



Statens haverikommission
Swedish Accident Investigation Board

ISSN 1400-5743

Rapport RJ 2009:10

***Brand i tunneltåg vid Rinkeby station,
AB län, den 16 maj 2005***

Dnr J-06/05

SHK undersöker olyckor och tillbud från säkerhetssynpunkt. Syftet med undersökningarna är att liknande händelser skall undvikas i framtiden. SHK:s undersökningar syftar däremot inte till att fördela skuld eller ansvar.

Det står var och en fritt att, med angivande av källan, för publicering eller annat ändamål använda allt material i denna rapport förutom de figurer som reproducerats med tillstånd av Bombardier Transportation Sweden AB från Fordonsbeskrivning, TK 6133-190.

Rapporten finns även på vår webbplats: www.havkom.se

Statens haverikommission (SHK) Swedish Accident Investigation Board

Postadress
P.O. Box 12538
102 29 Stockholm

Besöksadress
Teknologgatan 8 C
Stockholm

Telefon
08-508 862 00

Fax
08-508 862 90

E-post
info@havkom.se

Internet
www.havkom.se



Transportstyrelsen
Järnvägsavdelningen
Box 14
781 21 BORLÄNGE

Rapport RJ 2009:10

Statens haverikommission har undersökt en brand som inträffade den 16 maj 2005 på Rinkeby tunnelbanestation, AB län, med ett tunneltåg.

Statens haverikommission överlämnar härmed enligt 14 § förordningen (1990:717) om undersökning av olyckor en rapport över undersökningen.

Statens haverikommission emotser besked senast den 18 maj 2010 om vilka åtgärder som har vidtagits med anledning av de i rapporten intagna rekommendationerna.

Carin Hellner

Johan Gustafsson

Urban Kjellberg

Likalydande till: Elsäkerhetsverket och Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.

Innehåll

1 HÄNDELSEN	12
1.1 Händelseförlopp	12
1.1.1 <i>Inledning</i>	12
1.1.2 <i>Branden upptäcks</i>	13
1.1.3 <i>Trafikledarens åtgärder</i>	13
1.1.4 <i>Tömning och utrymning av tåget och stationen</i>	14
1.1.5 <i>Trafikutövarens och spårinnehavarens larmning</i>	15
1.2 Olycksplatsen	15
1.3 Räddningsinsatsen	16
1.3.1 <i>Alarmering och uttryckning</i>	16
1.3.2 <i>Insats på skadeplatsen</i>	17
1.4 Avvikande kopplingsläge i strömskenesystemet	19
1.5 Personskador och materiella skador	20
1.5.1 <i>Personskador</i>	20
1.5.2 <i>Skador på rullande materiel</i>	20
1.5.3 <i>Skador på anläggningar och miljö</i>	21
1.6 Utredningen	21
2 HÄNDELSEMILJÖ – TEKNISKA OCH OPERATIVA BASFAKTA	22
2.1 Bansystemet allmänt	22
2.2 Rinkeby station	22
2.3 Kraftförsörjning och likriktarstationer	22
2.3.1 <i>Matning</i>	22
2.3.2 <i>Övervakning och skydd</i>	23
2.3.3 <i>Räddningsfrånkoppling</i>	23
2.4 Trafikledning m.m.	24
2.4.1 <i>Trafikledningscentralen</i>	24
2.4.2 <i>Yttre trafikledningsorganisation m.m.</i>	24
2.4.3 <i>Kommunikationsmedel och informationssystem</i>	24
2.5 Tåget	25
2.5.1 <i>Tidtabell och sträcka</i>	25
2.5.2 <i>Tågets sammansättning</i>	25
2.5.3 <i>Tunnelvagnar C14 allmänt</i>	25
2.5.4 <i>Brännbara material i tunnelvagnar C14</i>	28
2.6 Personal och trafikanter	29
2.6.1 <i>Rinkeby station</i>	29
2.6.2 <i>Ombord på tåget</i>	29
2.6.3 <i>Personal på Trafikledningscentralen</i>	29
2.6.4 <i>Trafikbefäl i radiobil</i>	30
2.6.5 <i>Övrig trafikpersonal</i>	30
2.6.6 <i>Elteknisk personal</i>	30
2.7 Pågående arbeten	30
2.7.1 <i>Pågående uppgradering av eldriftövervakning och frånskiljare</i>	30
2.7.2 <i>Omkopplingar pga. arbeten i april och maj 2005</i>	31
2.8 Händelser efter Rinkebybranden	31
2.8.1 <i>Överslag i C14 1350-51 i Rissnehallen 19 oktober 2005</i>	31
2.8.2 <i>Rökutveckling i C14 1350-1351 vid Rådhuset 27 februari 2006</i>	31
2.8.3 <i>Överslag i C15 1268-1269 i Rissnehallen 24 mars 2006</i>	32
2.8.4 <i>Överslag i C14 1360-1361 6 april 2006</i>	32
2.8.5 <i>Överslag i C15 1268-1269 14 december 2006</i>	32
2.8.6 <i>Rökutveckling i C15 1272-1273 i Rinkeby 22 februari 2007</i>	32
2.8.7 <i>Överslag i C14 1386-1387 20 september 2007</i>	32
3 VITNESUPPLYSNINGAR	33
3.1 Intervjuer med trafikpersonal m.fl.	33
3.1.1 <i>Föraren av linje 10 tur 324</i>	33
3.1.2 <i>Spårrexpeditören på Rinkeby station</i>	34
3.1.3 <i>Lokalvårdaren på Rinkeby station</i>	35
3.1.4 <i>Trafikbefälet i Nordvästra radiobilen</i>	35
3.1.5 <i>Trafikledare 1 på TLC Västra skogen</i>	37

3.1.6	<i>Avlösande trafikledare på TLC Västra skogen (trafikledare 2)</i>	38
3.1.7	<i>Sambandsoperatören på TLC Västra skogen</i>	38
3.1.8	<i>Ställverksoperatören på TLC Västra skogen med elev</i>	39
3.1.9	<i>Säkerhetsinspektören för blåa linjen</i>	40
3.1.10	<i>Operative chefen för blåa linjen</i>	40
3.2	Vittnesuppgifter från trafikanter	41
3.2.1	<i>Trafikant A</i>	41
3.2.2	<i>Trafikant B</i>	41
3.2.3	<i>Trafikant C</i>	42
3.2.4	<i>Trafikant D</i>	43
3.2.5	<i>Trafikant E</i>	43
3.2.6	<i>Trafikant F</i>	44
3.2.7	<i>Enkätundersökning</i>	44
3.4	Vittnesupplysningar elteknisk personal	44
3.4.1	<i>Eltekniker 1</i>	44
3.4.2	<i>Eltekniker 2</i>	45
4	ORGANISATION OCH ANSVARFÖRDELNING	46
4.1	Tunnelbanesystemets övergripande organisation	46
4.1.1	<i>SL:s ägare och SL:s uppdrag</i>	46
4.1.2	<i>Bolagisering av SL och de första upphandlingarna</i>	46
4.1.3	<i>SL Tunnelbanan AB omvandlas</i>	46
4.1.4	<i>Senare förändringar</i>	47
4.2	Berörda företag och deras uppgifter	47
4.2.1	<i>AB SL</i>	47
4.2.2	<i>SL Infrateknik AB</i>	47
4.2.3	<i>Connex</i>	47
4.2.4	<i>Tågja AB</i>	48
4.2.5	<i>Svensk Banproduktion AB</i>	48
4.3	Ansvarfördelning kring trafik och fordonsunderhåll	49
4.4	Drift och underhåll av elanläggningar	49
4.4.1	<i>SL Infrateknik AB bestämmelser om elsäkerhetsansvar</i>	49
4.4.2	<i>Ansvarfördelning drift och underhåll</i>	50
4.4.3	<i>Svensk Banproduktions organisation</i>	50
4.5	Avvikelsehantering	50
5	TILLSTÅND OCH SÄKERHETSLAGSTIFTNING	52
5.1	Allmänt	52
5.2	Äldre tillståndskrav för tunnelbanedriften	52
5.3	Tillstånds- och godkännandekrav för fordon typ C14	52
5.4	Gällande säkerhetslagstiftning	53
5.4.1	<i>Säkerhetslagstiftning för tunnelbana och spårväg</i>	53
5.4.2	<i>Elsäkerhetsföreskrifter</i>	53
5.5	Gällande tillstånd för verksamhet	53
6	FÖRETAGSBESTÄMMELSER	54
6.1	Bestämmelser om trafik och trafikledning	54
6.1.1	<i>Trafiksäkerhetsinstruktion för Tunnelbanan (Tri Tub)</i>	54
6.1.2	<i>Trafikledningshandböcker etc</i>	55
6.2	Bestämmelser för stationspersonal	55
6.2.1	<i>Stationssäkerhetsinstruktionen</i>	55
6.3	Bestämmelser om strömskeneanläggningen	56
6.4	Bestämmelser om drift och underhåll av spårfordon	57
7	UNDERSÖKNING AV OPERATIVA FÖRHÅLLANDEN	58
7.1	Trafikledningsåtgärder m.m.	58
7.1.1	<i>Dokumentation på TLC</i>	58
7.1.2	<i>Samtalsregistreringar</i>	58
7.1.3	<i>Larmning och skydd för olycksplatsen</i>	60
7.1.4	<i>Loggning från trafikantinformationssystemet, TIS</i>	60
7.2	Operativa åtgärder vid ur- och inkoppling av LS Rinkeby	60
7.2.1	<i>Utfärdade driftordrar</i>	60
7.2.2	<i>Samtalsregistreringar 1 maj 2005</i>	61

7.3.3	<i>Tjänstgöringsscheman för elpersonalen</i>	61
7.3	Personalens behörighet	61
8	TEKNISKA UNDERSÖKNINGAR AV FORDON	62
8.1	Funktion, allmänt	62
8.1.1	<i>Utförda ombyggnader i berörda elektriska system</i>	62
8.1.2	<i>Registreringar</i>	62
8.2	Underhållsstatus, tidigare fel och reparationer m.m.	62
8.3	Brandteknisk skadeundersökning av vagn C14 1301	62
8.3.1	<i>Beskrivning av skadade elektriska komponenter</i>	64
8.3.2	<i>Beskrivning av skador på tryckluftssystemet</i>	73
8.3.3	<i>Beskrivning av skador på korgen</i>	74
8.4	Teknisk undersökning av vissa delsystem/komponenter	74
8.4.1	<i>Linjeinduktor vagn 1301</i>	74
8.4.2	<i>Linjebrytare vagn 1301</i>	74
8.4.3	<i>Linjekondensatorkontaktorer vagn 1351 och referenskontaktorer</i>	75
8.4.4	<i>Tyristorer och dioder</i>	76
8.4.5	<i>Övriga undersökningar</i>	76
8.4.6	<i>Skador på övriga vagnar i tåget</i>	77
8.4.7	<i>Undersökningar utförda av Tågia</i>	77
8.5	Ytterligare undersökningar	78
8.5.1	<i>Tillförlitlighetsbedömning av kretsar</i>	78
8.5.2	<i>Simuleringsmodell för felfall i C14</i>	78
8.5.3	<i>Brandutveckling/brandförlopp och rökspridning</i>	79
8.5.4	<i>Ombyggnad av apparatlådor</i>	80
8.6	Genomfört kontrollprogram C14/C15	81
9	TEKNISKA UNDERSÖKNINGAR AV FASTA ANLÄGGNINGAR	82
9.1	Funktion hos fasta anläggningar	82
9.1.1	<i>Spår</i>	82
9.1.2	<i>Signal- och trafikledningssystem</i>	82
9.1.3	<i>Banmatning och eldriftövervakningssystem</i>	82
9.1.4	<i>Kommunikationsutrustning</i>	83
9.2	Teknisk undersökning av banan	84
10	FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR RÄDDNINGSSINSATSEN	85
10.1	Säkerhet under insatsen	85
10.2	Fasta släckinstallationer	85
10.3	Brandventilation	85
10.4	Övning och utbildning för insatser i T-banan	86
10.5	Ledningsstöd under insatsen	86
10.6	Samverkan med andra organisationer	86
10.7	Risikanalys i Stockholms tunnelbana	87
10.8	Taktik och metoder för räddningsinsatser i tunnelbanan	87
10.9	Tillsyn enligt Lagen om skydd mot olyckor, LSO (2003:778)	88
11	ÖVRIGA FAKTA OCH UPPLYSNINGAR	89
11.1	Andra rapporter om händelsen i Rinkeby 16 maj 2005	89
11.2	Tillsynsärenden Järnvägsinspektionen/Järnvägsstyrelsen	89
11.2.1	<i>JVS revision av Connex Sverige AB april 2005</i>	89
11.2.2	<i>JVS inspektion av tunnelvagnsunderhållet september 2005</i>	89
11.3	Brandsäkerhetsanalys C6/C14 – Logistica Consulting	90
12	ANALYS	92
12.1	Utgångspunkter och analyskriterier	92
12.2	Händelseanalys	93
12.2.1	<i>Avvikande kopplingsläge</i>	93
12.2.2	<i>Tåget och stationen utryms</i>	94
12.3	Teknisk analys	95
12.3.1	<i>Skadeanalys av undersökta komponenter och delsystem</i>	95
12.3.1	<i>Fysiska spår; Duvbo–Rissne, Rissne, Rinkeby</i>	99
12.3.2	<i>Banmatningens effektbrytare reagerar och slår från</i>	100
12.4	Samband elmatning och fordon	102

12.4.1	<i>Kopplingslägets påverkan på händelseförloppet</i>	102
12.4.2	<i>Skyddsfunktioner i fordonen</i>	102
12.4.3	<i>Skyddsfunktioner i fasta elsystemet</i>	106
12.4.4	<i>Fordonens användning ändras</i>	106
12.5	Barriäranalys	106
12.6	Sammanfattande slutsatser	108
12.7	Utrymningen	109
12.7.1	<i>Trafikledningscentralens förmåga att genomföra och leda en effektiv utrymning</i>	109
12.8	Räddningsinsatsen	110
12.8.1	<i>Alarmering och uttryckning</i>	110
12.8.2	<i>Insats på skadeplats</i>	110
12.8.3	<i>Brandventilation och utrymning</i>	111
12.8.4	<i>Övning och utbildning för insatser i tunnelbanan</i>	111
12.8.5	<i>Ledningsstöd under insatsen</i>	112
12.8.6	<i>Taktik och metoder för räddningsinsatser i tunnelbanan</i>	112
12.8.7	<i>Sammanfattning av räddningsinsatsen</i>	113
12.9	Säkerhetsstyrningen för tunnelbanesystemet	113
12.9.1	<i>Analyskriterier – vad är en god säkerhetsstyrning?</i>	113
12.9.2	<i>SL som beställare</i>	113
12.9.3	<i>Ägarstyrning, avtal och säkerhetsorganisation för fordonsunderhåll</i>	113
12.9.4	<i>Connex säkerhetsorganisation</i>	114
12.9.5	<i>Tågias säkerhetsorganisation</i>	114
12.9.6	<i>Drift och underhåll m.m. för det fasta elsystemet och banmatningen</i>	114
12.9.7	<i>Roller och ansvar</i>	114
12.10	Myndigheternas tillståndsgivning och tillsyn	115
12.10.1	<i>Ansvarsfördelning enligt respektive lagstiftning</i>	115
12.10.2	<i>Utvecklad lagstiftning</i>	115
13	SLUTSATSER	116
13.1	Orsaker till olyckan	116
13.2	Övriga iakttagelser	116
14	VIDTAGNA ÅTGÄRDER	117
14.1	Genomförda åtgärder	117
15	REKOMMENDATIONER	118
	Bilaga 1. BESKRIVNING AV TUNNELVAGN C14	1
	Bilaga 2. Beskrivning av simuleringsmodell	1
	Bilaga 3. Rapport Organisation och säkerhetsstyrning för Stockholms tunnelbana	
	Bilaga 4. Rapport Rinkeby tunnelbanestation, utrymning vid branden	
	Bilaga 5. Undersökning av brand- och rökutveckling vid brandolyckan i Rinkebystation 16 maj 2005	

