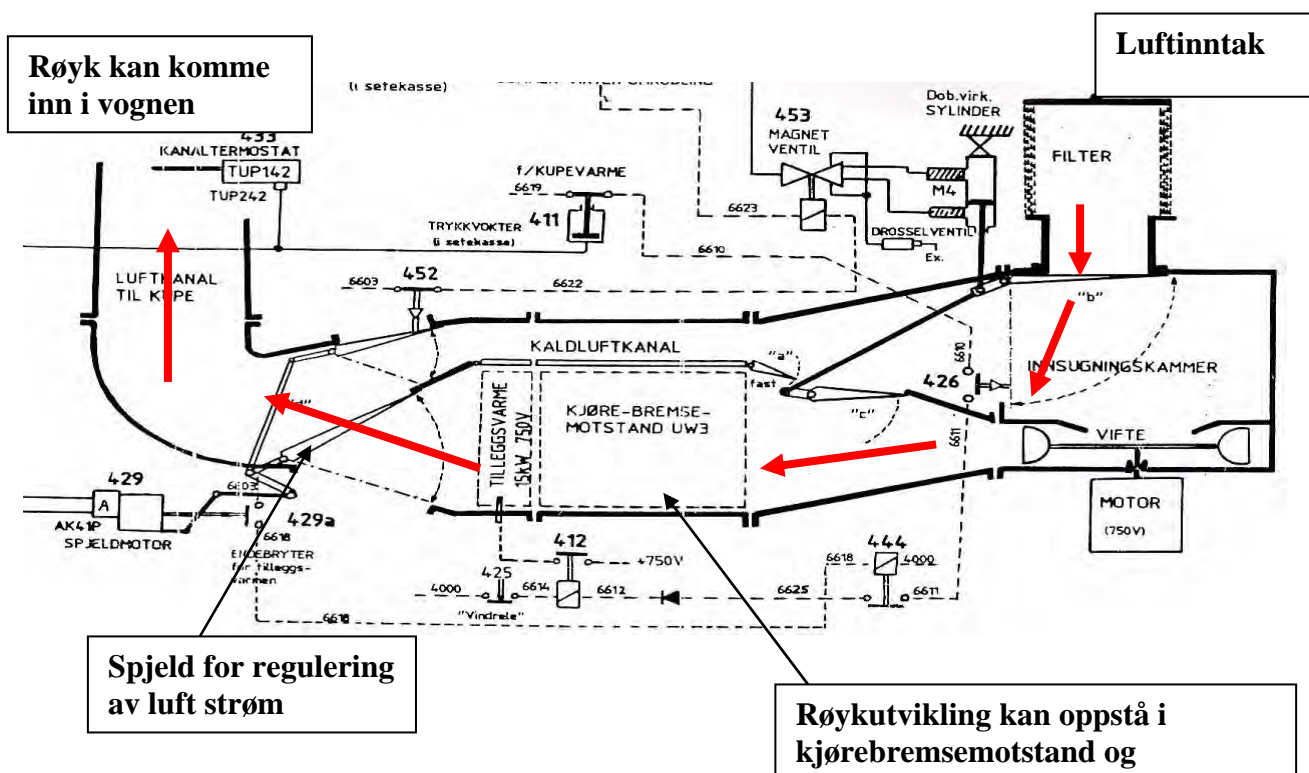
Det er ikke installert systemer som varsler føreren om røykutvikling i varmluftkanalen, eller røyk som trenger inn i denne utenfra. De kjørebremsemotstandene som har vært mest utsatt for brann- og røykutvikling har imidlertid blitt skiftet ut med enheter som ikke er så følsomme for overoppheting.

Det er også installert tilleggsfunksjoner som gir automatisk utkopling av elektrisk brems ved viftefeil.

Temperaturvokteren i varmluftkanalen har ikke blitt kontrollert eller kalibert ved revisjoner. Denne regulerer styretrykket som igjen styrer spjeldmotoren. Luftgjennomstrømmingen øker og dermed reduseres temperaturen i varmluftkanalen.

I et tilfelle ble det påvist feil på en av strømavtakerne. Dette førte til at omformeren ikke virket på den aktuelle vognen. Av den grunn ble lydvarselet (varselsummeren) koblet ut og det ble derfor ikke registrert og varslet feil da ytterligere en vogn feilet. Føreren fikk ikke varsel, og dette førte til røykutvikling i vognen.

Figuren nedenfor viser en prinsippskisse for kjøleluftarrangementet:



Figur 22: Skisse av kjølesystemet for kjørebremsemotstanden.

2.5 Krav til vedlikehold

Det er ikke krav i Kravforskriften at sikkerhetsrelaterte vedlikeholdspunkter skal være S-merket. Imidlertid heter det i Kravforskriften, §11-3. Teknisk dokumentasjon at:

Jernbaneforetaket skal ha oppdatert teknisk dokumentasjon for alle systemer, deler og komponenter. Dokumentasjonen skal kunne bekrefte at systemer, deler og komponenter er i samsvar med de nasjonale og internasjonale standarder som er lagt til grunn for prosjektering og bygging av det rullende materiellet. Dokumentasjonen skal beskrive de forutsetninger og begrensninger som er knyttet til det rullende materiellens utforming.

Jernbaneforetaket skal vedlikeholde det rullende materiellet. Vedlikeholdet skal sikre at ingen systemer, deler eller komponenter forringes så mye at det fører til funksjonssvikt. Blant annet skal

sikkerhetsmessige grenser for slitasjeutsatte deler være angitt, og terminer for vedlikehold og utskifting for alle sikkerhetskritiske komponenter skal angis. Jernbaneforetaket skal dokumentere utført vedlikehold.

2.5.1 S-merking

Det er innført S-merking av et relativt høyt antall punkter i vedlikeholdsinstruksene. S-merking henviser til sikkerhetsrelaterte systemer eller delsystemer som bl.a. krever dobbelsignatur etter godkjent vedlikehold eller kontroll. Dobbelsigneringen foretas av to vedlikeholdsoperatører som begge oppfyller dokumenterte kompetansekrav. Kvaliteten kontrolleres med både intern- og stikkprøvekontroller. I 2004 ble S-merkesystemet endret når det gjelder definisjoner av henholdsvis stoppende feil og ikke stoppende feil.

2.5.2 Vedlikeholdsintervaller

Vedlikeholdsintervallene er forskjellige for de ulike vogntypene. For T-vognene type T-1000/T-1300 er intervallene henholdsvis 2500 km, 20000 km, 80000 km og 400000 km.

For type T-2000 er vedlikeholdsintervallene henholdsvis 2500 km, 20000 km, 80000 km og 800000 km.

For type MX3000 er vedlikeholdsintervallene styrt av både kilometerpåløp og tid. Vedlikeholdet skal gjennomføres ut fra hvilket kriterium som trer inn først. Det laveste vedlikeholdsintervall er 10000 km eller 30 dager. Videre er intervallene 30000 km eller 3 måneder, 60000 km eller 6 måneder osv.

De lavere vedlikeholdsintervallene omfatter i hovedsak kontroll og førstelinje vedlikehold. De høyere vedlikeholdsintervallene kan også inkludere tyngre reparasjoner og revisjoner. Noen av punktene i vedlikeholdet er klassifisert som sikkerhetsrelatert og merket S i vedlikeholdsinstruksene.

2.6 **Infrastruktur**

2.6.1 Strømforsyningsanlegg

Store deler av T-banens strømforsyningsanlegg (KL- anlegg) er bygget i 1928, hvor enkelte komponenter ikke har vært byttet ut siden anlegget var nytt. KL- anlegget er et 750 volts likestrømsanlegg med to forskjellige strømforsyningssystemer til togene. Det benyttes kjøreledning eller strømskinne, se bilder nedenfor. Det er i dag systemomkopling på Frøn stasjon for Frognerseterbanen som har kjøreledning. Tidligere var det også systemomkobling til kjøreledning ved Montebello stasjon på Kolsåsbanen, men denne er nå stengt for ombygging til metrostandard. Ellers benyttes strømskinne.