Rapport RJ 2009:10

J-06/05

Rapporten färdigställd 2009-12-18

<i>Spårtrafikfordon: Typ, beteckning (littera), nr</i>	Tunnelvagnar typ C14. Tåget bestod av åtta vagnar. Direkt berört vagnarpar var C14 1300-1301.
<i>Trafikutövare:</i>	Connex Sverige AB ¹ .
<i>Fordonsägare:</i>	SL Infrateknik AB ² .
<i>Spårinnehavare:</i>	SL Infrateknik AB.
<i>Trafikledning:</i>	Connex Sverige AB, Trafikledningscentralen Västra skogen.
<i>Anläggningsägare:</i>	SL Infrateknik AB.
<i>Tidpunkt för händelsen:</i>	2005-05-16 ca kl. 08:00. <i>Anm:</i> All tidsangivelse avser svensk sommartid. (UTC + 2 timmar).
<i>Plats</i>	Rinkeby tunnelbanestation, AB län.
<i>Typ av tåg, tågnr/verksamhet:</i>	Tunneltåg, linje 10 tur 324, trafikerade sträckan Kungsträdgården - Hjulsta.
<i>Väder:</i>	Ej aktuellt.
<i>Personskador:</i>	Ingen person blev allvarligt skadad. Flera personer fick rökskador. Två personer fick fotledsskador.
<i>Skador på rullande materiel:</i>	Mycket omfattande skador på C14 1301. Betydande skador på C14 1300. Begränsade skador på övriga vagnar.
<i>Skador på spåransläggningen:</i>	Begränsade skador vid brandplatsen i Rinkeby.
<i>Andra skador:</i>	Rök- och sotskador inom Rinkeby station.

Anm. De tidsangivelser som används i rapporten baseras på SOS - centralens tidsregistreringar, tidsangivelser från loggningar ur SL:s eldriftssystem ENOK, trafikantinformations-systemet TIS och tidsstämpling från inspelade telefon- och radiosamtal på TLC Västra skogen.

Statens haverikommission (SHK) underrättades den 16 maj 2005 om att en brand i ett tunneltåg hade inträffat på Rinkeby tunnelbanestation, AB län, samma dag kl. 08:00.

Olyckan har undersökts av SHK som företrätts av Carin Hellner, ordförande, Peter Sjöquist, operativ utredningschef t.o.m. 2009-08-31 och därefter Johan Gustafsson samt Urban Kjellberg, utredningschef inom räddningstjänst.

SHK har vid slutförandet av utredningen biträtts av Carl Jallinder-Björkman som teknisk expert. I övrigt har SHK biträtts av Thomas Käck, teknisk expert t.o.m. 2008-12-31, Christer Ljunggren som systemteknisk expert, Conny Ohlsson och Fredrik Jonsson som brandtekniska experter vid undersökning av fordon, Haukur Ingason som brandteknisk expert inom området rökgasspridning, Lena Kecklund som expert på sambandet Människa – Teknik - Organisation (MTO) och Kjell Wahlbeck som expert inom området räddningstjänst. Flertalet avgränsade expert- eller specialistuppdrag har därutöver förekommit.

¹ Numera Veolia Transport Sverige AB.

² Numera SL Teknik inom moderbolaget SL.

Tågja AB har till SHK förfogande ställt en tekniskt sakkunnig utredare, Lars Johansson, som i en roll som observatör har bidragit med tekniska fakta och biträdd vid tekniska undersökningar. Lars Johansson har inte deltagit i SHK:s analys och inte heller vid framtagandet av denna rapport.

Undersökningen har följts av Transportstyrelsen (tidigare Järnvägsstyrelsen), Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (tidigare Räddningsverket) och Elsäkerhetsverket.

Sammanfattning

Den 16 maj 2005 strax efter kl. 08:00 utbröt en brand i underredet till en tunnelvagn då tåget som vagnen fanns in stod på Rinkeby tunnelbanestation. Branden uppmärksammades av en passagerare som iakttog märkliga ljud och ljusfenomen. Passageraren tog kontakt med föraren som konstaterade rök under tunnelvagnen. Tunnelbanestationen utrymdes och tillkallad räddningstjänst sökte efter eventuellt kvarvarande passagerare och släckte branden. Inga personer skadades allvarligt.

Omfattande tekniska undersökningar har genomförts i syfte att fastställa orsaken till branden. Undersökningarna har dock avsevärt försvårats p.g.a. stora skador på fordonet.

Branden bedöms emellertid med all sannolikhet ha startat genom att ljusbågar har uppstått i vagnens underrede. Orsaken till att ljusbågarna utvecklats bedöms vara ett elektriskt överslag.

SHK har också bl.a. undersökt utrymningen av stationen och organisation och säkerhetsstyrning för Stockholms tunnelbana.

Utredningen konstaterar vidare att det inom tunnelbanan där det finns flera verksamhetsutövare finns behov av en sammanhållande säkerhetsstyrning för de verksamhetsutövare som finns i tunnelbanesystemet.

Orsaker till olyckan

Den direkta orsaken till olyckan var ett elektriskt överslag i fordonet kombinerat med att banmatningens skyddsfunktioner var satta ur spel.

Bakomliggande orsaker var att frånskiljare 3335-33411 hade lagts i avvikande läge (sluten) i samband med förberedande arbeten för SNOK-systemet och inte påverkades av den räddningsfrånkoppling som trafikledaren utförde.

Organisatoriska orsaker var att det inte fanns ett system som säkerställde att kopplingslägen var korrekta utifrån planerat läge. Det saknades en integrerad säkerhetsstyrning för de företag som verkade inom tunnelbanan vilket innebar att gemensamma risker inte hanterades.

Rekommendationer

Transportstyrelsen rekommenderas att se över behovet av en tydligare reglering för krav på säkerhetsstyrningssystem, godkännande av tekniska system och hantering av gemensamma risker för verksamheter där det finns flera olika verksamhetsutövare, exempelvis tunnelbanan (*RJ 2009:10 R1*),

Transportstyrelsen och Elsäkerhetsverket rekommenderas att tillse att trafikutövaren granskar konstruktionen av C14-fordonen för att säkerställa fordonens funktion under hela dess återstående livslängd (*RJ 2009:10 R2*),

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSB, rekommenderas att:

- tillse utarbetande av en taktisk insatsplanering som medför möjlighet till brandsläckning och livräddning/utrymning av fler än ett fåtal skadade personer från en tunnelbanestations plattformsnivå (*RJ 2009:10 R3*),
- tillse att riktlinjer fastställs i samverkan med Arbetsmiljöverket och Boverket för att säkerställa nödvändiga utrymningsmöjligheter i komplexa miljöer för allmänheten som är förlagda under jord, som t.ex. befintlig tunnelbana, genom att tydliga anvisningar lämnas angående bl.a. (*RJ 2009:10 R4*):
 - att utrymningsvägar, t.ex. schakt för rulltrappor, säkerställs mot rökfyllnad,
 - utrymningssignal,
 - utgångsmarkeringar och nödbelysning,
 - att nödutrymningsvägar finns tillgängliga.
- tillse att tillsynsarbetet prioriteras i syfte att tydligt belysa hur kommunens räddningstjänst organiseras och planeras så att räddningstjänsten kan påbörjas inom godtagbar tid och genomföras på ett effektivt sätt. I tillsynen bör bl. a. följas upp hur kommunen samverkar med övriga intressenter avseende planering, utbildning, insatsövningar, taktisk utformning av insatser och alarmering för att kunna hantera omfattande och komplexa insatssituationer som t. ex olyckor i tunnelbanan (*RJ 2009:10 R5*).

1 HÄNDELSEN

1.1 Händelseförlopp

1.1.1 Inledning

Måndagen den 16 maj 2005 strax efter kl. 08:00 uppmärksammades en brand i en tunnelvagn typ C14 medan tåget som vagnen fanns i stod på Rinkeby tunnelbanestation.

Tunneltåget, som bestod av åtta C14-vagnar, hade tidigare klargjorts i Rissnedepån och utgått därifrån kl. 06:54 som linje 10 tur 324. Tåget kördes först tomt till Hjulsta, för att där vända mot Kungsträdgården kl. 07:12. Från Kungsträdgården avgick tåget åter mot Hjulsta kl. 07:39.

När tåget lämnade Rissne var det knappt tre minuter försenat. Vid igångsättningen efter uppehållet i Rissne uppmärksammade flera trafikanter, både ombord och på plattformen, höga ljud och blixtrande ljussken. Enligt föraren drog tåget inte normalt vid igångsättningen förrän han gått ned med körreglaget i nolläge och börjat om uppkopplingen. Utöver detta märkte föraren inte något ovanligt vid uppehållet i Rissne.

Flera trafikanter i vagn C14 nr 1301, som gick som sjunde vagn i färdriktningen, upplevde händelserna vid starten från Rissne som obehagliga och flyttade sig till andra platser i vagnen. Det var den vagn som senare brandskadades i Rinkeby.

Fram till dess att tåget åter skulle starta efter uppehållet vid nästa station, Rinkeby, förlöpte färden synbarligen normalt. Under vägen hade dock flera av trafikanterna i vagn 1301 samtalat om att de borde varsko föraren om det inträffade. Det var ingen som använde nödbromsen för att stoppa tåget. Föraren hade varken sett rök eller hört ljud.

När dörrarna öppnades vid Rinkeby sprang en av trafikanterna framåt längs tåget för att tala med föraren. Klockan var då 08:00.



Fig. 1 Schematisk karta över "blå linjen" (tunnelbana 3). Det streckade spåret är förbindelse-spåret till Rissnedepån, före år 1985 även trafikspår.

1.1.2 *Branden upptäcks*

När föraren bedömde att trafikantutbytet i Rinkeby var avslutat stängde han dörrarna. Han uppmärksammade då att en kvinna kom springande mot honom längs tåget och påkallade uppmärksamhet. Hon kom fram till tågets framände precis som det började rulla. Föraren stannade tåget och samtalade med kvinnan genom fönstret i hyttedörren.

Kvinnan beskrev att det hade låtit illa och blixtrat om tåget, men föraren förklarade att detta troligen var de blixtrar som kan uppstå när gap i strömskenan passerar. Hon lät sig inte nöjas med svaret och medan de diskuterade såg föraren att det blixtrade till från en vagn i tågets bakände.

Kvinnan sprang sedan bakåt längs tåget för att hämta sin kvarglömda väska. Föraren följde efter och när han kom till den aktuella vagnen såg han att det blixtrade och rök under vagnen. Han sprang tillbaka till förarhytten och ropade enligt egen utsaga i högtalarna att tåget skulle utrymmas.

Föraren anropade därefter trafikledningscentralen (TLC) via tågradion. Det pågick redan ett samtal, så föraren ropade "ilsamtal!" för att bryta in i samtalet. Föraren meddelade att det var rökutveckling. Trafikledaren sa till honom att "döda" vagnen genom att gå till den aktuella vagnen och manuellt slå från ett antal dvärgbrytare ("fälla säkringar"). När föraren hade kommit tillbaka till den vagn där det rök lät det som en dov explosion och det slog upp lågor mellan vagnskorgen och plattformskanten. Han vågade då inte gå in i vagnen för att fälla säkringarna, utan gick tillbaka till förarhytten i tågets framände.

På väg dit mötte föraren fyra personer. Han sa åt dem att ta sig ut från stationen. Samtidigt tilltog branden och röken kraftigt, varvid föraren och de fyra trafikanterna blev kvar i stockholmsändan av plattformen. Under tiden hade flera andra trafikanter reagerat på det inträffade och antingen tagit sig ut eller försökt påkalla uppmärksamhet.

1.1.3 *Trafikledarens åtgärder*

Kl. 08:01 anropade föraren på bakomvarande tåg, som just ankommit Rissne, trafikledaren på TLC Västra skogen och rapporterade rökluft. Medan samtalet pågick bröt föraren på tur 324 i Rinkeby in i radiosamtalet och uppgav att det kom rök från en vagn i tåget. I det skedet uppfattades inte situationen som så allvarlig att räddningstjänsten behövde tillkallas.

Trafikledaren (TL) begärde att trafikbefälet (TB) i Nordvästra radiobilen skulle bege sig till Rinkeby för att på plats skapa en bild av situationen. Han bad också spärrexpeditionen i Rinkeby att gå ned och hjälpa föraren.

Det fanns då inget som hos TLC tydde på att skyddsfunktionerna i banmatningen hade detekterat något fel eller att det var strömlöst på någon sektion.

Redan kl. 07:57 slog dock effektbrytare P3 vid Lötens likriktarstation från. Den effektbrytaren sammatade aktuell sektion av strömskenan tillsammans med effektbrytare P1 vid Rinkeby likriktarstation. Även denna löste ut. Detta skedde dock inte samtidigt, utan båda effektbrytarna återinkopplades automatiskt. Den mellanliggande likriktarstationen vid Rissne var förbikopplad pga. pågående arbeten med ett nytt system för eldriftövervakning. Under de följande minuterna löste de båda effektbrytarna ur och återinkopplades flera gånger innan de gick i s.k. blockad. Detta inträffade för effektbrytaren vid Ls Rinkeby kl 08:00 och Ls Lötens kl 08:09.

Klockan 08:09 försökte trafikledaren första gången göra en räddningsfrånkoppling för att bryta strömmen vid tåget. Strax därefter uppmanades han av trafikbefälet som då kommit ned på stationens plattformsnivå att bryta ström-

men. Trafikledaren gjorde flera försök, men fick inte någon indikering om att räddningsfrånkopplingen gav verkan. Först ett par minuter senare, samtidigt som sambandsoperatören på TLC ringde till eldriftledaren för att om möjligt få denne att bryta banmatningen, indikerades på ställverkspanelen att det var strömlöst inom avsett område. Trots att de effektbrytare över vilka strömskenan skulle matas hade gått i blockad var sektionen fortfarande spänningssatt. Förklaringen till detta stod att finna i att en lokalt manövrerad frånskiljare senare upptäcktes ha lagts i ett avvikande läge. Därigenom matades sektionen även via två effektbrytare i Ls Hallonbergen, P5 och P6. P5 bröt matningen vid genomförd räddningsfrånkoppling medan P6, som inte omfattades av trafikledarens manöver för räddningsfrånkoppling, istället löste ut p. g. a. överström någon minut senare och därefter gick i blockad efter tre misslyckade inkopplingsförsök. Effektbrytare P5 och P6 i Ls Hallonbergen sammatade (parallellmatade) spåren mot Rissne genom att frånskiljare 3185-3186 vid Ls Hallonbergen var avsiktligt slutna.

Under tiden hade den nu hårt pressade trafikledaren blivit avlöst vid trafikledarplatsen av en annan trafikledarberörig person, som hade hämtats upp från enhetskontoret i samma byggnad.

1.1.4 Tömning och utrymning av tåget och stationen

De trafikanter som skulle gå av i Rinkeby kunde i stort göra detta utan problem. Några av dem har berättat att de på väg upp från plattformen uppmärksammade de ljus och blyxtfenomen som flertalet närvarande beskriver. Ett mindre antal trafikanter satt kvar i tåget för vidare färd mot Tensta eller Hjulsta.

Den kvinna som sprang fram för att tala med föraren glömde sin handväska i vagnen. Även en annan kvinnlig trafikant begav sig framåt längs tåget. En manlig trafikant, som åkte i tågets första vagn och skulle kliva av i Rinkeby passerade förbi vagn 1301 precis som dörrarna stängdes. Han såg att det kom rök under vagnen och vände om. När han tittade ned mot vagnens underrede såg han lågor från en brand. Samtidigt reagerade de trafikanter som fanns i vagnen. De reste sig och gick mot dörrarna. Den manliga trafikanten tog tag mellan dörrbladen och satte in foten. Han ropade högt till föraren att öppna dörrarna. Tågets dörrar öppnades och trafikanterna gick snabbt ut mot rulltrapporna.

Kvinnan som talat med föraren sprang bakåt längs tåget för att hämta sin väska. Mannen som ropat hämtade väskan och gav till henne och de gick sedan båda ut ur stationen via rulltrapporna.

Föraren kom strax därefter till vagnen för att fälla säkringarna. När föraren kom till vagnen ökade röken och elden kraftigt och föraren samt de fyra kvarvarande trafikanterna bedömde att de inte kunde passera förbi.

Under tiden hade spärrexpeditören kommit ned till plattformen. När han såg röken och elden slå upp vände han och gick åter upp till spärren för att stoppa inpasseringen. På väg upp i rulltrappan mötte han flera personer på väg ner, som han uppmanade att vända om. Upp i biljetthallen var det redan mycket rök.

Trafikbefälet i Nordvästra radiobilen kom till Rinkeby ca kl. 08:09. När han passerade biljettspärren satt ”var god passera-skylden” i luckan. Väl nere på plattformsnivån tilltog rökutvecklingen och han upptäckte att det fanns ett större antal personer på plattformen för tåg mot Stockholm. Han påkallade deras uppmärksamhet och att de skulle ta sig därifrån.

Föraren på det drabbade tåget och de fyra trafikanter som blivit kvar på den andra plattformen tog sig över spåren och över ett staket till den plattform där trafikbefälet befann sig. De träffade på varandra vid trapporna mot mellanplanet. Alla begav sig upp till rulltrapporna. Föraren och trafikbefälet såg hur trafikanterna i rulltrappan framför dem omslöt av rök och bestämde sig för att vända

nedåt igen. Efter en stund kom en manlig trafikant ned igen. Han hade till skillnad från kvinnorna inte tagit sig ut utan beslutat att vända nedåt igen.

Vartefter stationsutrymmet ytterligare rökfylldes återstod snart bara ett rökfritt område bakom trapporna intill spårtunneln mot Rissne. Efter kontakt med TLC bestämdes att de skulle gå till fots i tunneln. Efter en kvarts promenad var de framme i Rissne och möttes där av räddningspersonal.

1.1.5 Trafikutövarens och spårinnehavarens larmning

När föraren på linje 10 tur 324 anropade TLC Västra skogen första gången uppfattades inte situationen som så allvarlig att räddningstjänsten behövde tillkallas. Klockan 08:08, efter att föraren anropat att det brinner, ringde trafikledaren till SOS - centralen. Då pågick redan ett samtal med en trafikant på plattformen.

Spårinnehavaren, SL Infrateknik, larmades kl. 08:12 när sambandscentralen ringde upp eldriftledningen på SL:s DLC för att få hjälp med räddningsfrånkopplingen.

Connex säkerhetsjour informerades kl 08:25. Larmning till Järnvägsstyrelsen utfördes av säkerhetsinspektören för blå linjen.

1.2 Olycksplatsen

Plattformen för norrspåret fanns längs tågets vänstra sida i körriktningen. Stationsutgången fanns vid tågets bakände, dvs. i den södra stationsänden.

Vid undersökningen av olycksplatsen stod tåget med framänden omkring 5 m bortom normal stopplats.

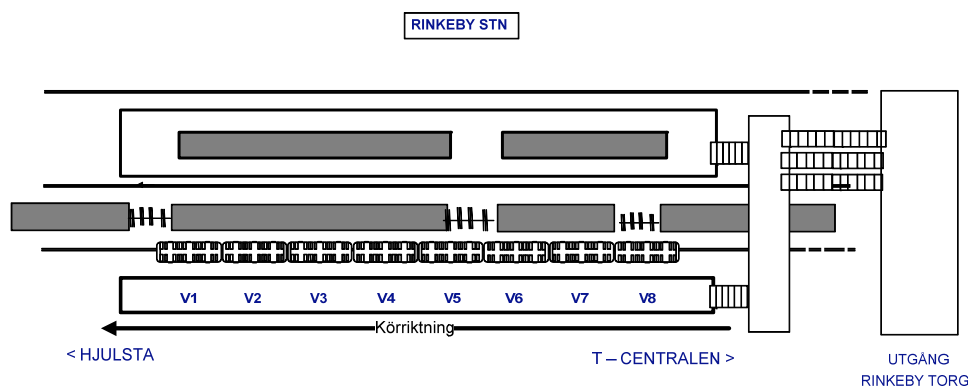


Fig. 2 Skiss på plattform med vagnarnas placering.

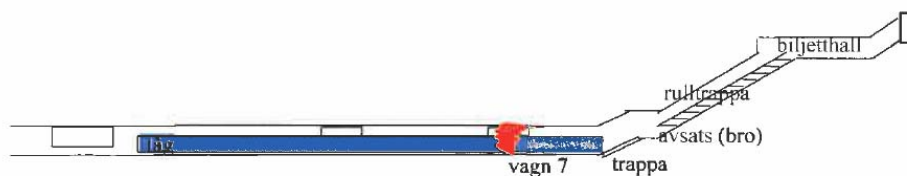


Fig. 3 Skiss över tvärsnitt av Rinkeby station.

1.3 Räddningsinsatsen

1.3.1 Alarmering och uttryckning

Det första larmet om en brand i tunnelbanan kom in till SOS-centralen via mobiltelefon ca kl. 08:07. Den person som larmade befann sig vid tåget, på plattformen i Rinkeby T-banestation och uppgav att det brann i tåget. Samtalet med SOS-operatören pågick i över tre minuter. Under tiden ringde trafikledaren på TLC Västra skogen också till SOS - centralen och fick svar att de kände till händelsen.

Närmast påföljande larm inkom via mobiltelefon ca kl. 08:13. Under samtalet bekräftades att en brand pågick i ett tunneltåg som befann sig inne på stationen.

Det fanns inte något automatiskt larm som kunnat påskynda alarmeringen till larmcentralen. Tunnelstationen saknade automatiskt brandlarm och stationen var inte heller utrustad med någon automatisk släckanordning (vattensprinkler). Tunneltåget hade inte heller något automatiskt brandlarm eller automatiskt släcksystem.

Ca kl. 08:16 kom ett automatlarm in till SOS-centralen från en adress belägen på Rinkebytorget intill T-banestationen. Det visade sig efter kontroll att larmet löst ut p.g.a. den rökutveckling som kom från branden i tunneltåget och som trängt in i lokalerna.

Larmningen utförs

Sedan samtalen mottagits och behandlats inom SOS-centralen övertogs larmningen till aktuella brandstationer av räddningscentralen (RC), vilken tillhör Stockholms Brandförsvaret. De två centralerna var vid tillfället samlokaliserade vid Johannes brandstation i centrala Stockholm.

Alarmering och ledning av sjukvårdens ambulansresurser utfördes från SOS-centralen enligt uppdrag av Stockholms läns landsting.

För utlarmning av brandförsvarets räddningsenheter fanns en särskild larmplan för ”brand i tunnelbana”. Utlarmning av brandförsvarets enheter påbörjades enligt planen ca kl. 08:11 (+ ca 4 min³).

Brandförsvarets ledningsoperatör (Lop) ska vid utlarmning följa gällande larmplan. Avvikelse från planen får göras efter beslut av överbrandmästaren som är inre befäl vid RC. I jämförelse mellan planen och vilka enheter och brandstationer som larmades framgår att avvikelser har gjorts från planen. Initialt larmades följande räddningsenheter och ambulanser:

Tabell 1: Utlarmning av enheter och ambulanser.

Enheter	Larm-tid, kl	Framkomst-tid, kl	Antal personer, funktion, brandstation
A181, A182, A183	08:11	08:19	8, räddningsstyrka, Kista
A191, A192, A193	08:11	Ej rapporterad	9, räddningsstyrka, Vällingby
A108	08:11	08:26	2, överbrandmästare, Johannes
A118	08:11	08:26	2, brandingenjör, Johannes
A138	08:11	08:26	1, brandinspektör, Johannes
A908	08:12	08:21	2, ledningsambulans
A995	08:12	08:24	2, ambulans

Enligt larmplanen skulle ytterligare en brandstation larmas som förstärkning (motsvarande station Vällingby ovan) samt två specialenheter, en s.k. katastrofenhet och en s.k. rökskyddsenhet. Detta gjordes dock inte förrän i ett senare skede. Avvikelsen från larmplanen motiverades av Lop med att det första

³ Antal minuter efter att första 112-samtal besvarades.

inkommande 112-samtalet indikerade att läget inte var allvarligt på Rinkeby T-banestation. I samråd med ansvarigt inre befäl i centralen gjordes istället en larmning för s.k. undersökning av händelsen, dvs. en utlarmning som innebar färre räddningsenheter.

Kort därefter inkom uppgifter som medförde att läget bedömdes vara betydligt allvarligare. Någon ytterligare utlarmning enligt larmplanen för "brand i tunnelbanan" gjordes dock inte. Avvikelsen mot planen rapporterades inte heller till vakthavande brandingenjör (VBI) som var på väg till brandplatsen som högsta befäl. VBI förutsatte, utan att kontrollera detta med personalen vid RC, att korrekt utlarmning hade genomförts enligt gällande larmplan för "brand i tunnelbanan".

VBI fick via kommunikationsradio under framkörningen till olycksplatsen information om rökutveckling från tunnelbanan och såg redan på avstånd en rökpelare i riktning mot Rinkeby. Han beställde då förstärkningsresurser med rökdykare som utlarmades ca kl. 08:26 från Brännkyrka brandstation. Försening- en av utlarmningen uppgick till ca 15 minuter i förhållande till larmplanen.

Katastrofenheten utlarmades ca kl. 08:38 och lämnade brandstationen i Huddinge nära en halvtimme senare än de först utlarmade enheterna.

Senare larmades också rökskyddsgruppen, vilken lämnade brandstationen i Solna med drygt en timmes försening gentemot plan.

Personal för ledning av skadetyperna "brand i tunnelbana" utökades enligt brandförsvarets ledningsplan till en förstärkt inre ledningsfunktion vid RC bestående av jourhavande brandchef (JBCH), överbrandmästare (ÖB) och tre ledningsoperatörer (LOP).

Den yttre ledningsfunktionen på skadeplatsen har även den följt gällande plan och organiserats med VBI som räddningsledare (RL), en överbrandmästare som skadeplatschef och två ledningsoperatörer samt sektorchefer.

RC larmade sammantaget ut följande förstärkningsresurser utöver de initialt utlarmade enheterna:

Tabell 2: Larmning av förstärkningsresurser.

<i>Enheter</i>	<i>Larmtid, kl.</i>	<i>Framkomsttid, kl.</i>	<i>Antal personer/funk- tion/station</i>
A151	08:26	Ej rapporterad	4, rökdykargrupp, Brännkyrka
A131	08:30	08:50	4, rökdykargrupp, Katarina
A201, A202, A203	08:37	08:45	9, räddningsstyrka, Solna
A811	08:38	Ej rapporterad	4, katastrofenhet, Huddinge
A601, A602	Ej rapporterad	08:52	5, rökdykargrupp, Järfälla
A701	08:40	08:55	4, rökdykargrupp, Täby
A156	Ej rapporterad	09:36	2, lastväxlare, Brännkyrka
A287	Ej rapporterad	Ej rapporterad	2, rökskyddsgruppen, Solna

Därutöver larmades ytterligare ambulansresurser från SOS-centralen efter begäran av ledningsambulansen på skadeplatsen.

1.3.2 *Insats på skadeplatsen*

Inledande åtgärder

Som första räddningsstyrka anlände station Kista med sina tre räddningsenheter till Rinkebytorget kl. 08:19. Eftersom stadsdelen och larmadressen var väl känd av brandpersonalen etablerade man sig på Rinkeby torg framför ingången till T-banestationen och biljetthallen.

Styrkans chef, dvs. Kistas brandmästare, hade rollen som RL vid framkomsten enligt den standardrutin som gällde och i avvaktan på att VBI skulle anlända.

Läget på platsen var lätt kaotisk med en kraftig rökutveckling från T-banestationen. Det pågick en spontan utrymning av resenärer via biljetthallen mot Rinkeby torg och mot Rinkebygången på motsatt sida av biljetthallen.

Biljetthallen som låg i samma markplan som det utanförliggande torget var fylld av rök. Sikten i biljetthallen var cirka 1-2 m.

RL fick direkt efter framkomsten information från Connexpersonal på platsen att tunnelbanestationen utrymts men att tre personer var kvar nere i tunnelbanan. RL formulerade då ett inriktningsbeslut som innebar omedelbar livräddning med hjälp av rökdykare.

För uppgiften avdelades primärt två rökdykare från station Kista och två rökdykare från station Vällingby som skyddsgrupp (säkerhetsgrupp vid långa inträngningsvägar). Uppgiften uppfattades tydligt av rökdykarna och var formulerad som "livräddning och utrymning av personer kvar i tunnelplanet och rulltrapporna där tre personer saknas".

Båda rökdykarna i den primära gruppen var sedan tidigare väl orienterade i Rinkeby T-banestation och behövde ingen närmare vägledning. Rökdykarnas erfarenhet som brandmän omfattade 10 respektive 4½ års tjänstgöring. Samtliga i räddningsstyrkan var medvetna om den mycket långa inträngningsvägen som uppdraget innebar.

När VBI anlände ca kl. 08:27 övertog han rollen som RL från Kistas brandmästare som då övergick till att vara sektorchef.

Det tidigare lämnade inriktningsbeslutet korrigerades av VBI som RL att omfatta:

- a) livräddning och utrymning av T-banestationen i samtliga plan, samt att
- b) släcka eventuellt pågående brand i tåget.

RL etablerade ledningsplats och brytpunkt på Skårbygränd intill T-banestationen tillsammans med representanter från ledningsambulansen och polisinsatschefen. Överbrandmästaren utsågs till skadeplatschef.