Likeretterstasjoner mater strøm til linjenettet for ca hver 2 km langs skinnegangen. På fellesstrekningen i tunnelen under Oslo sentrum er avstanden noe mindre. Normal drift tilsier at kun ett T-banetog starter fra hver likeretter av gangen. Ved opphopning av tog vil det være noe avvik fra dette, men da må strømforbruket i hvert enkelt tog begrenses. Tosidig innmating for to tog på samme strekning vil trekke strøm fra to forskjellige likeretterstasjoner. Likeretterstasjonene skal ha korslutningsvern. I et tidligere tilfelle var korslutningsvernet forbikoblet (Jb rapport 7/2005). Dette førte til at det oppsto røykutvikling etter at høye strømmer (flere tusen ampere) smeltet kablene i strømforsyningsanlegget. Det er viktig at det er korslutningsvern i likeretterstasjonene og at disse er riktig justert, (Se JB rapport 07/2007) spesielt med tanke på MX3000 som bl.a. trekker høyere

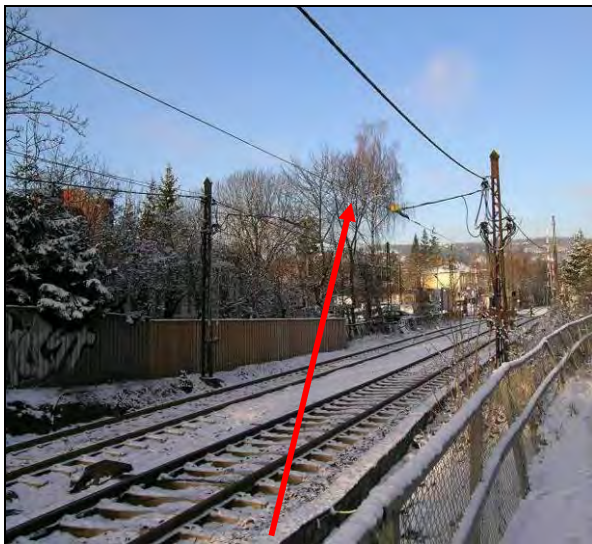
startstrøm. Systemet trekker mer strøm ved større trafikkmengde og samtidighetsstart av materiell som forårsaker store strømmer i kortslutning, og det er derfor viktig at overstrømsvernene blir kontrollert med hensyn på definerte utkoblingsverdier.

Varsling om tekniske eller forsyningsmessige feil i strømforsyningsanlegget, eller driftsforhold som kan føre til feil, varsles ikke automatisk til trafikkleder. Dette blir først varslet når en T-banefører oppdager feilen.

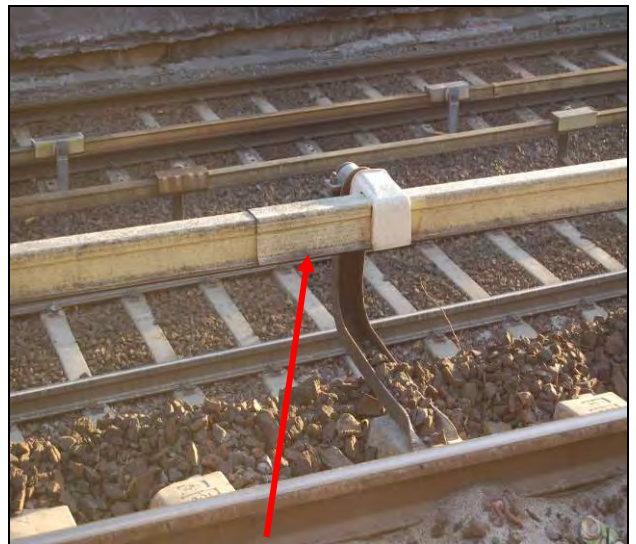
På enkelte plattformer er strømskinnen utsatt for drypp fra plattformkanten. På vinteren kan dryppene være saltholdige og derfor resultere i elektriske overslag.

Strømskinnebukken er av stål med svært liten avstand til underlagsplaten, noe som kan føre til overslag. Det er funnet isolatorer med sprekker og av feil type. På Furusetbanen var strømskinnen montert ved feil temperatur, noe som gjorde at den ikke var montert med riktig spenn. Dette forholdet gjør at skinnen kan forskyve seg.

Som nevnt tidligere trekker MX3000 togene høyere strøm enn eldre materiell. Dette vil kunne påvirke driftsforholdene i strømforsyningsanleggene.



Figur 23: Bilde av kjøreledning på et KL anlegg som forsyner T-banetog med 750V likestrøm gjennom togets takstrømvatager.



Figur 24: Bilde av strømskinne som forsyner T-banetog med 750 volt likestrøm gjennom togets strømsko.

2.6.2 Skader på infrastruktur og kjørevei

Skader på infrastruktur har som oftest omfattet skader på strømkabler og overslag gjennom isolatorer. I følge synergirapportene har linje 2 Furusetbanen, linje 3 Østensjøbanen og fellesstrekningen gjennom sentrum vært mest utsatt for skader. Havarikommisjonen kjenner ikke til hvorfor disse banestrekningene er spesielt utsatt for skader, bortsett fra at linje 2 har en annen type isolatorer enn de øvrige linjene. Den høye trafikbelastningen gjennom fellestunnelen kan muligens ha en innvirkning.

2.7 Personskader

Det er ikke registrert skader på passasjerer som følge av brann/røykutviklingene. Risikoen for personskader er imidlertid høy, spesielt på grunn av at store deler av T-banesystemet ligger i tunnel.

I noen tilfeller har T-banetogførere blitt sendt til legevakten for kontroll etter røykutvikling. Havarikommisjonen er ikke kjent med om andre har oppsøkt legevakt for slik kontroll.

2.8 Overlevelsesaspekter

Beslutningen om å gjennomføre en temaundersøkelse av branntilløphendelsene ble tatt på grunnlaget av det risikopotensialet som ligger i brann/røykutviklinghendelser med tanke på mulige konsekvenser for passasjerer, personale og personer på plattformer. Tid er en kritisk faktor for overlevelse i forbindelse med brann- og røykutvikling. Evakuering av et stort antall personer fra tunnelområdene må derfor tillegges stor vekt i all opplæring av personell. Instruks og prosedyrer må være lett forståelige.

Hvis trafikkleder mottar melding om brann- eller røykutvikling i tunnel skal han/hun følge instruks for brann- og røykutvikling i tunnel, se avsnitt 6.1.

Det er viktig at de som er ansvarlig for evakueringen er kjent med de farer dette representerer. Bl.a. er det berøringsfare med strømskinner og strømvaktakere, fare for møtende og etterfølgende tog, røykfylte sjakter osv. Dette illustrerer hvilke utfordringer de ansvarlige for slik evakuering står overfor, og hvor viktig det er å nå ut til passasjerene med informasjon. Se for øvrig vedlegg punkt 8.2.

2.9 Opplæring og seleksjon

2.9.1 Trafikklederopplæring

Trafikkledersentralen skal være bemannet med personale som har nødvendig trening og kjennskap om driften. Trafikkledere rekrutteres i hovedsak fra T-banetogførere.

Trafikkleder må oppfylle kravene i helsekravforskriften og ha gode norskkunnskaper. I tillegg kreves minimum grunnskole, og førerkort for bil klasse B.

Trafikkleder skal arbeide etter de instruks som er gitt i håndbok for tjeneste på tunnelbane (TD-TS-H0001), samt tilleggsinstruks og oppslag.

Trafikklederne skal ha oversikt over alle togbevegelser, hvilke spor som skal trafikkeres, signalstatus for togfremføringen og utkoblingsmulighet av kjørestrøm til T-banesystemet. Trafikklederne har ansvar for varsling av alle beredskapsoperasjoner til nødetater og administrasjon. I tillegg beslutter han/hun om T-banetoget skal kjøre inn i en tunnel selv om det skulle være tekniske feil med toget, samt hvorvidt fremføring av tog skal opprettholdes, stoppes eller kjøres ut av tunnelen ved en eventuell brann/røykutvikling.

Trafikkleder og fører kommuniserer via radiosamband (JB rapport 6/2005). AIS (Avvik/aktiviteter i sporet) er trafikklederinformasjon om feil eller begrensinger ved spor, signaler, infrastruktur og arbeid i sporet. Denne informasjonen skal trafikkleder sette seg inn i før skiftet starter, samt lese øvrig informasjon som fordeles via internposten. Informasjon av betydning for togførerne formidles med kjøretavlen. Kjøretavlen er en bok som plasseres i førerrommet på T-banetoget. Internpost benyttes også til formidling av informasjon til togførerne.

Trafikkleders arbeidstid er inndelt i skift fra henholdsvis kl 0600-1430, kl 1400-2230 og kl 2200-0630. Dette gir mulighet til at avgående team har en gjennomgang med påtroppende team for å evaluere hendelser som eventuelt har vært på skiftet.

Opplæringen av trafikkleder har en kurslengde på ca 12 uker fordelt på 3 moduler. For å bli trafikkleder er det krav til dokumentert kunnskap om følgende:

Praktisk trafikkleddelse så som årvåkenhet i forhold til å oppdage avvik, ligge i forkant slik at en om mulig unngår/minimaliserer avvik, være beslutningsdyktig og kunne ta ansvar og initiativ. I tillegg kreves god kommunikasjon internt i teamene og mot andre avdelinger samt ha god operativ kommunikasjon med togførere. Det kreves å kunne forholde seg til styringssystemet med prosedyrer og instruksjoner, og basert på disse sørge for at nødvendig informasjon og beslutninger blir gjort kjent for de respektive. Trafikkleder skal ha tilstrekkelig teknisk forståelse slik at han/hun kan betjene de tekniske innretningene i sentralen, samt kunne motta og følge opp alle meldinger fra driften og håndtere alvorlighetsgraden. Trafikklederne skal kunne håndtere strømutførelse, forstå sikkerhet og eventuelle problemstillinger ved feil. De skal kunne sikre vekslere og signaler, håndtere og forstå de ulike problemstillingene ved feil med togene eller i infrastrukturen.

Trafikklederne må gjennomgå jevnlig repetisjonskurs bl.a. av sikkerhetsbestemmelsene og evakuering av tog. I tillegg må de gjennomgå jevnlig helsekontroller i henhold til helsekravforskriften.



Figur 25: Bilde av trafikkleders arbeidsplass.

2.9.2 Føreropplæring

For å bli ansatt som togføreraspirant kreves at vedkommende tilfredsstiller kravene i helsekravforskriften og har gode norskkunnskaper. I tillegg kreves minimum grunnskole og førerkort for bil klasse B. Det stilles krav til fargesyn og hørsel.

Togføreropplæringen har en kurslengde på ca 12 uker og følger opplæringsplan for togførere, DTT12-12. Opplæringen består av både en teoretisk og praktisk del, samt øvelse i simulator. Avsluttende eksamen består av tre deler. Del en er oppkjøring med passasjerer hvor føreraspiranten må dokumentere kunnskap overfor sensor. Del to omfatter oppstart og klargjøring av T-banetoget.

Her er det lagt inn feil på toget som aspiranten skal finne. Del 3 er oppkjøring uten passasjerer. Her skal eleven vise i praksis at hun/han kan bruke feilsøkingsskjema, om mulig korrigere feilen og gi riktige meldinger til trafikkledeisen og gi tilstrekkelig informasjon til passasjerene.

Etter at aspiranten har gjennomført og bestått føreropplæringen kreves det ny kontroll etter helsekravforskriften hvert 5. år, etter fylte 45 år hvert 3. år og etter fylte 60 år hvert år. Godkjente førere må bl.a. gjennomgå teoretisk og praktisk repetisjon av vognkunnskap og sikkerhetsbestemmelsene hvert tredje år. Det er krav til repetisjon av evakuering i tunnel og ute på linjen hvert andre år.

2.9.3 Sikkerhetsstyringssystemet

I bedrifter med virksomhet bestående av mange og kompliserte operasjonelle systemer hvor feil, utilsiktede handlinger eller uteblivelse av sikkerhetstiltak i virksomheten kan føre til alvorlig personskade eller dødsfall, er det en utfordring å kunne følge opp systematisk forhold som kan påvirke sikkerheten.

Sikkerhetsstyringen skal omfatte alle forhold som kan ha betydning for sikkerheten. Dette omfatter både prosedyrer, instruksjoner og tiltak som er gjennomført for å redusere risikoen for jernbaneulykker, alvorlige jernbanehendelser og jernbanehendelser til et akseptabelt nivå, og alle andre forhold hvis gjennomføring direkte eller indirekte kan påvirke sikkerheten. Avsnitt 2.10 viser relevante lover og forskrifter om krav til sikkerhetsstyringssystemet.

2.10 **Lover og forskrifter**

Mer utfyllende om refererte lover og forskrifter finnes på henholdsvis Statens Jernbanetilsyns nettsted <http://www.sjt.no> og DSBs nettsted <http://www.dsb.no>.

2.10.1 Lover og forskrifter

Lov av 11. juni 1993 nr. 100 om anlegg og drift av jernbane, herunder sporvei, tunnelbane og forstadsbane m.m. (jernbaneloven).

Lov av 14. juni 2002 om vern mot brann, eksplosjon og ulykker med farlig stoff og om brannvesenets redningsoppgaver (brann- og eksplosjonsvernloven) med tilhørende forskrifter.

Lov av 24. mai 1929 om tilsyn med elektriske anlegg og elektrisk utstyr (EL-tilsynsloven) med tilhørende forskrifter.

Forskrift 2006 nr. 1356 om krav til sporvei, tunnelbane og forstadsbane, og sidespor m.m. (kravforskriften).

Forskrift 2005-12-16 nr 1489: Forskrift om tillatelse til å drive sporvei, tunnelbane og forstadsbane, samt sidespor m.m. (tillatelsesforskriften).

Forskrift 16. desember 2005 nr. 1490 om lisens, sikkerhetssertifikat og om tilgang til å trafikere det nasjonale jernbanenettet, samt sikkerhetsgodkjenning for å drive infrastruktur (lisensforskriften).

FOR 2006-03-31 nr 379: Forskrift om varslings- og rapporteringsplikt i forbindelse med jernbaneulykker og jernbanehendelser (varslings- og rapporteringsforskriften).

Forskrift 18. desember 2002 nr. 1679 om opplæring av personell med arbeidsoppgaver av betydning for trafikksikkerheten ved jernbane, herunder sporvei, tunnelbane og forstadsbane m.m. (opplæringsforskriften).

Forskrift 18. desember 2002 nr. 1678 om krav til helse for personell med arbeidsoppgaver av betydning for trafikksikkerheten ved jernbane, herunder sporvei, tunnelbane og forstadsbane m.m. (helsekravforskriften).

Dette er overordnede krav og reguleringer for de som bl.a. driver og opererer jernbane i Norge.

Nedenfor gjengis relevante paragrafer fra styrende forskrifter og lover:

FOR-2005-12-16-1489: Forskrift om tillatelse til å drive sporvei, tunnelbane og forstadsbane, samt sidespor m.m. (tillatelsesforskriften).

§ 3-7. Sikkerhetsstyringssystem m.m.

Virksomheten må ha et sikkerhetsstyringssystem som tilfredsstiller kravene i kravforskriften.

Virksomheten må også kunne oppfylle spesifikke krav som er nødvendige for sikker drift.