Skadeplatsen indelades i tre sektorer:

- 1) Rinkeby T-banestation, ingång från Rinkeby torg med ansvar för biljetthall, rulltrappor, plattform österut mot Rissne. Uppgift: Utrymning/livräddning och släckning av branden i tunnelbanetåget.
- 2) Plattform i riktning västerut mot Tensta samt nödutgång- en/utrymningsvägen via spårtunneln mot Tensta och utrymningsväg mot Nybygången. Uppgift: Utrymning/livräddning.
- 3) T-banestation Rissne belägen österut och spårtunneln mot Rinkeby. Uppgift: Utrymning/livräddning.

RL begärde tågstopp och strömlöst mellan T-banestationerna Tensta och Rissne. Banan rapporterades strömlös kl. 08:43. Skyddsordning utfördes ca kl. 08:51 vilket rapporterades till räddningsstyrkan.

Rökdykarinsats

Rökdykarnas insats påbörjades ca kl. 08:30, ungefär 10 minuter efter att räddningsstyrkan kom fram till olycksplatsen. De var utrustade med radio, andningsskydd och slangledning. Baspunkten (utgångspunkt för rökdykarinsatsen, tillika uppehållsplats för rökdykarledaren) var placerad vid stationsentrén mot Rinkeby torg.

Efter ett snabbt genomsök av biljetthallen fortsatte gruppen mot rulltrappan och nerför denna. Skyddsgruppen följde efter den primära rökdykargruppen.

Uppgiften, som var tydlig för dem, var att via biljetthallen och rulltrappan, som i det här läget var avstängd, nå plattformsområdet och tunnelplanet. Närmaste avståndet från entrén via rulltrappan till plattformen är ca 100 m och ca 280 m till plattformens bortre ände. Plattformen ligger på ca 25 meters djup från marknivån.

Båda rökdykarna har beskrivit inträngningen via biljetthallen som osäker med mycket begränsad sikt p.g.a. röken och oro för att påträffa människor som inte klarat av att ta sig ut. Skyddsgruppen stannade på avsatsen nedanför rulltrapporna, dvs. ett halvplan ovanför plattformplanet. När rökdykarna nådde plattformplanet var sikten betydligt bättre än uppe i biljetthallen. Sikten uppskattades till ca 5-10 m och de kunde även skönja hela tåget som stod vid plattformen.

Den slangledning rökdykarna haft med sig räckte inte längre än till början av plattformen varför den lämnades där. Avsteget från säkerhetsrutinen, att alltid ha slangledning med vid rökdykning, motiverades av att sikten var så pass god att det inte innebar några orienteringsproblem.

Väl nere på plattformen söktes området av efter ev. kvarvarande personer men ingen kunde upptäckas. Räddningsenheterna som fanns på plats, och därmed också rökdykarna, saknade hjälpmedel med värmekamera för att söka efter personer. Det innebar att sökningen tog längre tid och krävde noggrannare kontroll eftersom den genomfördes helt visuellt.

Undersökningen fortsatte utmed tunnelbanetåget genom att titta in i vagn efter vagn men ingen person upptäcktes heller där. Samtliga dörrar och fönster på tågets vagnar var då stängda och intakta enligt rökdykarna.

En av rökdykarna upptäckte att det brann inne i och under en av vagnarna. Han iakttog också att det hade brunnit igenom golvet i vagnen. Med hjälp av en inomhusbrandpost som fanns på den närbelägna väggen påbörjades släckning av branden i vagnen. Strålröret på slangen trycktes in mellan gummilisterna på vagnens mittre dörrpar och på så sätt fick vattnet spola in i vagnen. Med den begränsade släckutrustningen lyckades han inte direkt släcka branden. Genom släckinsatsen begränsades branden. I samband med brandsläckningen gick en dörruta sönder. Slangen lämnades fastkilad mellan skjutdörrarna. På detta sätt fick vatten fortsätta spolas in i vagnen och efter en okänd tid slocknade branden.

Med hänsyn till rökdykarnas begränsade mängd andningsluft beslutade de och skyddsgruppen att bege sig tillbaka ut samma väg via rulltrappa och biljetthall.

Rökdykarna och skyddsgruppen avslutade sitt uppdrag när de var tillbaka vid entrén i markplanet kl. 08:52, dvs. 22 minuter efter att uppdraget påbörjades.

Samtidigt med rökdykarinsatsen i tunnelplanet genomsöktes biljetthallen i markplanet av andra delar ur räddningsstyrkan utan att några personer påträffades. Även T-banestationens andra plattform kontrollerades.

Biljetthallen ventilerades från rök med räddningstjänstens mobila fläktar och tunnelbanestationen genomsöktes i sin helhet.

Angränsande lokaler till T-banestationen kontrollerades. En särskola evakuerades p.g.a. att rök från branden trängt in i lokalerna.

Det utfördes även eftersökning av personer på de angränsande T-banestationerna Rissne och Tensta samt i angränsande tunnelområden. Under de insatserna gjordes inga iakttagelser av rök. De tre saknade personerna påträffades välbehållna kl. 09:09 när de kom gående via spårtunneln till T-banestationen Rissne.

Räddningstjänsten avslutades kl. 11:58. Räddningsinsatsen pågick därmed i ca 3 ¼ timmar.

1.4 Avvikande kopplingsläge i strömskenesystemet

I samband med att personal från Banverket Produktion, tillsammans med en bygg- och projektledare från SL Infrateknik AB, ett par dagar efter branden skulle utföra omkopplingar för att återställa matningen till Rissnedepån till normalt kopplingsläge upptäcktes att fränskiljaren 3335-33411 för mellanspåret vid Rinkeby låg i avvikande läge för normal drift.

De kopplingar som skulle göras vid tillfället berörde två andra fränkskiljare, 3333-3341 på norrspår och 3334-3342 på söderspår. Rutinmässigt gjordes även en kontroll av läget för fränkskiljare 3335-33411. Det visade sig då att den låg i slutet läge. Normalt kopplingsläge skulle vara att den fränkskiljaren låg i öppet läge (dvs. avbrott skulle råda i strömkretsen).

Förhållandet att den aktuella fränkskiljaren var sluten medförde att strömskenan på norrspår mellan likriktarstationerna Löten och Rinkeby matades via fyra effektbrytare istället för normalt två.

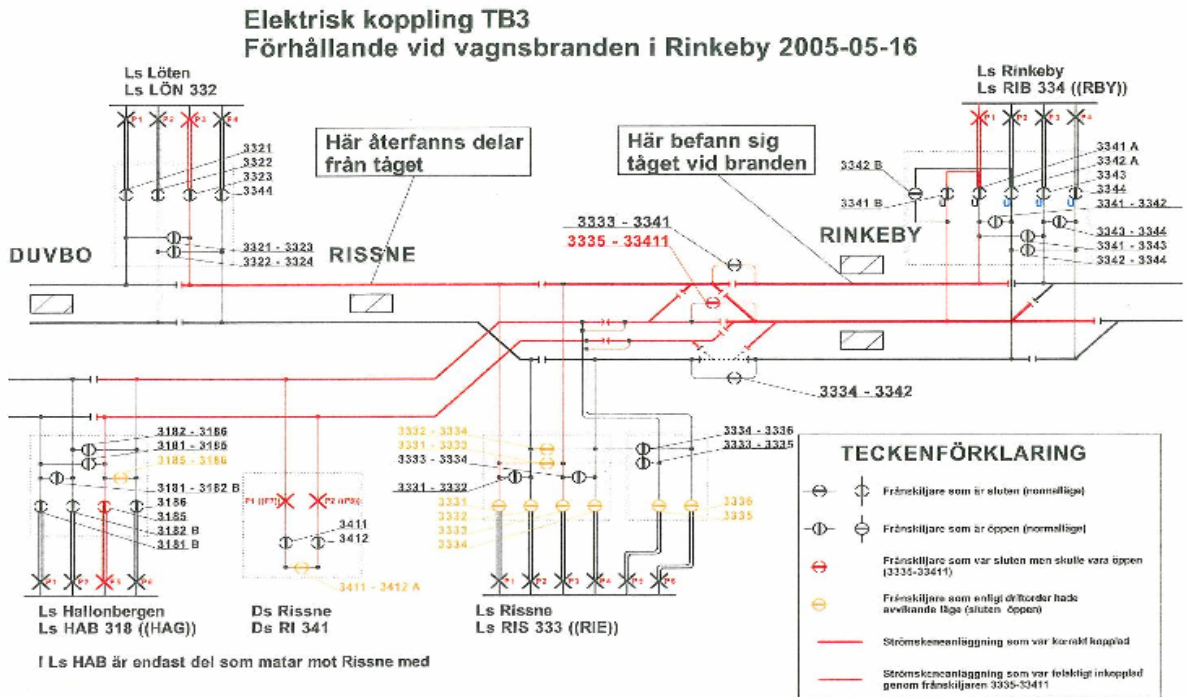


Fig. 4 Bild av kopplingsläget vid händelsen. Bilden är tagen från SL:s utredning av händelsen.

1.5 Personskador och materiella skador

1.5.1 Personskador

	Tunnelbanepersonal	Passagerare	Övriga	Totalt
Omkomna	-	-	-	-
Allvarligt skadade	-	-	-	-
Lindrigt skadade	1	11	-	12

Ingen person skadades allvarligt. Elva personer sökte sjukvård efter händelsen. Två personer lades in på sjukhus för observation över natten (mindre än 24 timmar). Av de lindrigt skadade hade två personer fotledsskador. Några drabbade var sjukskrivna 1-5 dagar, en person var sjukskriven en längre tid pga. krisreaktioner.

1.5.2 Skador på rullande materiel

Vagn C14 nr 1301 fick mycket omfattande skador och får betraktas som i det närmaste totalförstörd. Den andra vagnen i vagnparet, 1300, fick omfattande skador dock begränsade till det elektriska systemet. Flera andra vagnar i tågsättet fick skador i elektriska system.

Skadorna, främst på vagn 1301, har undersökts ingående som ett led i faktainsamlingen och beskrivs närmare i avsnitt 8.

1.5.3 Skador på anläggningar och miljö

Spår och strömskena samt kablar till signal- och telesystem fick begränsade skador inom något tiotal meter från brandhärden under tåget. Rök- och sotskador uppstod, vilka i huvudsak åtgärdades genom utvädring under flera dygn.

Rökspridningen begränsades till Rinkeby T-banestation. Mängden rök ökade kraftigt från tunnelplanet där den var besvärande med nedsatt sikt till mycket besvärande och tät i övre delen av rulltrappsschaktet och i biljetthallen. Viss inträngande rök påverkade intilliggande lokaler och verksamheter i anslutning till biljetthallen.

1.6 Utredningen

SHK beslutade att genomföra en utredning och inledde undersökningen samma dag som branden inträffade genom att samla fakta på olycksplatsen och i depån i Rissne.

Utredningen har inriktat sig på följande huvudområden:

- uppkomsten av branden,
- upptäckt av farosituationen och utrymning av stationen,
- rökutveckling och rökgasspridning,
- räddningsinsatsen,
- fordonens och banmatningens konstruktion och samverkan,
- säkerhetsorganisation och ansvarsförhållanden.

Utredarna har under arbetets gång kommunicerat med såväl koordinatörer för berörda säkerhetsmyndigheter som med företrädare för berörda verksamhetsutövare. Intervjuer har hållits med ett trettiotal personer, dels direkta vittnen inkl berörd personal, dels representanter på olika nivåer för de berörda företagen.

Utredningen har till stor del bedrivits med konsultstöd, vilket har resulterat i ett antal utlåtanden eller mer omfattande rapporter med såväl teoretisk bakgrund som faktasammanställningar och analys inom resp. delområde. Väsentliga fakta ur dessa rapporter har tagits in i SHK:s slutrapport. I övrigt hänvisas till respektive rapport, av vilka ett flertal bifogas denna rapport som fristående bilagor.

Beträffande det avvikande kopplingsläget som beskrivs i avsnitt 1.4 vill SHK framhålla följande: Det uppdagade avvikande kopplingsläget anmäldes av SL Infrateknik till SHK vid ett möte den 24 maj 2005. Det avvikande förhållandet hade då åtgärdats, vilket innebär att SHK inte på plats och ställe har dokumenterat frånskiljarens läge. SHK har tagit del av driftordrar och samtalsinspelningar rörande händelsen samt intervjuat berörd personal och arbetsledning.

Haverisammanträde hölls i februari 2007, varefter arbetet med analys av det omfattande faktamaterialet inleddes. Analysen har försvårats av att den drabbade vagnen 1301 hade så omfattande skador att det utifrån dessa var omöjligt att prova eller återskapa olika sekvenser och felfall.

2 HÄNDELSEMILJÖ – TEKNISKA OCH OPERATIVA BASFAKTA

2.1 Bansystemet allmänt

Bana 3, den s.k. blå linjen, byggdes i etapper 1975-85. Spårtekniskt består banan av räler med vikten 50 kg/m på betongsliprar med Pandrol-befästning i makadamballast. Vissa sliprar är extralånga och har fäste för strömskenan.

Signalsystemet är av Union Switch och Signals typ, anpassat för Stockholms tunnelbana. Det är ett kontinuerligt hyttsignaleringsystem med spårledning. Det finns fasta huvudsignaler vid vissa punkter, främst framför tågvägsskiljande växlar. Relärum finns i anslutning till stationer med växlar. All manövrering sker från ställverket i trafikledningscentralen vid Västra skogen.

2.2 Rinkeby station

Stationen är i sin helhet belägen i bergtunnel. Det finns tre spår på stationen och i stockholmsändan strax bortom plattformarna grenar två spår av mot Rissnehallen.

Rinkeby är en av de stationer i tunnelbanesystemet som endast har en utgång från plattformarna, i söderänden. I andra änden av stationen, mot Tensta, finns en nödutgång, som nås från en port ca 150 m in i spårtunneln.

Biljetthallen ligger i ytplanet med en ingång direkt från Rinkeby torg. Från biljetthallen leder rulltrappor och en hiss ned till ett mellanplan, från vilket trappor och hiss finns till de två plattformarna.

Stationen är belägen i tre parallella tunneldelar med förbindelseöppningar, dvs. det är inte en helt öppen planlösning. För att förhindra oönskat spårbeträdande finns staket uppsatta mellan spår 2 och 3.

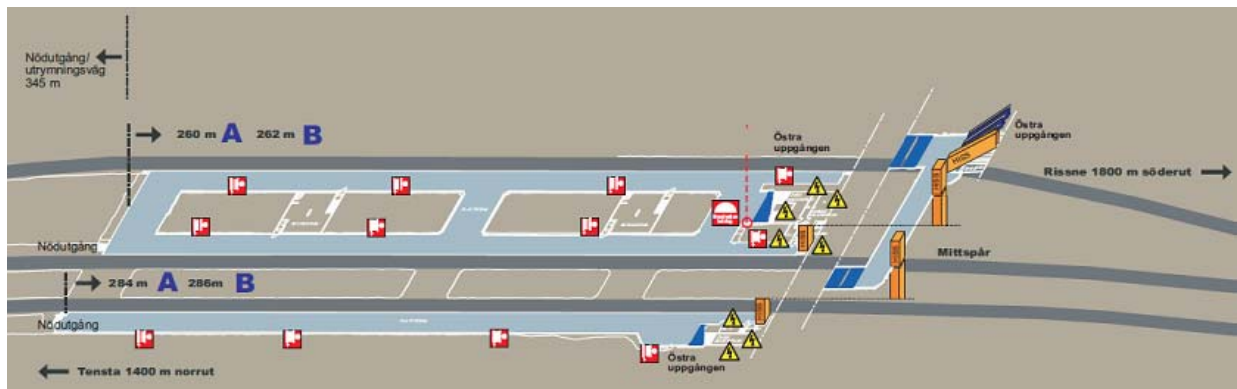


Fig. 5 Planskiss över Rinkeby station.