For å dokumentere at kravene i første ledd er oppfylt må jernbanevirksomheten fremlegge en beskrivelse av hvordan sikkerhetsstyringssystemet sikrer samsvar med krav i eller i medhold av jernbaneloven og andre regler som gjelder for virksomheten.

FOR 2006-12-06 nr. 1356: Forskrift om krav til sporvei, tunnelbane og forstadsbane, og sidespor m.m. (kravforskriften).

§ 3-3. Barrierer

Jernbanevirksomheten skal ha barrierer som reduserer sannsynligheten for at feil og fare- og ulykkessituasjoner utvikler seg. Barrierene skal begrense mulige skader og ulemper. Der det er nødvendig med flere barrierer, skal det være tilstrekkelig uavhengighet mellom barrierene.

Virksomheten skal planlegges, organiseres og utføres med henblikk på at enkeltfeil ikke skal føre til tap av menneskeliv eller alvorlig personskade.

Det skal være kjent i virksomheten hvilke barrierer som er etablert og hvilken funksjon de skal ivareta.

§ 4-1. Sikkerhetsstyring

Jernbanevirksomheten skal utøve sikkerhetsstyring av den virksomhet som drives.

§ 4-2. Krav om sikkerhetsstyringssystem

Jernbanevirksomheten skal ha et sikkerhetsstyringssystem.

§ 4-3. Krav til sikkerhetsstyringssystem

Sikkerhetsstyringssystemet skal være tilpasset virksomheten og den aktivitet som drives og skal omfatte alle forhold knyttet til virksomheten, herunder bruk av leverandører. Videre skal det tas hensyn til risikoforhold som oppstår som følge av andre jernbanevirksomheter og tredjeparts virksomhet.

Jernbanevirksomheten skal ha interne bestemmelser som er nødvendig for at virksomheten drives sikkerhetsmessig forsvarlig og som utfyller krav i eller i medhold av jernbaneloven.

§ 4-4. Ledelsens gjennomgang og interne revisjon av sikkerhetsstyringssystemet

Jernbanevirksomheten skal systematisk gjennomføre interne revisjoner av sikkerhetsstyringssystemet for å vurdere om det er tilfredsstillende implementert, vedlikeholdt og om det tilfredsstillende krav i eller i medhold av jernbaneloven, samt kravene til sikkerhetsstyringssystem som jernbanevirksomheten har etablert.

Jernbanevirksomhetens ledelse skal regelmessig foreta en gjennomgang av sikkerhetsstyringssystemet for å sikre at det er hensiktsmessig, tilstrekkelig og virker effektivt.

§ 4-5. Dokumentasjon

Sikkerhetsstyringssystemet skal dokumenteres. Dokumentasjonen skal være gjort tilgjengelig og kjent for alt personell i virksomheten med behov for slik tilgang.

Jernbanevirksomheten skal ha interne bestemmelser om styring og kontroll av dokumentene som inngår i sikkerhetsstyringssystemet. Dokumentasjonen skal være sporbar.

§ 5-1. Akseptkriterier

Jernbanevirksomheten skal ha akseptkriterier for alle forhold av betydning for sikkerheten, vurdert ut fra sannsynlighet og konsekvens. Vurderingene som ligger til grunn for utformingen av kriteriene skal fremgå.

§ 5-2. Risikoanalyser

Jernbanevirksomheten skal planlegge og gjennomføre risikoanalyser som er nødvendige for at virksomheten drives sikkerhetsmessig forsvarlig. Risikoanalysene skal planlegges og gjennomføres på en systematisk og koordinert måte gjennom alle virksomhetsfaser.

Det skal gå klart fram hva som er formålet med den enkelte analysen og hvilke forutsetninger og avgrensninger som er lagt til grunn.

§ 5-3. Oppfølging av risikoanalyser

Jernbanevirksomheten skal systematisk følge opp forutsetningene for, avgrensningene og resultatene av risikoanalysene.

§5-4. Oppdatering av risikoanalyser

Jernbanevirksomheten skal oppdatere risikoanalysene når endringer i forutsetningene og avgrensningene enkeltvis eller samlet påvirker resultatene av analysene, eller når det foreligger annen ny kunnskap som er av betydning for resultatene av analysene.

Jernbanevirksomheten skal ha en samlet oversikt over de risikoanalyser som er utført. Det skal sikres konsistens mellom analyser som utfyller eller bygger på hverandre.

§11-3. Jernbaneforetaket skal ha oppdatert teknisk dokumentasjon for alle systemer, deler og komponenter. Dokumentasjonen skal kunne bekrefte at systemer, deler og komponenter er i samsvar med de nasjonale og internasjonale standarder som er lagt til grunn for prosjektering og bygging av det rullende materiellet. Dokumentasjonen skal beskrive de forutsetninger og begrensninger som er knyttet til det rullende materiellets utforming.

§13-7. Tillatelse til å ta i bruk rullende materiell m.m.

Før rullende materiell tas i bruk på infrastrukturen, skal det foreligge tillatelse til å ta det rullende materiellet i bruk dersom ikke annet følger av internasjonale avtaler. Dersom det senere foretas endring av det rullende materiellet, skal Statens jernbanetilsyn vurdere om endringen er av en slik art at ny tillatelse til å ta i bruk det rullende materiellet, eventuelt tillatelse til å ta i bruk endringen, er nødvendig.

LOV 2005-06-03 nr 34: Lov om varsling, rapportering og undersøkelse av jernbaneulykker og jernbanehendelser m.m. (jernbaneundersøkelsesloven).

§ 14. Forklaringsplikt til undersøkelsesmyndigheten mv. Enhver plikter på forlangende, og uten hensyn til taushetsplikt, å gi undersøkelsesmyndigheten de opplysninger han eller hun sitter inne med om forhold som kan være av betydning for undersøkelsen. Enhver som forklarer seg har rett til å la seg bistå av advokat eller annen person under forklaringen.

3. ANALYSE

Denne temarapporten ønsker å finne svar på er hvorfor så mange brann- og røykutviklinger skjedde i løpet av perioden 1. januar 2005 til 11. august 2005. Dette er gjort ved å analysere hva som var etablert, eller skulle vært etablert, av sikkerhetssystemer og barrierer for å forebygge denne type hendelser, samt at vi har kategorisert de ulike branntilløpene.

3.1 Tekniske og operative årsaksfaktorer

Vurderingene som er angitt nedenfor er basert på funn.

Et vedlikeholdssystem som er basert bare på instruksjoner, uten sjekklister, vurderes som vanskelig å følge i praksis. Hvis systemet er av en slik form, og innholdet er vanskelig å gjennomføre i praksis, bør vedlikeholdssystemet endres og gjøres mer hensiktsmessig. I 2005 var det ikke utarbeidet sjekklister.

Dagens instruksjoner inneholder sjekklister hvor vedlikeholdsoperatørene skal kvittere for gjennomføring av hvert vedlikeholdspunkt. Instruksene og sjekklisterne blir jevnlig revidert både internt hos vedlikeholdsleverandørene og av Oslo T-banedrift AS. Dette gjøres for å fange opp eventuelle endringsbehov, at medarbeiderne har forstått innholdet og for å vise at organisasjonen har tilstrekkelig kompetanse til å gjennomføre de enkelte punktene i vedlikeholdsinstruksene. Det er også viktig at instruksene er i en slik form at de kan benyttes av eksterne firma som leies inn til å utføre oppdrag.

Det bør vurderes et bedre system for rengjøring av elektriske komponenter på infrastruktur og T-banetogene. Manglende rengjøring kan forringe bl.a. isolasjonsevnen i isolatorer og kabler. Dette kan føre til elektriske overslag og gnister. Flere branntilløp og røykutviklinger kunne vært unngått hvis rengjøring av elektriske komponenter hadde vært systematisk utført. Renholdet av elektrisk utstyr på vognene har blitt bedre de senere år siden dette nå gjennomføres hyppigere enn tidligere.