2.3 Kraftförsörjning och likriktarstationer

2.3.1 Matning

Tunnelbanan har ett strömskenebaserat likströmssystem för energiförsörjning av fordonen (= "banmatningen"). Längs blå linjen finns ett flertal likriktarstationer, som matar ut 750 V likström via effektbrytare utrustade med skydd som automatiskt slår ifrån vid kortslutning eller överbelastning. Strömskenan som löper utmed spåret är indelad i elektriskt åtskiljda sektioner. Gränsen mellan två sektioner utgörs av gap i strömskenan ("strömgap").

Sektioneringen är förlagd vid likriktarstationerna (Ls). I regel matas varje matningssträcka av två likriktarstationer, en i varje ände, s.k. sammatning.

Inom det vid branden aktuella området fanns likriktarstationerna Ls Lötén (LÖN), Ls Rissne (RIE) och Ls Rinkeby (RBY). Rissnedepån sammatades normalt från Ls Rissne och Ls Hallonbergen (HAG).

Likriktarstationerna har normalt fyra utgående effektbrytare, en för varje matningssträcka, och matar norrspår och söderspår var för sig. Effektbrytarna benämns P1, P2, P3 osv. Vissa likriktarstationer har ett större antal utgående effektbrytare, exempelvis har Ls Rissne sex effektbrytare. Ls Rissne matar även sträckan mot Hallonbergen (utöver sträckorna Rissne-Lötén och Rissne - Rinkeby). Sträckan Hallonbergen - Rissne sammatas med Ls Hallonbergen. Jfr. figur i avsnitt 1.4.

2.3.2 Övervakning och skydd

Styrning och övervakning av likriktarstationerna utfördes genom eldriftövervakningssystemet ENOK. Övervakning av eldriften gjordes från SL:s eldriftcentral, belägen inom Hammarbydepån. ENOK-systemet var inte heltäckande och kunde t.ex. inte indikera läget för de manuella fränskiljare, som manövrerades från kopplingsskåp vid banan.

Varje effektbrytare har ett automatiskt skydd som möjliggör att den på egen hand kan bryta och blockera matningen till strömskenan. Det automatiska skyddet har olika villkor för att lösa ut:

- Överström, löser ut då strömmen överskrider 7kA
- Strömsprång, löser ut om strömmen ökar 3kA eller mer momentant
- Strömstegring, löser ut om strömmen ökar med minst 20A/s under minst 40ms.

Villkoren för utlösning har olika räckvidd. Med räckvidd avses det avstånd från likriktarstationen till ett fel på matningssträckan, på vilket ett fel normalt kan detekteras. Strömsprångsskyddet har en räckvidd på ca 1km, överströmsskyddet ca 2,5 km och strömstegringsskyddet 5-6 km.

Vid utlöst effektbrytare görs automatiskt tre återinkopplingsförsök. Det första inkopplingsförsöket skedde efter fem sekunder och övriga med 30 sekunders intervall. Efter tre misslyckade återinkopplingsförsök i rad, går effektbrytaren i blockad och måste efter det återinkopplas manuellt. Eldriftcentralen får då larm om avvikande driftläge. Om ett inkopplingsförsök efter att en effektbrytare har löst ut lyckas, nollställs sekvensen och effektbrytaren har på nytt tre försök innan blockad.

Alla händelser loggades av ENOK med noggrannheten 1 minut. Tidsmärkningen skedde först då signalen nått systemets centraldator. Därav var ordningsföljden i loggen inte säker inom intervallet 1-2 minuter. Klockan i ENOK gick ca 2 minuter och 30 sekunder före s.k. SL-tid.

ENOK är numera ersatt av ett modernare system, SNOK, som indikerar aktuellt kopplingsläge och om effektbrytare är fränslagna eller tillslagna och om fränskiljare är öppna eller slutna. Ombyggnadsarbeten pågick vid tiden för branden inför systembytet. Utbyte av manuella fränskiljare till en typ som kan fjärrmanövreras och därmed lägesindikeras i det nya eldriftövervakningssystemet SNOK har hanterats i ett separat projekt.

2.3.3 Räddningsfränkoppling

Det fanns möjlighet att via ENOK-systemet manuellt beordra räddningsfränkoppling för att göra en sträcka (matningssektion) mellan två likriktarstationer spänningslös. Räddningsfränkoppling utfördes från trafikledningscentralen. För detta fanns det en ENOK-terminal på TLC Västra skogen. Trafikledaren skulle markera en viss punkt för söderspår eller norrspår och därigenom verkställa fränkopplingen. För att hindra att ett tåg körde in på en fränkopplad sträcka,

gjorde systemet automatiskt bakomliggande sträcka spänningslös (sett i normal körriktning). När s.k. långmatning anordnades eller vid andra omkopplingar i strömskenesystemet ändrades inte ENOK-systemet beträffande detta.

2.4 Trafikledning m.m.

2.4.1 Trafikledningscentralen

TLC för Blå Linjen är belägen i anslutning till stationen vid Västra skogen. Där fanns också enhetskontoren för Connex trafik- och stationstjänst på Blå linjen. TLC bemannades av en TL och en ställverksoperatör. Ställverksoperatörens uppgift var att lägga tågvägar m.m. enligt gällande tidtabell och i övrigt enligt TL:s order. Vid olyckstillfället fanns det även en elev vid ställverket.

På TLC vid Västra skogen fanns också Connex sambandscentral, med uppgift att samordna kontrollpersonal, ambulerande värdar och väktarpatruller. Sambandsoperatören hjälpte även till med trafikantinformationen (högtalarutrop) på Blå linjen. Till skillnad från de andra två TLC för tunnelbanan fanns inga särskilda informatörer i Västra skogen.

2.4.2 Yttre trafikledningsorganisation m.m.

Som trafikledningscentralens förlängda arm ute längs banorna fanns yttre trafikledare i radiobil, s.k. TB, som i huvudsak agerade inom förutbestämda geografiska områden. Arbetsuppgifterna innebär allt från trafikantserviceåtgärder till att hantera vagnfel och olyckor och annat som förarna inte kan eller ska hantera. En uppgift enligt trafiksäkerhetsinstruktionen är att leda och övervaka utrymning. För att snabbt kunna förflytta sig mellan olika platser färdas trafikbefälen i radiobilar med uttryckningssignaler som får användas på order av TLC. I radiobilarna finns fast och bärbar radio, vilket gör att trafikbefälet kan hålla koll på radiotrafiken på två bansystem. Det är flera radiobilar i tjänst samtidigt, vid tillfället var det den ”nordvästra radiobilen” som hade hand om blå linjen och gröna linjen bortom Fridhemsplan.

2.4.3 Kommunikationsmedel och informationssystem

TLC Västra skogen inkl. sambandscentralen utgjorde navet i kommunikationen mellan trafikpersonal (förare och spärrexpeditörer), banpersonal, stationsvärdar, kontroll- och ordningspersonal och de yttre trafikledarna/trafikbefälen. Den huvudsakliga kommunikationen sker via radio med öppen kanal, förutom med spärrexpeditörerna där telefon används.

För särskilt akuta samtal finns i tåggradion en funktion *ilsamtal* som aktiveras med en särskild knapp, IL-knappen. Vid ilsamtalsanrop tänds en ”saftblandare” och det ljuder en signal på TLC.

Längs banan finns, där spåret går i tunnel, en larmtelefon var 300:e meter. Larmtelefonen utmärks med en blå lampa. Uppkoppling mot TLC sker automatiskt när luren lyfts.

2.5 Tåget

2.5.1 Tidtabell och sträcka

Tur 324 avgick enligt tidtabell från Rissnehallen kl. 06:54 till Hjulsta. Därifrån gick tåget i trafik till Kungsträdgården. Vid Kungsträdgården vände tåget åter mot Hjulsta. Från Hjulsta skulle tåget gå till Rinkeby och därefter in i Rissnehallen kl. 09:21.

Station	Tid
Kungsträdgården	07:39
T-centralen	07:40
Fridhemsplan	07:43
Västra skogen	07:47
Rinkeby	07:58
Hjulsta	08:02

2.5.2 Tågets sammansättning

Det aktuella tåget bestod av fyra vagnpar av typ C14. Ett vagnpar består av två semipermanent kopplade motorvagnar med delvis gemensam utrustning.

Vagnarna gick i följande ordning:

Vagnpar	Plac.	Nr	Kommentar
1	V1	1368	Ledarvagn. Härifrån körde föraren.
	V2	1369	
2	V3	1276	
	V4	1277	
3	V5	1399	
	V6	1398	
4	V7	1301	Den brandskadade vagnen.
	V8	1300	

2.5.3 Tunnelvagnar C14 allmänt

Hela serien av tunnelvagn C14 består av 126 vagnar som levererades mellan 1985-1989 av Hägglund/ASEA Traction. Serien påbörjades med vagnspar 1274-1275, vagnspar 1300-1301 driftsattes under 1986.

C14 byggdes till viss del av återanvända komponenter, bl.a. viss del av broms-utrustningen, traktionsmotorer, växellådor, axlar och hjul. Tunnelvagnar C15 har samma elektriska utrustning som C14 men de levererades helt nyttillverkade.

Ett vagnpar utgörs av två semipermanent kopplade vagnar där el- och tryckluftsutrustningen är gemensam och fördelad på de båda vagnarna, t.ex. är samtliga strömavtagare placerade på vagn 1. Vagnsparet förbinds med en dragstång på vilken elkablar och tryckluftsslanger är förlagda. Vagnarna i ett par benämns vagn 1 och vagn 2, vagn 1 har alltid udda slutsiffror i vagnsnumret.

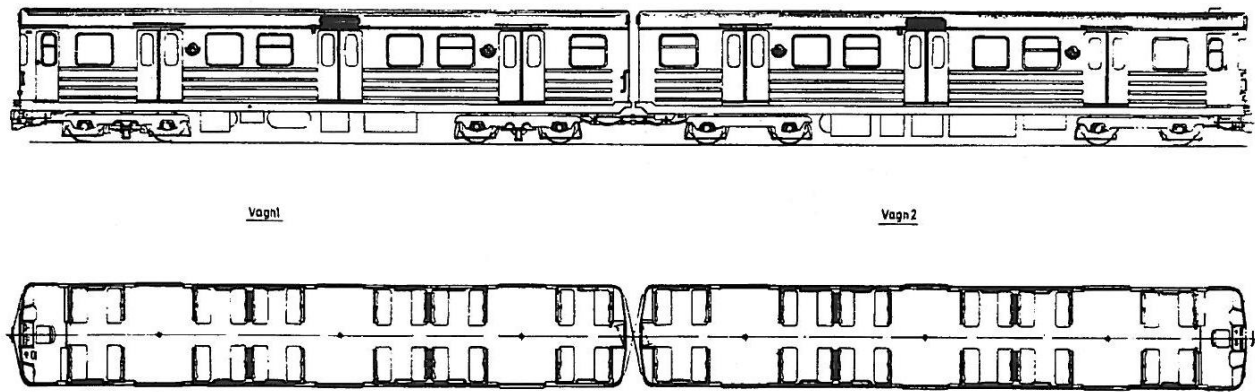


Fig. 6 C14, två vagnar är semipermanent ihopkopplade till ett vagnpar.

Huvuddata

Antal sittplatser/vagnpar	96 st
Max antal platser/vagnpar	312 st
Tomvikt	25 ton
Max hastighet	80 km/h
Max acceleration 0-25 km/h	1,1 m/s ²
Medelretardation 80-0 km/h	1,1 m/s ²
Max dragkraft/vagnpar 0-25 km/h	90 kN
Max bromskraft/vagnpar 55-0 km/h	92 kN
Kontinuerlig dragkraft (25 km/h)	65 kN
Elektrodynamisk broms ned till	8 km/h
Linjespänning nominell	650 VDC
Linjespänning max	750 VDC
Linjespänning minimum	450 VDC
Manöverspänning nominell	36 VDC
Manöverspänning max	39,5 VDC
Manöverspänning min	23VDC

Apparatplacering

Liksom i SL:s äldre fordon (såsom vagnstyp C7 och C9) är utrustningen placerade i apparatskåp på båda sidor om manöverpulpeten, i mellanväggen till vänster bakom föraren, i takkalotten samt i kortändan på båda sidor om gaveldörren.

Apparatplacering och kabelförläggning i underredet utfördes enligt nya principer jämfört med äldre vagnar. Utrustningen är uppdelad i sammanhållna enheter som fästs under vagnskorgen i apparatlådor. Montageprincipen innebär att apparatlådorna placeras längs vagnarnas sidor och ansluts till långsgående kabelkanaler förlagda i vagnens centrumlinje. Kabelanslutningarna utförs i möjligaste mån med snabbkontakter.

Apparatlådorna och kabelkanalerna är tillverkade av strängpressade och anodoxiderade aluminiumprofiler. Materialvalet är grundat på att aluminium är lätt, starkt och enkelt att reparera.

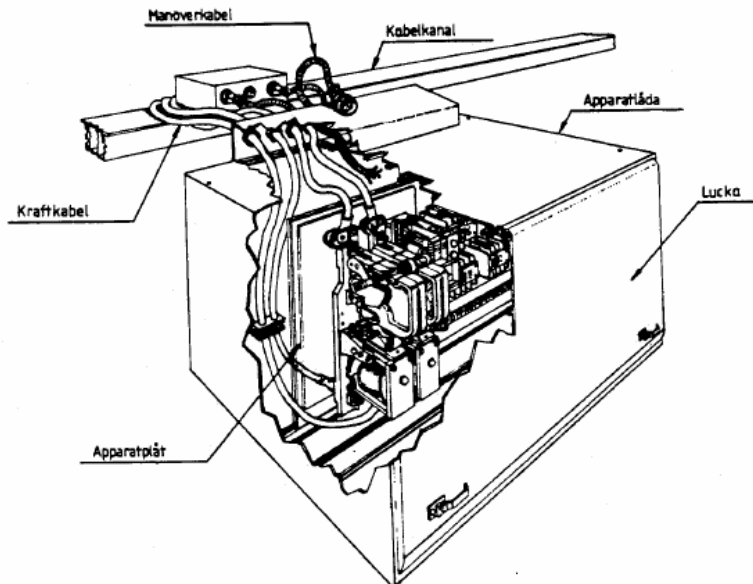


Fig. 7 Principskiss för konstruktion av apparatlåda med anslutning av kraft- och manöverkablar till respektive kabelkanal.