Nye T-banetog av typen MX3000 trekker mer strøm enn eldre typer. Strømforsyningsanleggene blir dermed mer sårbare overfor overoppheting på grunn av høyt strømtrekk, hvis det ikke iverksettes nødvendige tiltak. Tiltakene kan være forsterking av dagens anlegg, utskifting eller reduksjon i togenes strømforbruk. Det er viktig at de elektriske vernene ikke justeres opp eller forbikobles, siden dette kan føre til røykutvikling og mulig brann, som vist i rapport nr 7/2005 hvor overstrømsvernet var forbikoblet.

T-banetogene er utstyrt med et lydvarselsystem som skal tre i funksjon ved eventuelle feil i toget. Hvis føreren oppfatter at det er feil med selve varselsystemet, og kopleter dette ut vil det ha uheldig effekt dersom reelle feil ikke blir oppdaget. Konsekvensen kan være at det oppstår brann- og røykutvikling som det tar lengre tid å registrere.

Et relativt stort antall av kontrollene som gjennomføres etter vedlikehold, reparasjoner og revisjoner er S-merket i instruksene. S-merkingen henviser til sikkerhetsrelaterte deler av systemer, som stiller krav til tekniske akseptkriterier. I 2004 ble S-merkesystemet endret når det gjelder definisjoner av henholdsvis stoppende feil og ikke stoppende feil. Havarikommisjonen er usikker på hvorvidt denne type system i virkeligheten gir en sikkerhetsmessig gevinst, ettersom vedlikeholdsfokuset kan bli rettet mot delsystemer i stedet for totalsystemene. Det er ikke krav om at vedlikeholdspunkter skal S merkes, ref. § 5-1. kravforskriften. Det er imidlertid krav til bruk av analyser og kriterier for akseptabel risiko.

Trafikkleders/togførers instruks ved evakuering vurderes som for omfattende og uoversiktlig siden den inneholder for mye informasjon, som kan føre til redusert oversikt ved en eventuell evakuering. Trafikkleder må i tillegg til egen instruks også være kjent med togførers instruks og tilrettelegge for denne. Utformingen av instruks vurderes som uheldig spesielt med tanke på hvor "stressende" en evakuering kan oppfattes å være, samt at man har begrenset tid til rådighet. Ettersom det er forbundet med fare å bevege seg i sporet og langs toget er det nødvendig at evakueringen skjer kontrollert og at passasjerer ikke starter evakuering på egenhånd.

Rutinene ved evakuering, samt innholdet i evakueringsøvelsene, bør gjennomgås. Det bør bl.a. vurderes om det utstyret som i dag benyttes ved en eventuell evakuering er tilstrekkelig. Spesielt bør det fokuseres på sambandsutstyr som benyttes til å informere passasjerer og lede disse i riktig retning vekk fra T-banetoget. Det bør også vurderes om elever skal godkjennes som fører uten å ha gjennomført både teoretisk og praktisk kurs i evakuering.

Undersøkelsen har avdekket at det i et tilfelle gikk hele 10-20 min før togfører varslet trafikkleder om en hendelse, og som førte til evakuering. På det tidspunktet hadde passasjerene startet evakuering på eget initiativ, noe som kan være livsfarlig ettersom det fortsatt var spenning over strømskinnene, samt at det var trafikk i nabosporet. Informasjonen som gis til passasjerene må være rask, informativ og korrekt.

De samme forhold gjelder for kommunikasjonen mellom togfører og togleder for å sikre at evakuering kan forløpe uten risiko. Det bør gjennomføres samtredning gjennom kontrollerte øvelser, slik at involvert personell er best mulig forberedt. Denne type praktisk samtredning inngår ikke i dagens opplæringsplaner. Oslo T-banedrift AS har anskaffet nytt simulatorutstyr som på sikt kan tilpasses til å dekke samtredning.

Havarikommisjonen vurderer at det var flere sikkerhetsbarrierer som manglet for å forhindre uønskede konsekvenser av enkeltfeil. Det vises til bl.a. feilbetjening av brytere og sikringer, utkobling av lydvarselsystem, kobling av lasker i infrastrukturen, manglende overspenningsvern osv. Siden det ikke var tilstrekkelige innbygde barrierer førte feilhandlingene til uønskede konsekvenser. Dette er elementer som det må fokuseres på i opplæringen av alle som er involvert i den daglige driften slik at det kan etableres både gode rutiner og funksjonelle barrierer.

Det bør også vurderes en full gjennomgang og kontroll av de eldste kontaktledningsanleggene med fokus på barrierer mot feil utkobling av strøm på T-banenettet. Videre bør Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, i samarbeid med Statens Jernbanetilsyn, vurdere å gjennomføre tilsynsbefaring av strømforsyningsanlegget. Havarikommisjonen er kjent med at Statens Jernbanetilsyn er av den oppfatning at tilsyn med strømforsyningsanlegg ikke faller inn under deres myndighetsområde.

3.2 Årsaksfaktorer relatert til sikkerhetsstyring og ledelse

Undersøkelsen har avdekket at kilometerløpet mellom hver vedlikeholdstermin for de eldste T-banetogene ble endret i 2004. For eksempel er et vedlikeholdsintervall endret fra 16000 til 20000 km. Selv om kilometerintervallet ble økt, gjennomføres vedlikeholdet tidsmessig like ofte som før omleggingen ettersom hver T-banevogn i dag kjører lenger i hvert driftsdøgn enn tidligere. Sannsynligheten for at denne endringen skulle innvirke på hyppigheten av brann- og røykutvikling anses derfor som liten. Rengjøring av elektriske komponenter skjer nå oftere enn tidligere, noe som kan ha bidratt positivt til å redusere sannsynligheten for brann- og røykutvikling.

Det fremkom i undersøkelsen at Oslo T-banedrift AS tilskriver økningen i antall feil i det aktuelle tidsrom til materiellets alder. Havarikommisjonen ser at dette kan være en medvirkende årsak, men ser også at manglende mottakskontroll ved supplering av reservedeler og utstyr kan ha hatt en medvirkende årsak. Et eksempel på dette er en leveranse av monterings Skinner for kjørebremsemotstanden, hvor den nye leveransen av monterings Skinnen utløst kortslutning på grunn av mindre klaring mellom strømførende leder og jord enn i tidligere løsning. Kontroll i ettertid viste at den nye T-skinnen som var levert hadde et noe høyere steg enn tidligere leveranse.

Ved kjøring på Frognersteterbanen må T-banetogene skifte mellom strømskinne og kjøreledning. Tidligere gjaldt dette også for Kolsåsbanen, men denne banestrekningen er nå stengt for ombygging og oppgradering. For å skifte mellom strømskinne og kjøreledning kan togføreren bl.a. betjene sikringspanelet for å slippe lyden av varselsummeren. Undersøkelsen har vist at denne handlingen ofte medførte feilbetjening av sikringer.

Sikkerhetsstyringen må være gjennomgående, og omfatte alle enheter og avdelinger som er delaktige i driften av T-banesystemet. Det er derfor uheldig at samme sikkerhetskritiske feil oppsto flere ganger. Sikkerhetsstaben i Oslo T-banedrift AS har ansvar for dette, samt å sikre at det er felles forståelse for disse oppgavene i organisasjonen. I tillegg bør det være en hensiktsmessig rapporteringsvei til de besluttede deler av organisasjonen, slik at eventuelle nødvendige tiltak kan iverksettes raskt. Det er viktig at systemet blir opprettholdt også i forbindelse med organisasjonsendringer.

Jernbanevirksomheten må utarbeide et sikkerhetsstyringssystem basert på en sikkerhetsfilosofi, akseptkriterier, analyser, risiko, erfaring, ulykkesbilde og bedriftens sikkerhetsoppfølgingsplan. Det skal måle om det forebyggende sikkerhetsarbeidet spesifisert i sikkerhetsstyringssystemet og dets virkningsgrad ute i virksomheten er akseptabelt i forhold til bedriftens egne akseptkriterier for risiko. Dette vil avdekke om sikkerhetsledelsen blir ivaretatt på en systematisk og planmessig måte, samt om myndighetskravene blir ivaretatt.

3.3 Årsaksfaktorer relatert til driftstillatelse og myndighetsgodkjenning

Myndighetsgodkjenning og driftstillatelse av T-banetraffic forutsetter at alle sikkerhetskritiske forhold er identifisert med hensyn på potensielle farer og at forbyggende tiltak blir iverksatt. De forbyggende forpliktelsene må omsettes til praktiske tiltak i forbindelse med drift og vedlikehold.

Oslo T-banedrift AS' system med S-merking kan synes å være mangelfull. Undersøkelsen har bl.a. avdekket at noen deler i T-banetoget er S-merket, mens andre deler i samme system ikke er S-merket. Dette indikerer at T-banetogets funksjoner ikke er helhetlig vurdert med tanke på hvilke komponenter som opererer sammen, og som i funksjon er sikkerhetskritiske. Et eksempel på dette er at kjølefunksjonen til kjørebremsemotstanden består bl.a. filter, vifte, børster, kanaler, spjeldregulering og gjennomstrømming av luft. En feil eller bortfall av funksjon i en eller flere av

disse delsystemene kan medføre overoppheting av kjørebremsemotstanden som igjen kan resultere i røykutvikling som trenger inn i passasjerkupen. Undersøkelsen har avdekket at bare en av disse komponenter/funksjoner var identifisert som sikkerhetskritisk og merket som S-punkt. Dette betyr at de forebyggende tiltak for å hindre røyk eller brantilløp i kjørebremsemotstanden hadde liten effekt, all den tid de andre sikkerhetskritiske komponentene i funksjonen var utelatt.

I tidsrommet undersøkelsen omhandler ble det iverksatt flere omfattende tiltak for å motvirke brann- og røykutvikling i T-banetogsettene. Havarikommisjonen er kjent med at tilsynsmyndigheten ble holdt orientert om arbeidet som ble utført og Oslo T-banedrift AS` videre planer for drift og vedlikehold. Det må også tas i betraktning at det på dette tidspunktet var levert inn bestilling på nye T-banetog.

4. GJENNOMFØRTE TILTAK OG ENDRINGER

4.1 Generelt

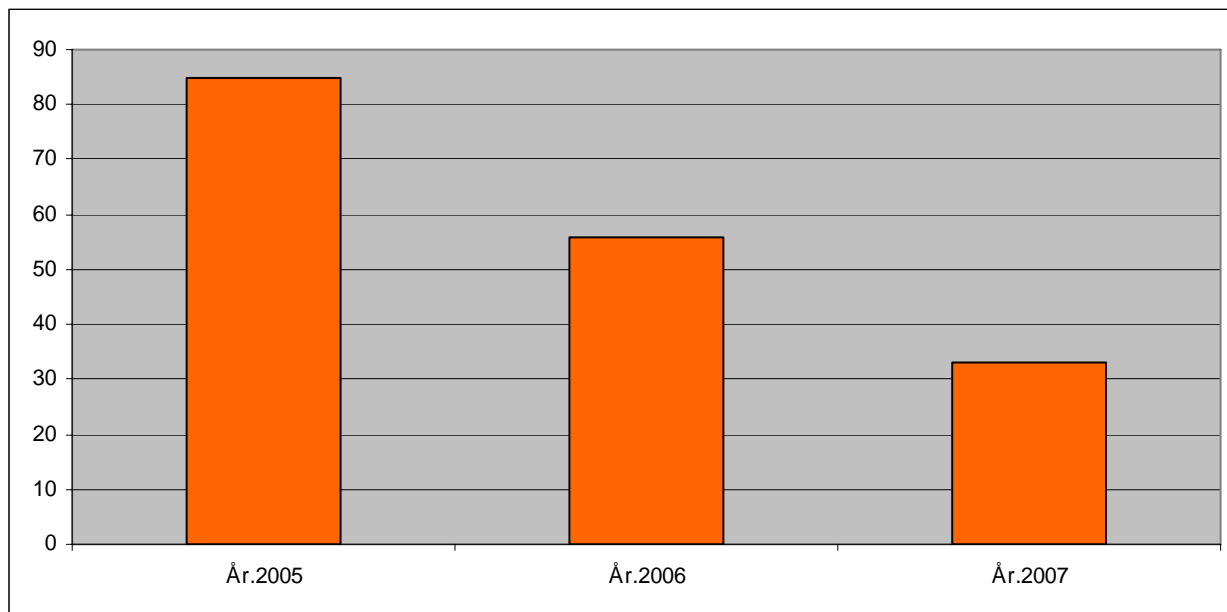
Havarikommisjonen er kjent med at Oslo T-banedrift AS har gjennomført flere tiltak og endringer for å forhindre brann- og røykutvikling. Tallene viser at tiltakene og endringene har hatt en positiv effekt ettersom antall brann- og røykutviklinger har blitt betydelig færre de senere årene. De fleste tiltakene og endringene har blitt utført på T-banetogene. Når det gjelder brann- og røykutvikling i infrastrukturen viser tallene at antallet er omtrent stabilt over tid. Tallene er hentet ut fra Oslo T-banedrift AS' driftsstatistikk.

4.2 Gjennomførte tiltak

- 1) I løpet av år 2006 - 2007 ble følgende tiltak på vogner type T-1000/T-1300 gjennomført:
 - a. Automatisk utkopling av elektrisk brems ved viftefeil.
 - b. Skiftet vindrelè i kjørebremsemotstanden.
 - c. Skiftet trykkvokter for innsjalling av automatbryter.
 - d. Skiftet viftefilter til type som ikke avgir giftige gasser ved brann.
 - e. Skiftet isolatorer mot strømvaktakere samt påført krympestrømpe for å forhindre fuktinntrening i høgspenningskabler. I tillegg utført rengjøring av komponenter.
 - f. Skiftet og bygget om kjørebremsemotstander på et antall T-banetog.
 - g. Kontrollert og skiftet defekte kabler for takstrømvaktakere type T-1300.
- 2) Faser ut samtlige T-banetog type T1000/T1300. Erstattes med nye MX3000.
 - a. Nedjustert motorkraften på MX3000 for å sikre at strømforsyningsanleggene tåler strømtrekkene.
- 3) Andre tiltak som er gjennomført eller skal gjennomføres:
 - a. Bedre opplæringsmuligheter etter anskaffelse av kjøresimulator for MX3000.
 - b. Ny trafikkledersentral under prosjektering/bygging.
 - c. Ved feilvarsling i kjørebremsemotstanden blir T-banetog kjørt til verksted umiddelbart etter at pågående rute er sluttført.
 - d. Innført nytt kommunikasjonssystem – TETRA.
 - e. Bedre rutiner ved gravearbeider, snørydding og arbeider i kraftforsyningsanleggene.
 - f. Innført RAMS (Reliability, Availability, Maintainability and Safety)
 - g. Utarbeidet nye instruksjoner, med sjekklister, for alle vedlikeholdsterminer
 - h. Lukket samtlige avviker etter revisjoner gjennomført av Statens Jernbanetilsyn

Listen er ikke uttømmende.

Figuren nedenfor viser hvordan tiltakene har ført til at antall brann- og røykutviklinger har blitt redusert i perioden.



Figur 26: Antall brann/røykutviklinger i infrastruktur og vogner/tog. Desember måned er ikke med i datagrunnlaget for 2007.

5. KONKLUSJON

Undersøkelsen har avdekket at de dominerende årsaksforholdene som har forårsaket brann- og røykutvikling, er overoppheting av kjørebremsemetstanden samt ikke tilfredsstillende rengjøring av elektriske komponenter.