I bilaga 1 beskrivs de olika delsystemen och apparaterna och de ingående komponenternas normala funktioner. Undersökning av skador efter branden och ev. felfunktioner beskrivs i avsnitt 8. Den huvudsakliga placeringen av komponenter i det elektriska drivsystemet framgår av figur 8.

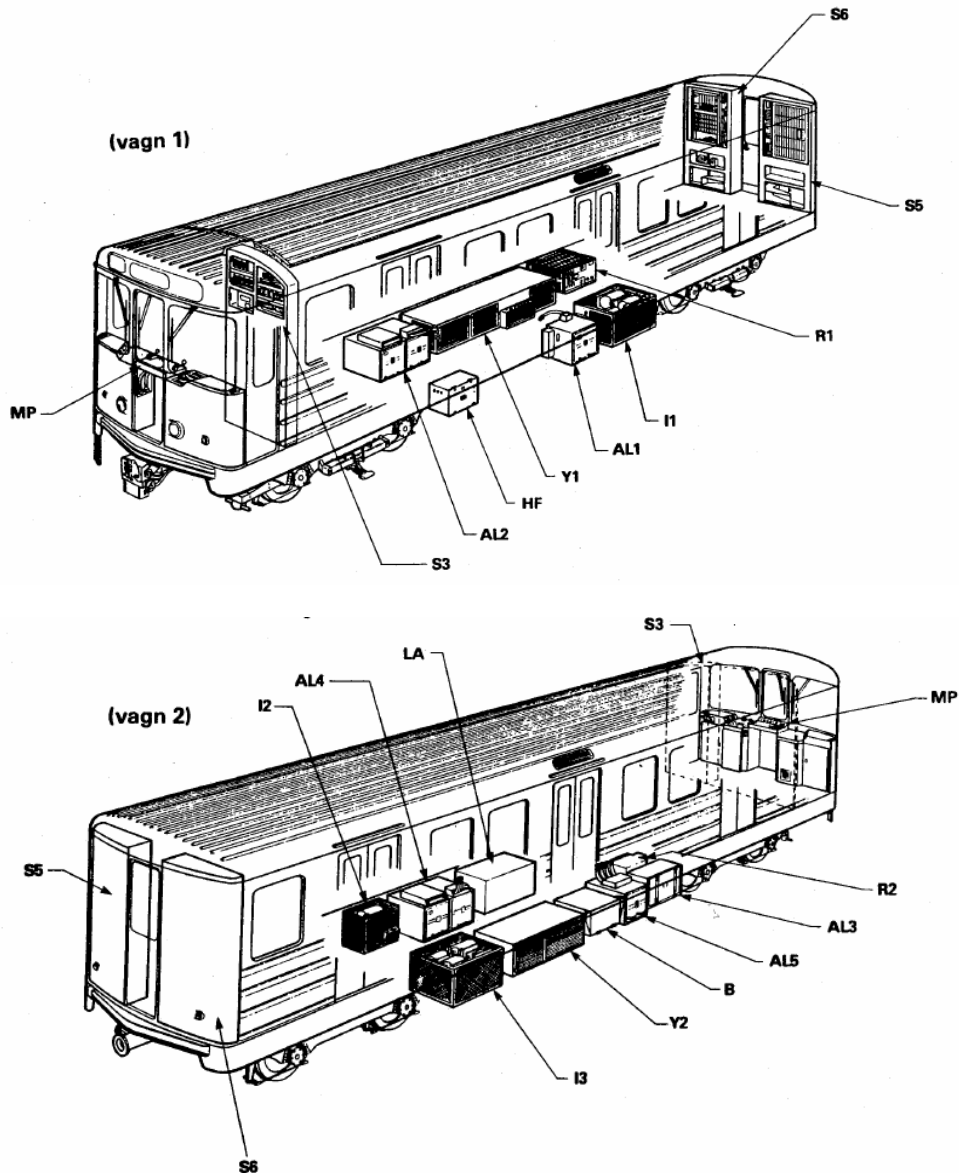


Fig. 8 Apparatplacering i vagn 1 och vagn 2. De olika komponenternas beteckningar förklaras i bilaga 1.

2.5.4 Brännbara material i tunnelvagnar C14

Enligt uppgift från SL finns det brännbara material i passagerarutrymmet i väggfält, säten, golvmattor och golv.

Väggfält

Väggfälten består av 3 mm tjocka platslaminatskivor av märke Perstorp som monterats direkt mot den inre strukturens plåtfält. Plastlaminatskivorna uppfyller SS 02423, brandklass1.

Säten

Sätena består av sitt- och ryggplättar. Stoppningen av typ Neopren och tyget är ullmockett. Plätttramens stomme består av en brandskyddsbehandlad laminatskiva av trä. Sätenas fundament är tillverkade av plåt och plåtprofiler. De kompletta plättarna uppfyller BS 5852, section 2, cribb 7.

Golvmattor

Golvmattorna är av typen Altro Safety som är limmade mot trälaminatskivor. De uppfyller Nordtest fire 007.

Trälaminatskivor

Trälaminatskivorna består av 9 mm tjock björkplywood som rötskyddsbehandlats på undersidan. Trälaminatskivorna bärs i huvudsak upp av tvärgående (i förhållande till vagnen) regler av granplywood med tjocklek 12 mm och bredd 40 mm. Det finns även längsgående regler av granplywood och massiv furu.

2.6 Personal och trafikanter

2.6.1 Rinkeby station

Spärrexpeditör

I spärren vid entrén till Rinkeby station arbetade en man, som varit spärrexpeditör sedan år 2000.

Lokalvårdare

På plattformen vid norrspåret fanns en lokalvårdare, en man, med uppgift att manuellt skura delar av plattformen. Han hade arbetat hos Connex sedan år 2000.

Trafikanter

Det finns inga exakta uppgifter på antalet personer på stationen. Enligt lokalvårdaren fanns uppskattningsvis ett tiotal personer på plattformen för tåg mot Hjulsta, där det aktuella tåget stannade, och 100-150 personer på plattformen för tåg mot Kungsträdgården. I olika sammanhang har siffror på upp till 300 personer nämnts som "normalt" antal trafikanter på stationen vid den aktuella tidpunkten.

2.6.2 Ombord på tåget

Tunneltågföraren

Föraren, en man, var 50 år. Han började som tunneltågförare år 1986. Utöver de första tre åren har han varit placerad vid Västra skogen med fast tjänst på bana 3 (Blå linjen). Han omnämns i fortsättningen som *föraren* eller, vid behov av förtydligande, *föraren tur 324*.

Trafikanter

Det finns inga exakta uppgifter på antalet personer ombord. Enligt lokalvårdaren fanns uppskattningsvis 20-30 trafikanter i tåget.

2.6.3 Personal på Trafikledningscentralen

Trafikledaren

Trafikledaren, en man, var 41 år. Han hade i omgångar arbetat inom SL-trafiken sedan 1986 som spärrexpeditör, tunneltågförare och som bussförare. År 2001 återkom han till tunnelbanan som tunneltågförare och blev i slutet av 2002 yttre trafikbefäl. I september 2004 påbörjade han utbildning till trafikledare.

I utbildningen ingick övning på alla tre TLC. Han examinerades i februari 2005 och efter 12 dagars praktik tjänstgjorde han därefter i egna turer som trafikledare från den 18 mars. Tjänstgöringen omfattade 20 dagar i Västra skogen och två dagar på Gullmarsplan. Han omnämns i fortsättningen som *trafikledare 1 (TL 1)*.

Ställverksoperatör med elev

Ställverksoperatören, en man, började inom SL-trafiken i Västra skogen 1978 när blå linjen var nästan ny. Han har varit bussförare och tunneltågförare och har även arbetat som trafikplanerare. Han omnämns i fortsättningen som *ställverksoperatören*.

Vid tillfället var han handledare för en kvinnlig tunneltågförare som var under utbildning till ställverksoperatör. Hon omnämns i fortsättningen som *ställverkseleven*.

Avlösande trafikledare

Avlösande trafikledare, en man, var tillförordnad enhetschef för tunneltågförarna i Västra skogen. Han var själv tunneltågförare till 1994 då han gick utbildning till trafikbefäl. År 1998 blev han trafikledare på Blå linjen och senare på Gröna linjen. Inom trafikledning blev han sedermera skiftesledare, vilket vid olyckstillfället fortfarande var hans grundbefattning. Han hade upprätthållit trafikledarbehörigheten men tjänstgjorde i övrigt inte regelbundet som TL. Den aktuella dagen hade han egentligen semester, men var inne på kontoret för att hantera ett personalförändring. Han omnämns i fortsättningen som *trafikledare 2 (TL 2)*.

Sambandsoperatör

Sambandsoperatören, en man, hade arbetat i SL-trafiken i 20 års tid i stationstjänst, med biljettkontroller och som trafikvärd.

2.6.4 Trafikbefäl i radiobil

Trafikbefälet i ”Nordvästra radiobilen”, en man, var tunneltågförare sedan år 1989 och hade kört tåg sedan dess samt även arbetat ett år inom Vällingbydepån. År 1999 påbörjade han trafikledarutbildningen med att åka i radiobil som yttre trafikbefäl. Han har behörighet som trafikledare sedan 2001. Han tillhörde gröna linjen men hade utbildning för tjänstgöring på alla tre TLC i tunnelbanan. Han omnämns i fortsättningen som *trafikbefälet* eller *TB nordväst*.

Fler yttre trafikbefäl och en väktarpatrull kallades till Rinkeby/Rissne-området av sambandscentralen.

2.6.5 Övrig trafikpersonal**Föraren på linjen 10 tur 301**

Föraren på det bakomvarande tåget (linje 10 tur 301), som anropade TLC om röklukt i Rissne, omnämns som *föraren i Rissne* eller *föraren tur 301*.

Därutöver berördes i större eller mindre utsträckning spärrexpeditören i Rissne, dåvarande säkerhetsinspektören för blå linje, operative chefen och affärsområdeschefen för blå linjen och ett flertal ledningsfunktioner direkt av larmning och akut omhändertagande av situationen.

2.6.6 Elteknisk personal**Eltekniker 1**

Eltekniker 1, en man, var anställd hos Svensk Banproduktion AB. Eltekniker 1 kom att vara den som var kopplingsledare för åtgärderna enligt driftorder för den 1 maj. Han omnämns i fortsättningen som *eltekniker 1*.

Eltekniker 2

Eltekniker 2, en man, var anställd hos Svensk Banproduktion AB. Eltekniker 2 hade upprättat den driftorder som gällde omkopplingar den 1 maj 2005 vid bl.a. frånskiljare 3335-33411 vid Rinkeby. Han omnämns i fortsättningen som *eltekniker 2*.

Personal på eldriftcentralen (EDC)

Tjänstgöringsförhållanden, erfarenhet och behörighet för den personal som tjänstgjorde på EDC vid olika skeenden av kopplingsförändringar och vid branden har inte särskilt undersökts av SHK.

2.7 Pågående arbeten**2.7.1 Pågående uppgradering av eldriftövervakning och frånskiljare**

Arbeten pågick med att införa ett nytt eldriftövervakningssystem. I samband med detta möjliggjordes att manuella frånskiljare i ett senare skede skulle kunna bytas

till fjärrstyrda som kunde manövreras och indikeras i eldriftövervakningssystemet. Arbetena utfördes så att en likriktarstation "stängdes" under en viss tid och förbikopplades genom att sk. långmatning anordnades av strömskenesektionerna. När branden i Rinkeby inträffade var Ls Rissne ur drift. Tidigare hade Ls Rinkeby varit ur drift på motsvarande sätt.

2.7.2 Omkopplingar pga. arbeten i april och maj 2005

Från 24 april till 1 maj 2005 var Ls Rinkeby urkopplad pga. SNOK-arbetena. För att ordna matning till mellanspåret vid Rinkeby station hade frånskiljare nr 3335-33411 slutits. Detta kunde bara göras manuellt i ett kopplingssskåp vid banan och indikerades inte automatiskt i ENOK. De kopplingar som behövde göras dels av eldriftledaren och dels av montör på plats framgick av en driftorder upprättad av Svensk Banproduktion, som hade godkänts av SL eldriftcentral. För att mata depån i Rissne från två effektbrytare matades sträckan mellan Rinkeby och Hallonbergen från ena hållet, genom att parallellkoppla Ls HAG P5 och P6.

Den 1 maj skulle anläggningen återställas till normalt kopplingsläge enligt en för detta upprättad och godkänd driftorder. Dessa åtgärder var de senaste dokumenterade åtgärderna som berörde frånskiljare 3335-33411 före branden.

2.8 Händelser efter Rinkebybranden

De händelser som kortfattat återges här avser ett antal händelser som antingen berört delsystem och komponenter som även varit aktuella för undersökning på C14 1301 eller som av andra skäl har uppmärksammats.

Händelserna har undersökts av Tågia m .fl. SHK har följt flera av undersökningarna, vissa mer ingående.

Enligt Tågia har vagnarna typ C14-C15 problem med flera systematiskt förekommande fel. Detta har identifierats genom vagnarnas felloggar. Det vanligaste felet är "T2 – övertemperatur bromsmotstånd", ett förhållande som också tidigare styrkts genom ett flertal registrerade mätningar. Ett annat vanligt förekommande fel är "T9 – fel överspänningsomriktare".

2.8.1 Överslag i C14 1350-51 i Rissnehallen 19 oktober 2005

Överslag i AL1 under provkörning i depå. Överslag uppstod mellan 700v och jord vid övre fästet för linjebrytaren. Överslaget löste ut banmatningen och uppstod i samband med passage av ett strömgap. Enligt Tågia har någon egentlig orsak till överslaget inte hittats.

SHK gjorde initiala undersökningar med avsikt att informera sig om läget och har därefter fått redovisat vad Tågia m.fl. kommit fram till.

2.8.2 Rökutveckling i C14 1350-1351 vid Rådhuset 27 februari 2006

I vagn 1351 inträffade ett motorhaveri vilket ledde till kraftig rökutveckling. Undersökningen visade att överström upprepat indikerats i motorkretsen trots att modulsäkring löst ut. Denna slutsats förutsätter att motorström har uppstått genom generatorverkan i traktionsmotorerna trots att drivkretsen inte varit ansluten till banmatningen.

SHK gjorde initiala undersökningar med avsikt att informera sig om läget och har därefter fått redovisat vad Tågia m.fl. kommit fram till.

2.8.3 Överslag i C15 1268-1269 i Rissnehallen 24 mars 2006

Överslag har skett i AL1 mellan 700 VDC och insidan av lådan. Sekvensövervakningen för uppladdningen var i läge "blockerad". Föraren hade gjort fem Å - knapptryckningar inom drygt två timmar. Vid undersökningen noterades även ett mindre överslag på hjälpkraftomriktarens kontakter i AL5, det hade slagit mellan spolens minusanslutning och 700V-litsen.

Undersökningen kunde inte påvisa några fel i utrustningen och överslaget har inte fått någon egentlig förklaring.

SHK hade under större delen av utredningen en observatör med vid undersökning av fordonet och olika komponenter.

2.8.4 Överslag i C14 1360-1361 6 april 2006

Överslag i AL5 på hjälpkraftomriktarens kontakter mellan kontaktstycke och manöverspolens minusanslutning. Orsaken till detta är ej fastställd av Tågia.

2.8.5 Överslag i C15 1268-1269 14 december 2006

Överslag i AL1 mellan 700v och jord. Tågias vagntekniska utredning är ännu inte avslutad.

2.8.6 Rökutveckling i C15 1272-1273 i Rinkeby 22 februari 2007

Rökutveckling från motorhaveri på vagn 1272. Linjebrytaren utlöst till följd av överström, misstänks att motorn utsatts för ström genom generatorverkan.

SHK gjorde initiala undersökningar med avsikt att informera sig om läget och har därefter fått redovisat vad Tågias m.fl. kommit fram till

2.8.7 Överslag i C14 1386-1387 20 september 2007

Överslag mellan 700V och jord, bl.a. från LKK. Tågias vagntekniska utredning ännu inte avslutad.

3 VITNESUPPLYSNINGAR

Nedan följer en sammanfattning av vad som framkommit vid intervjuer med berörda personer. Sammanfattningen utgår så långt som möjligt från de intervjuades egna beskrivningar och ord.

3.1 Intervjuer med trafikpersonal m.fl.

3.1.1 Föraren av linje 10 tur 324

Föraren berättade att han började sin tjänst i Rissnehallen vid kvart i sju och skulle avgå därifrån med det aktuella tåget kl. 06:54. Tågsättet var då planenligt redan klargjort.

Han körde tåget som vagntransport från Rissnedepån till Hjulsta. Därifrån gick tåget i trafik till Kungsträdgården. Det hände inget märkvärdigt – ”det rullade som det skulle”.

Efter vändning vid Kungsträdgården avgick tåget åter mot Hjulsta. Vid Rinkeby öppnade han dörrarna De som skulle stiga av gick ut ur tåget och han stängde sedan dörrarna. Han uppfattade då inget anmärkningsvärt. När han skulle starta kom dock en kvinna springande längs tåget. Hon var rätt långt bort och vinkade med händerna. Han bestämde sig för att stanna.

Kvinnan berättade att det hade smällt och blixtrat när tåget lämnade Rissne. Föraren förklarade att det kan blixtra till när strömsko och strömskena möts, men hon nöjde sig inte med det svaret. Medan de pratade såg han att det blixtrade till från en vagn i tågets bakände. Han ringde till TLC och meddelade att han skulle kontrollera det hela.

Föraren sprang bakåt längs tåget och när han hade kommit till den aktuella vagnen såg han att det blixtrade och rök under vagnen. Då var det ännu lång tid mellan blixterna. Han hade aldrig sett något liknande och blev rädd. Relativt nyligen hade han gått utbildningen ”RÄLS” (Rädda-larma-släck) och tänkte att han måste säga till TLC och se till att trafikanterna kom ut ur vagnarna. Han sprang tillbaka till förarhytten och ropade i högtalarna att tåget skulle utrymmas.

Han anropade därefter TLC via tågradion. Det pågick redan ett samtal, så han använde uttrycket ”ilsamtal!” för att avbryta detta. Trafikledaren sade då åt honom att han skulle ”döda” vagnen (manuellt slå ifrån ett antal dvärgbrytare, säkringar). Han tänkte först att han kunde göra det från ledarhytten, men sprang sedan bakåt till nästa sista vagnen. När han hade kommit till den vagnen lät det som en dov explosion och det slog upp lågor mellan vagnskorgen och plattformskanten. Detta gjorde att han inte vågade gå in i vagnen för att fälla säkringarna.

Han gick tillbaka till förarhytten. Vid tågets mitt mötte han fyra personer. Han sade åt dem att ta sig ut från stationen. Då ”exploderade” vagnen han nyss varit vid i eld och rök. Föraren och de fyra trafikanterna blev därmed ”instängda” vid tågets främre ände så att de inte enkelt kunde nå utgången.

Via tågradion försökte föraren komma i kontakt med TLC. Han försökte också ringa via mobiltelefon, men det var upptaget. Då ringde han till platskontoret, där var det också upptaget. Han ringde igen till TLC, där det fortfarande var upptaget. Han tänkte be TLC att tända tunnelbelysningen i riktning mot Tensta och säga till dem att bryta strömmen. Under tiden som han försökte få kontakt blev en av trafikanterna, en kvinna, mycket upprörd. Han försökte lugna henne.

Föraren bestämde att de skulle ta sig över mellanspåret till den andra plattformen. Han ville inte gå in i tunneln, där det fanns en nödtelefon, pga. riskerna med den spänningsförande strömskenan och då även riskera att tappa kontakten med trafikanterna. Han instruerade dem att akta sig för strömskenan och att de skulle klättra över staketet som fanns mellan spåren.

Medan de fyra trafikanterna klättrade över till mellanspåret plattform gick han in i förarhytten och stängde av hjälpströmmen i tåget. Han klättrade därefter över staketet som sista person. De tog sig alla upp på plattformen och gick mot stationsutgången.

Vid trapporna fanns en trafikmästare (= trafikbefälet, SHK:s anm), som de såg komma emot dem. De sprang fram till honom. Trafikanterna gick upp för den första trappan mot rulltrapporna. Han sa till trafikmästaren att de också borde ta sig ut och gick mot rulltrapporna. På väg upp i rulltrappan vände trafikmästaren och gick tillbaka nedåt. Det gjorde även föraren, som då ramlade och skadade foten.

De tog sig åter ned till plattformen. Strax därefter kom den manlige trafikanten tillbaka från rulltrappan, han var sotig och hostade. Han berättade att det var helt mörkt och rökfyllt när han kom upp och att han inte visste hur det gått för kvinnorna. Trafikmästaren talade hela tiden i radio och telefon, så föraren ringde själv 112 för att berätta vad som hänt. De sade att räddningstjänsten var på väg.

Föraren, trafikmästaren och mannen stod kvar vid trapporna, men det kom ingen räddningstjänst så de började diskutera att gå genom tunneln till Rissne. De fick klartecken att gå mot Rissne. Där möttes de av räddningstjänst och polis.

Föraren övade utrymning vid grundutbildningen. Under en längre tid hölls inga repetitionskurser, men i slutet av 2004 hade man en utbildning i "RÄLS". Den var givande, han anser att sådant borde ske oftare. Han uppgav att han ansåg att reglerna i Tri Tub var relevanta.

Föraren ansåg att de äldre vagnarna var i behov av upprustning, då de hade många fel. Vagnarna drog dåligt och hade många dörrfel. Det var många som klagade över dem. Alla hade olika åsikter om dem, och det vore bra för säkerheten att renovera dem. Han menade vidare att det inte spelar någon roll vilken typ av gamla vagnar man talade om, de var lika bra eller dåliga.

3.1.2 Spärrexpeditören på Rinkeby station

Spärrexpeditören hade en tjänst som började i Rinkeby på förmiddagen vid kl. 8 och som efter rast fortsatte i Duvbo på eftermiddagen. Det var en lugn morgon. Kl. 8:09 kom två eller tre kvinnor till spärren och sade att det brann nere vid tåget mot Hjulsta. Han ringde genast till TLC. TLC kände till detta och sade till spärrexpeditören att han skulle gå ner och hjälpa föraren. Spärrexpeditören öppnade grinden för fri passage och gick sedan ned för rulltrappan. Det tog kanske en halv minut. Han mötte trafikanter som var på väg upp och hade också trafikanter bakom sig på väg ner. När han kom ned var det rökigt i taket.

Han gick till plattformen för tågen mot Hjulsta. Det rök lite om tåget och lät som något gnisslade. Han trodde först att föraren försökte starta. Han såg eld under vagnen och började springa fram mot föraren. Då slog det hastigt upp lågor och rök. Det lät som små dova explosioner. Han kunde inte längre se vägen framför sig så han vågade inte fortsätta fram mot föraren. Han vände tillbaka. Det fanns då inga trafikanter kvar mellan honom och trappan.

När han gått uppför den första trappan och var vid rulltrapporna ställde han om dem i riktning uppåt och sade åt de personer som fanns där att åka upp. En del följde med upp. När han kom upp till biljetthallen var den rökfylld. Han bad en person där att hjälpa till att mota bort folk och hindra fler personer från att komma in. Han hade gått en utbildning om brandhändelser någon månad tidigare. Det tog ca tio minuter från det att han åkte ner till plattformen till dess att han var uppe vid spärren igen.

Han gick sedan in i spärren och försökte ringa TLC, men det var upptaget. Han hörde utrop om att stationen skulle utrymmas. Han ringde skärrad till personalledaren och berättade att det brann. Sedan sprang han ut och mötte polisen.

Klockan var då 8:21 och räddningstjänsten var på plats. De tog på gasmasker och gick in i biljetthallen. När han kom ut på torget såg han en av Connex' bilar. Situationen där ute var kaotisk.

Han anser att TLC kunde ha bett honom göra mer, t.ex. göra utrop, men de sa bara att de redan kände till röken. Förarna kan anropa TLC direkt via radio. I spärren har man bara telefon och den linjen var upptagen. Det finns en inplastad checklista i spärren, det är samma lista som i stationssäkerhetsinstruktionen.

I spärren finns en larmknapp som larmar TLC och polisen. Eftersom han redan hade informerat TLC, var det inte "läge" att använda den. Förr hade även spärren en direktförbindelse till TLC. Nu får man trycka på larmknappen eller ringa via telefon. Det är ofta upptaget.

Spärrexpeditionen kände till att det fanns en nödutgång. Han såg trafikanter på plattformen för tåg mot 'stan' som stod kvar och verkade nyfikna.

3.1.3 Lokalvårdaren på Rinkeby station

Lokalvårdaren började i Rinkeby ca kl. 6. När tåget stannade vid plattformen befann han sig där tågets framände stannade. Han arbetade med skurning längs plattformskanten och under bänkarna. Det var lugnt och stilla medan trafikanterna gick av och på. Han hörde ett ljud och kände en lukt, något konstigt, men han visste inte vad det var. Det händer konstiga saker i tunnelbanan ibland. Han upplevde sedan att vagnen närmast utgången exploderade och att det kom mycket rök. Han blev illamående av den obehagliga lukten. Han hörde några ljud och sedan kom det blixtar. Röken var först vit, sedan blev den svart.

Hans uppskattning är att det var 20-30 personer ombord på tåget, ca 10 på plattformen och ytterligare 100-150 personer på plattformen för söder-gående tåg. Han hörde inte något utrop i tåget. Han hade inga personer bakom sig när han gick upp från plattformen. Spärrvakten befann sig på torget utanför stationsingången när lokalvårdaren kom ut dit.

Lokalvårdaren hade inte utbildning för hur han skulle agera vid en olycka. Städpersonalen hade inte några instruktioner för att kunna hjälpa till vid en utrymning.

Enligt lokalvårdaren hade TLC inte kännedom om att han arbetade nere på plattformen. Detta resulterade i att hans arbetsledning inte fick veta att han var på sjukhus förrän vid tolvtiden på dagen. Han fördes till sjukhus för kontroll eftersom han blivit illamående av rökluften.

3.1.4 Trafikbefälet i Nordvästra radiobilen

Han började den aktuella dagen ca kl. 6. Tjänstgöringen var att som yttre trafikledare bevaka område Nordväst i en av trafikledningens radiobilar. I radiobilen har man en fast och en bärbar radio. Det gör att man kan hålla koll på radiotrafiken både på gröna och blå linjen.

Ca kl. 8 hörde han ett radioanrop från en förare i Rissne till TLC om att det var disigt på stationen. Det är inte ovanligt att trafikanter kastar fimpar i papperskorgar och att detta orsakar rökutveckling. Rökutveckling från vagnar i tågen är däremot ovanligt. Han reagerade därför inte direkt på det samtalet. Däremot reagerade han när en annan förare bröt in i det pågående samtalet och ropade "ilsamtal!" och att det var rökutveckling i tåget. Han hörde att trafikledaren sade till föraren att gå bakåt och "döda" vagnen. Det brukar normalt hjälpa mot rökutveckling. Är det något mer allvarligt fel brukar tåget "ta strömmen", dvs. att matningen till strömskenan slår ifrån. Han förstod på förarens röstläge att det inte var någon "vanlig" mindre rökutveckling.

Trafikledaren på TLC beordrade därefter trafikbefälet att köra till Rinkeby med blåljus och siren. Han var på plats inom fem minuter. På vägen dit hörde han radiosamtalen mellan föraren och TLC och att det inte gick att ”döda” vagnen och att trafikledaren sade till föraren att försöka med att slå ifrån hjälpströmmen. Det kan hjälpa om det t.ex. är ett värmepaket (element) som ryker.

När han kommit innanför dörrarna till stationsingången i Rinkeby kände han röklukten. Det luktade som om det brann i plast eller gamla bildäck. Spärrvakten fanns inte vid biljettluckan, ”var god passera”-skylten var uppsatt och barnvagnsgrinden öppen. Det var en strid ström av personer på väg uppåt i rulltrappan. Det rådde ingen panik, allt var lugnt. Han såg att det bildades ett rökskikt i taket på biljetthallen.

Han gick nedåt i rulltrappan till mellanplanet. Det gick inte att se nedgången till plattformen vid norrspåret mot Hjulsta, det var som en vägg av rök där. Det kom inte några personer därifrån. Han gick då ned i trappan mot söderplattformen, busvisslade och ropade till personerna där att de skulle utrymma stationen. Det fanns ca 50 personer där och de började röra sig mot trappan och vidare uppåt till utgången. När han var nere på plattformen tittade han mot mellanspåret och kunde se tåget genom en glugg i tunnelväggen. Han såg att det var mycket rök vid tåget.

Trafikbefälet gick sedan norrut (dvs. mot Tensta) längs söderspåret på plattformen och såg ytterligare 15-20 personer, som han uppmanade att utrymma. Några av dem hade dragit upp t.ex. en tröja över ansiktet. I norra änden av plattformen stod det ytterligare personer kvar, trots röken. Det finns ingen utgång där, förutom en nödutgång inne i spårtunneln. Han ropade till dem att komma till honom och sedan följde han dem till rulltrappan. Röken hade då börjat sjunka nedåt från taket i rulltrappsschaktet, så att sikten var dålig. Han upplevde det som att röken bildade en propp i rulltrappsschaktet.

Efter det gick han en runda längs mellanspåret och tillbaka mot trappan längs söderspåret och ropade, ifall någon skulle vara kvar. Han lade märke till att det var rökfritt vid tunnelmynningen mot Rissne på söderspåret. Han tänkte att det var dags att ta sig därifrån. Han tittade bort mot tåget på norrspåret och såg att det blixtrade under tåget – ”ungefär som om 30 personer satt och svetsade”.

Han ropade på radion och beordrade trafikledaren att bryta strömmen. Trafikledaren svarade att han skulle göra det. Det sprakade under vagnen i intervaller – 15 sekunder, tyst i 5 sekunder etc. i ett ökande tempo. Han anropade trafikledaren igen för att fråga hur det gick. Han sade att han försökte bryta strömmen. Han sade till trafikledaren att bryta hela banan. Trafikledaren var skärrad – han kunde inte bryta strömmen. En halv till en minut efter det bröts strömmen, det blev tyst. Röken hade då blivit tjock och mörkgrå.