Det bør stilles strengere krav til vedlikehold av infrastruktur og materiell, bl.a. å fjerne branninduserende forhold. Videre bør det utføres sikkerhets- og risikoanalyser for brann i tunneler, sikkerhetsledelse og system med flere revisjoner og aktiv oppfølging av risikoforhold i tunneler fra Statens Jernbanetilsyn og Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap bør gjennomføres.

Det bør vurderes å gjennomføre en gjennomgang og kontroll av de eldste kontaktledningsanleggene med tanke på å hindre feil ved utkobling av strøm på T-banenettet. Videre bør Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, eventuelt i samarbeid med Statens Jernbanetilsyn, vurdere å gjennomføre tilsynsbeifaring av strømforsyningsanlegget.

Dersom viftemotoren i en vogn feiler blir ikke kjørebremsemetstanden forsynt med kjøleluft. En direkte konsekvens av dette er at kjørebremsemetstanden overopphetes og avgir røyk og gasser. På grunn av utformingen av systemet kan røyken ledes direkte inn i passasjerområdet. Førerrommet er ikke utstyrt med varselsystem som avdekker overoppheting og føreren kan derfor bidra lite ved slike hendelser.

Oslo T-banedrift AS hadde ikke vurdert T-banetogene type T-1000, T-1300 og T-2000's funksjoner med tanke på hvilke komponenter som opererer sammen og som sammen i funksjon er sikkerhetskritiske og som under drift, vedlikehold, ombygginger og endringer krever særskilte rutiner for å sikre tilstrekkelig kvalitet på systemet.

Feilbetjening av flere funksjoner i T-banetoget har ført til brann- og røykutvikling. Et eksempel på dette er betjening av sikringer og brytere. Det er også avdekket mangler på infrastrukturens strømforsyningsanlegg, eksempelvis på isolatorer, samt feil på eller manglende overspenningsvern.

Undersøkelsen har avdekket at det i disse vogntypene var installert et teknisk konsept som kombinerer kjøling av kjøre- og bremsemotstand med oppvarming av passasjerrom i T-banetoget. Dette konseptet tilfredsstiller ikke dagens krav i kravforskriftens § 3-3. Barrierer, hva angår krav til enkeltfeil. T-banetogene var imidlertid godkjent før kravforskriften ble gjort gjeldende.

Oslo T-banedrift AS og vedlikeholdsleverandørene har hatt kontroll innen sitt ansvarsområde, men koordinering og informasjonsutveksling mellom de ulike aktørene har i enkelte tilfeller sviktet. Det bør derfor vurderes om opplæring og øvelser skal samkjøres mellom de forskjellige enhetene ved f.eks. simulatorøvelser.

Havarikommisjonen er kjent med at det foretas intern granskning av uønskede hendelser gjennom uhellsutvalget i Oslo T-banedrift AS. Sikkerhetssjefen er ansvarlig for å tildele oppdragene, samt følge opp de rådene som kommer frem etter en interngranskning. Rådene er av sikkerhetsmessig karakter og kan peke på både teknisk og organisatorisk forhold.

Trafikkleders og togførers instruksjoner ved evakuering vurderes som svært omfattende og noe uoversiktlig da den er svært innholdsrik. Dette kan være uheldig i en stresset situasjon. Opplæringen av trafikkleder og togfører bør samkjøres i simulator, slik at det er mulig å øve på avvikshåndtering.

Etter Havarikommisjonens vurdering inviterer T-banetogets sikringstavle til feilhandlinger, spesielt i stressede situasjoner hvor det kan være vanskelig å betjene de elektriske systemene riktig. Feilhandlingene blir et resultat av systemmessige svakheter. Antall feilhandlinger kan reduseres gjennom bedre tilrettelegging og utforming av sikringstavlen ved å benytte fargekoder og ha en tydeligere merking av kritiske sikringer.

Oslo T-banedrift har gjennomført tiltak og endringer som har grepet fatt i mange av de momentene som er tatt opp som sikkerhetskritiske i denne rapporten. Dette synes å ha hatt en positiv effekt på antall brann- og røykutviklinger. Basert på utviklingen har Havarikommisjonen valgt og ikke utstede nye sikkerhetstilrådninger.

Statens Havarikommisjon for Transport

Lillestrøm, 15. januar 2009

TIDLIGERE SIKKERHETSMESSIGE TILRÅDNINGER:

SHT ønsker å vise tidligere tilrådinger, for å vise hvilke endringer som er utført eventuelt ikke utført i transportsystemet. Dette med tanke på hvordan tilrådinger er fulgt opp og hvordan eier takler sikkerheten i transportsystemet.

Tidligere tilrådinger gitt etter hendelse Økern T-banestasjon kraftig røykutvikling 10.september 2003 kl 1640. JB rapport 2/2004.

- Oslo Sporveier/ Oslo T- banedrift bør vurdere en gjennomgang av opplæring med tanke på håndtering av avvikshendelser (JB tilråding nr 25/2004)
- Oslo Sporveier/ Oslo T- banedrift bør etablere nye prosedyrer slik at det er klart hvem som skal utføre korrigerende tiltak og hvordan kommunikasjonen skal foregå (JB tilråding nr 26/2004)
- Oslo Sporveier/ Oslo T- banedrift anbefales å vurdere tekniske løsninger for varsel ved brann/røykutvikling på materiellet (JB tilråding nr 27/2004)

Videre er tilrådinger gitt etter hendelse brann i førerrom i T-banetog mellom Jernbanetorget og Grønland stasjon. 17.mai 2003 kl 2041. JB rapport 7/2004.

- Havarikommisjonen tilrår Oslo Sporveier AS å sikre områder med brannfarlige isolasjonsmaterialer slik at gnister fra elektriske komponenter ikke kan antenne isolasjonsmateriellet og gjennomgå vedlikeholdsrutiner for togmateriell med tanke på renhold i områder med elektriske komponenter (JB tilråding nr. 5/2004)

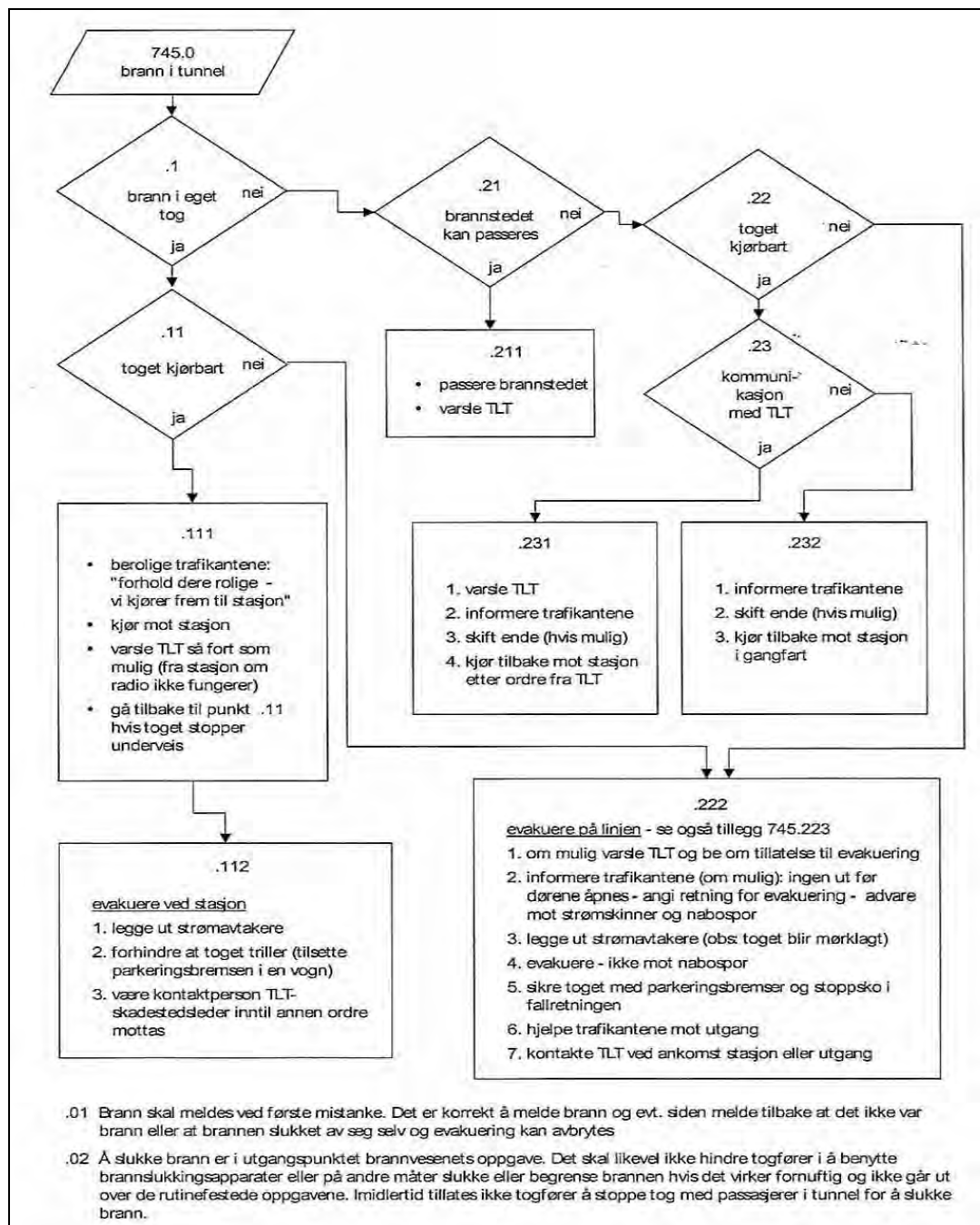
Tilrådinger ble også gitt etter hendelsen på Jernbanetorget T-banestasjon 25. februar 2003. kl 1510. JB rapport 7/2005

- AS Oslo Sporveier T-banedrift bør vurdere løsninger for de elektriske kablene i tunnelanleggene som reduserer sannsynligheten for eksponering av røyk og potensielt giftige gasser ved en eventuell kabelbrann slik at de sikkerhetsmessig tilfredstiller kriteriene for røyktetthet og giftighet for sammenlignbar anlegg i tunneler (JB tilråding nr. 16/2005)
- AS Oslo Sporveier T-banedrift bør vurdere å etablere klare, utvetydige og godt synlige stedsanvisere/referansemerker i tunnelanleggene slik at det lett fremgår for togfører hvor hans T-banetog befinner seg for at sikker stedsangivelse raskt kan gis til trafikkleder.
- Nødetatene raskt kan veiledes fra dagen ned i tunnelsystemet til eksakt stedsreferanse (JB tilråding nr. 17/2005)
- AS Oslo Sporveier T-banedrift bør vurdere å utvikle "fraselogi" for sikkerhetskritisk kommunikasjon mellom togførere, trafikkledere og nødetatene. Videre at dette blir gjennomført i den daglige trafikklelsen, samt at det i tillegg gjennomføres regelmessig trening i dette som del beredskapsøvelser (JB tilråding nr. 18/2005)
- AS Oslo Sporveier T-banedrift bør vurdere å etablere et lettfattelig og logisk brukerpanel for nødkobling av kjørestrøm. Dette med tanke på at operatører 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 et raskt og pålitelig håndteringsmessige samspill mellom trafikklederfunksjonen og elektrotekniske fagspesialister dedikert for nødfrakobling av kjørestrømsanlegget. 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 elektriske anlegg raskt kan verifiseres av trafikkleder, dette for å få et tilstandsbilde over bl.a mengde og retning på drivende røyk for å forebygge missforståelser og for at forebyggende sikkerhetstiltak raskt kan iverksettes på skadestedet og tilstøtende stasjoner (JB tilråding nr 21/2005)
- AS Oslo Sporveier T-banedrift bør vurdere å foreta en ny gjennomgang av sikkerhetsstyringsystemet med hensikt:
 - a) å forsikre at det 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 disseforhold. Hensikten er å utføre nødvendig revisjon for å sikre at de sikkerhetsmessige kravene til kabler i kjøre strømsforsyningen 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)

6. VEDLEGG

6.1 Togførers instruks ved brann- og røykutvikling i tunnel



6.2 Trafikkleders instruks

Tittel: Håndbok for tjeneste på tunnelbanene - tilleggsinstrukser og oppslag				
Dok nr.: TD-TS-H0001	Revisjon: 01.12.04 05	Dato: 24.11.2004	Side: 41 av 62	Ⓣ

122 Rutine for TLT ved brann i tunnel (instruks T00-07)

Generelt ved brann i tunnel

TLT skal ved melding om brann i tunnel straks sørge for å få dette bekreftet eller avkreftet av person på stedet. Melding om brann fra person på stedet behøver ikke bekreftes. TLT skal også innhente informasjon om brannen for å kunne formidle informasjon til brannvesenet.

TLT skal legge til rette for at togfører skal kunne utføre sine rutiner. Det forutsettes at TLT er kjent med TSB 745 Togførrutine ved brann i tunnel. Tog skal om mulig kjøres til stasjon ved brann i tunnel, om nødvendig ved å endre kjøreretning.

TLT skal iverksette brannvarsling ved:

- Melding om brann i tunnel fra person på stedet.
- Alarm fra automatisk brannvarsling hvis
 - brann blir bekreftet eller
 - brann er overveiende sannsynlig
- Hendelse i tunnel hvor brann er overveiende sannsynlig (f.eks. kollisjon eller avsporing).

Ved brannvarsling skal TLT:

1. Stoppe tog på vei mot brannsted, fortrinnsvis ved stasjon.
2. Tenne tunnellys.
3. Varsle brannvesenet (110) – ønskelig informasjon:
 - brannsted - ved stasjon eller mellom stasjoner/atkomster (ikke bruk linjenummer)
 - beskrivelse av brannen og anslåtte konsekvenser
 - tog på strekningen:
 - hvilke tog - bruk tognummer
 - hvor - ved stasjon eller mellom stasjoner/atkomster
 - evakuering
 - sikring
 - utganger og atkomster - hvilke det vil bli evakuert gjennom
 - kjørestrøm - mellom hvilke stasjoner strømmen er utkoblet (begge spor!) – når brannvesenet er tilkalt, skal all utkobling av kjørestrøm meldes til 110.
4. Utføre øvrig varsling i henhold til beredskapsplan.
5. Varsle personale på strekningen, deriblant stasjonsbetjening og vekttere.
6. Når alle kjørbare tog er kommet til stasjon skal kjørestrømmen legges ut.
7. Beordre person (utrykningsbil) til å bistå skadestedsledelse og holde vedkommende oppdatert med relevant informasjon.

Eventualiteter:

Hvis tog blir stående i tunnel uten at TLT kommer i kontakt med noen i toget, kan det være indikasjon på hendelse som kan medføre brann. I slike tilfeller bør TLT stoppe tog som nærmer seg bakfra, fortrinnsvis ved stasjon, og om mulig benytte møtende tog til å undersøke årsak. I slike tilfeller må fører av møtende tog pålegges varsom kjøring av hensyn til mulig evakuering.

Manglende kontakt med tog kan skyldes brann i tunnel hvor togfører er bevisstløs. I slike tilfeller er TLTs oppgaver:

- Sikre personer som evt. evakuerer fra toget på egenhånd.
- Sikre brannvesenet i arbeidet, og frigjøre nødvendige ressurser for å støtte brannvesenet.
- Lede øvrige tog bort fra brannen.

6.3 Farebeskrivelse ved evakuering