När trafikbefälet först kom ner på plattformen hörde han att ventilation m.m. gick i tåget. Han såg att belysningen tändes och släcktes. Han såg att olika dörrar öppnades och stängdes. Det skedde oregelbundet och någon dörr stannade även halvvägs.

När det hade slutat spraka om vagnen såg han att röken tätnade. Han gick än en gång ut på söderplattformen och såg då flera personer. En av dem bar Connex’ uniform. Trafikbefälet ropade till dem och de skyndade mot trappan där han stod. Han sade till dem att åka upp mot utgången. Rökriddan hade då sjunkit halvvägs ner i rulltrappsschaktet. Han såg en man åka in i röken och försvinna. Han sade till föraren att de inte skulle ta den vägen och ropade till trafikanterna att vända om. Trafikbefälet och föraren vände om i rulltrappan. Föraren ramlade i trappan.

De gick ner till söderplattformen igen. Strax därefter kom mannen som åkt framför dem i rulltrappan ner igen, hostande. Mellanplanet och trappan hade då blivit rökfyllda och det var bara avsatsen bakom trappan vid tunnelmynningen mot Rissne som var rökfri. De stod kvar där en stund, men bestämde sig efter 10-15 minuter för att ta sig ut genom att gå i spårtunneln mot Rissne efter att åter ha

ringt TLC. Trafikbefälet hörde att högtalarutrop gjordes. Han filmade också röken m.m. med sin mobilkamera. Kl. var då 08:22.

3.1.5 Trafikledare 1 på TLC Västra skogen

Han började kl. 6 på morgonen och det var en lugn morgon med stabil trafik. Strax innan kl. 8 anropade en förare från ett tåg i Rissne att det luktade rök. Hon kunde dock inte se någon källa till röken. Samtalet avbröts av en förare i Rinkeby som anropade med ordet ”ilsamtal!” och sade att det kom rök från hans tåg. Föraren använde inte ilsamtalsknappen på radion – då skulle en ”saftblandare” ha tänts och en siren ha ljudit på TLC.

Trafikledaren sade till föraren i Rinkeby att gå till den berörda vagnen och ”döda den”. Det är ett uttryck som förarna känner till. Föraren kom igen på radion, han hade inte lyckats ”döda” vagnen. Trafikledaren sade till föraren att gå tillbaka igen och fälla de ”nio säkringarna” för att göra vagnen strömlös. Föraren kom åter och sade att det nu var mycket rökigt. De diskuterade om det skulle gå att döda vagnen från tågets ledarhytt. Trafikledaren blev i det läget fundersam på var i tåget föraren befann sig.

Trafikbefälet bröt in i samtalet. Han hade kommit på plats och ville ha strömmen bruten. Trafikledaren hade redan provat att göra en räddningsfrånkoppling via eldriftsystemet ENOK, genom att peka ut en viss sektion, men frånkopplingen lyckades inte.

Trafikledaren ropade till sambandsoperatören att denne skulle försöka få tag i någon av cheferna. Ställverkseleven hörde detta och gick ned till kontoret och hittade där enhetschefen för förarna, som kom upp och hjälpte till.

Räddningsfrånkopplingen gick till sist igenom. Det hade då gått 10-12 min. Under tiden hade han också ringt till SOS Alarm. De var redan larmade.

När enhetschefen, som har trafikledarbehörighet, kom in på TLC berättade trafikledaren att det var problem med ENOK. Enhetschefen satte sig på trafikledarstolen och tog hand om radiotrafiken, medan trafikledaren tog hand om telefonlinjerna. Räddningstjänsten ringde och ville ha strömlöst på Rinkeby söderspår. Senare begärde de strömlöst på sträckan Rinkeby–Hjulsta. TLC fick samtal från spärrarna i Rinkeby och Rissne om att det var rökluft där under tiden som föraren försökte åtgärda vagnen.

Tre dagar före branden hade trafikledaren yttre tjänst i radiobil. Då var det larm om rökutveckling i Hjulsta, men de hittade ingen källa. I ett sådant fall går man längs tåget, känner efter och faller säkringar om det behövs. Bromsmotstånden kan bli överhettade på gamla vagnar.

I den aktuella situationen var trafikledaren mån om att se till att föraren fällde säkringarna. Han försökte själv att räddningsfrånkoppla, vilket ska vara enkelt. Han minns inte om han sade åt föraren att utrymma tåget. Det ska föraren inse själv utan order från TLC.

När trafikledaren hörde trafikbefälet anropa från plattformen insåg han att det var mer än en ”döda-tåget-insats” som behövdes. Det hördes att det var något värre än överhettade bromsmotstånd. Det var någon gång i det skedet som han ringde till SOS Alarm. Föraren talade aldrig om en brand, bara om rök. Trafikledaren var inställd på att lotsa föraren genom rutinen att fälla säkringar m.m.

3.1.6 *Avlösande trafikledare på TLC Västra skogen (trafikledare 2)*

Han hade egentligen semester, men var på kontoret för att ta hand om ett personalärende och tänkte bara vara där en stund. I grunden är han trafikledare med tjänst som skiftesledare på TLC, men hade varit tillförordnad enhetschef för förarna på blå linjen en tid. Han upprätthöll behörigheten som trafikledare, men tjänstgjorde inte regelbundet.

Ställverkseleven kom ned till kontoret och hämtade honom. När han kom upp på TLC såg han att det blinkade rött på ställverkstavlan inom ett stort område. Röd blink på spårplanen betyder att det är spänningslöst. Trafikledaren var mycket stressad och uppjagad och sade att ”det brinner, det kanske dör folk där nere, du måste hjälpa mig”.

Enhetschefen försökte lugna trafikledaren och få kontroll över situationen. Trafikledaren berättade att det var rökutveckling under ett tåg och att han inte lyckades räddningsfrånkoppla. Systemet reagerar inte direkt, det kan kännas om det inte fungerar först.

Enhetschefen tog över rollen som trafikledare och frågade trafikledare 1 om var olika personer befann sig och om det fanns folk kvar på stationen. Han fick veta att trafikbefälet och två personer var på väg i tunneln mot Rissne. Omkring kl. 08:20 hade han fått en klar bild över situationen och var någonstans övriga tåg befann sig. Så småningom kom det fler personer till TLC – operative chefen för blå linjen och affärsområdeschefen m.fl.

Han gjorde utrop om att trafiken var inställd pga. rökutveckling. Han gjorde inte något utrop om utrymning. Sambandsoperatören tog över utropen efter en stund. Senare kom en informatör från TLC Gullmarsplan och tog hand om informationen.

3.1.7 *Sambandsoperatören på TLC Västra skogen*

Sambandscentralen var en stödfunktion till de olika trafikledningscentralerna för samordning av ordningshållning, information och service. Den var gemensam för alla banor och placerad i TLC Västra skogens lokaler.

Ca en minut över åtta kom ett samtal från Rissne på den s.k. trygghetstelefonen. Det var en man som sade att det luktade bränt och såg rökigt ut på plattformen där. När man får ett sådant samtal, ska sambandsoperatören genast meddela trafikledaren, men han hann aldrig göra det innan han hörde att föraren ropade på radion från Rinkeby. Trafikledaren beordrade föraren att gå och ”döda” vagnen. Det hände ofta, det kunde t.ex. vara bromsmotstånd som blivit varma e.d. Föraren fick på nytt en uppmaning att döda vagnen. Sambandsoperatören förstod av det han hörde att trafikledaren beordrade trafikbefälet i radiobilen till Rinkeby. Det verkade först inte vara så allvarligt.

Sambandsoperatören flyttade sig så att han satt intill trafikledarens plats för att hjälpa till med informationen. När han hörde trafikbefälet anropa om att det rök kraftigt och att det behövde göras strömlöst tittade trafikledaren och sambandsoperatören på varandra och sa ”utrymning!”. Det var ”bara att trycka in knappen” och be folk lämna stationen. Han gjorde två eller tre sådana utrop. Däremellan ringde han till Connex och SL:s pressjourer och beställde bussar. Klockan var då 08:14-08:15.

Det blev väldigt intensivt sedan. Det tog en stund innan de fick klarhet i situationen. Trafikledaren blev väldigt pressad. Det är ett skräckscenariot att råka ut för som nyutbildad. Sådant här kan man inte lära sig på kurser, det kräver erfarenhet. Det kom dock hjälp snabbt i och med att ställverkseleven hämtade en avlösare, enhetschefen.

När trafikledaren skulle ringa DLC för att få hjälp med räddningsfrånkopplingen fick han ingen ton i telefonen. Sambandsoperatören ringde då upp DLC och bad dem att ringa till trafikledaren. Det var innan enhetschefen kom upp.

3.1.8 Ställverksoperatören på TLC Västra skogen med elev

Ställverksoperatören och hans elev började vid klockan sex och löste då av nattpersonalen. Det var en lugn morgon där trafiken gick enligt tidtabellen. De märkte inget konstigt med det drabbade tåget före det var i Rinkeby. Det kunde dock vara en del problem med de gamla tågen.

En förare anropade om att det var rökigt i Rissne. Ställverksoperatören berättade att det händer att det kan bli disigt i de djupa tunnlarna när kallluft trycks upp mot de varmare stationerna – det kan bli som dimma och det går att misstolka det som rök. Det var inte ovanligt i Hallonbergen, Rissne och Rinkeby. När någon förare ropar om att det ser rökigt ut ber trafikledaren dem alltid att kolla om det *luktar* något. Han uppfattade att trafikledaren bad föraren på tåget i Rissne att göra så.

Det tåg som brann stannade i Rinkeby. Med hytten vid 8-vagnarsmärket kan det vara svårt att få bra hörbarhet i radiokommunikationen. Det verkade som om föraren och trafikledaren först inte förstod varandra.

De andra tågen i närheten stod vid en station när problemen började. Det hade varit mycket besvärligt om något tåg fått stanna i någon av tunnlarna mellan stationerna.

Trafikledaren hade problem med datorsystemet där man bryter strömmen. Samtidigt måste man ringa brandkår och polis och chefen. Trafikledaren blev uppjagad. Det var svårt med kommunikationen. Det var ett tag osäkert var föraren befann sig. Det var tur att vi fick upp en avlösare till trafikledaren.

Grindarna vid plattformsåndarna kan fjärröppnas av TLC och av personalen med en särskild nyckel. Det finns en nödutgång inne i tunneln. Trafikledarna tänker nog inte på att öppna grinden för trafikanterna. Om man inte tänder tunnelbelysningen är det svårt att se i spårområdet. Det finns små strömbrytare för belysningen som är svåra att se i mörkret. Det vore bra om det fanns blinkande tydliga utrymningsskyltar.

Ställverksoperatören har arbetat länge inom tunnelbanan och bl.a. varit tidtabellsplanerare och skyddsombud. Han berättar att förarna bara får utbildning på hur några stationer ser ut, inte alla 20 på banan. Det har alltid varit så, inget nytt. De flesta förare vet att det finns nödutgångar, men det känns inte naturligt att använda dem. Han anser att berörda parter inkl räddningstjänsten borde ställa tydligare krav på utrymningsvägar och utbildning.

Ställverksoperatören pekade på ett generellt organisatoriskt problem, nämligen förhållandet mellan å ena sidan trafikledarna och å andra sidan övrig personal såsom förare och ställverksoperatörer. Det fungerar ofta bra, men i en del fall märks det en ”klasskillnad” mellan trafikledarna, som är tjänstemän, och de övriga. Hierarkin är tydlig, det är trafikledarna som ger order. Ställverksoperatörerna har ingen utbildning att hjälpa trafikledaren eller ta över om något händer. På andra TLC, t.ex. Gullmarsplan, finns det fler trafikledare i tjänst samtidigt och även personer på kontoret på samma våning som kan rycka in.

Ställverksoperatören påtalade vid intervjun att han ansåg att alla gratistidningar utgjorde ett brandsäkerhetsproblem. Personalen hann inte alltid med att städa tågen på ändstationerna. Han ansåg vidare att SL och Connex av ekonomiska skäl hade sänkt erfarenhetskraven för ställverksoperatörer. Det är ett stressigt jobb, särskilt vid störningar. Han ansåg att det var en nackdel att nya ställverksoperatörer inte behövde göra ett stresstest.

Ställverkseleven

En kvinnlig tunneltågförare var under utbildning till ställverksoperatör. Hon satt tillsammans med ordinarie ställverksoperatör och övade ställverksmanövrering. Hon hörde radiosamtalen i bakgrunden. En förare anropade från Rissne om att det luktade rök och sedan ropade föraren i det brinnande tåget att det var rökutveckling. Trafikledaren skulle göra strömlöst, men fick inte ”ur” strömmen. Det finns en fördröjning i systemet. Trafikledaren var inte så van och han fick panik.

Sambandsoperatören skulle då gå ner och leta efter någon chef, men ställverkseleven gjorde det istället. Hon gick undan från platsen vid ställverkspanelen när det började bli stökigt. Enhetschefen kom upp och fick kontroll över läget, som var mycket diffust ett tag. Det var svårt att förstå skeendet. Kommunikationen mellan trafikledaren, trafikbefälet på plats och föraren var dålig.

Hon upplevde att det kändes som en evighet innan TLC hade kontroll på läget, men det tog nog högst fem minuter. Hon minns inte om det var strömlöst redan när enhetschefen kom upp, spårplanstavlan blinkar om det är strömlöst. Trafikledaren kan också se detta på en annan skärm.

3.1.9 Säkerhetsinspektören för blåa linjen

Dåvarande säkerhetsinspektören hade Connex’ säkerhetsjour för Stockholm aktuell dag. Omkring 10-15 min efter åtta kom det meddelande på personsökaren om stopp i trafiken vid Rinkeby pga. rökutveckling. Det har förekommit sådana händelser förut, oftast är det rök i papperskorgar e.d., som normalt inte är allvarliga.

Senare kom information om att det fanns tre personer i tunnlarna, det verkade inte bra. Samtidigt kom affärsområdeschefen till kontoret. Klockan var då 08:35-08:40. Säkerhetsinspektören gick upp till TLC för att efterhöra läget. Han tog där kontakt med trafikledare 1, som då hade blivit avlöst. Trafikledaren berättade att det var rökutveckling och att det fanns personer i tunneln. Det satt en telefontekniker på TLC och provade larmtelefoner. Säkerhetsinspektören sade åt honom att lämna lokalen. Han borde ha blivit ombedd att avbryta arbetet tidigare.

Säkerhetsinspektören blev sedan ombedd av operative chefen, som också kommit till TLC, att åka till Rinkeby. Connex säkerhetschef ringde upp honom och ville detsamma. Han sade till säkerhetschefen att kalla ihop krisgruppen. Väl framme i Rinkeby träffade han Connex förbindelseman, ett trafikbefäl. Han fick veta att branden var släckt och att det var tomt på stationen. I det läget informerade han Järnvägsstyrelsen om händelsen.

3.1.10 Operative chefen för blåa linjen

På väg till jobbet blev den operative chefen uppringd av affärsområdeschefen. Han var på plats i Västra skogen ca 08:45, där det rådde kaos på TLC. Det var många personer där, oklart i vilka roller. Han sökte kontakt med trafikledare 1, som då hade blivit avlöst på trafikledarplatsen och skötte telefonerna bakom. Trafikledare 1 blev ombedd att ta en paus och gå ut.

Från 10:30 började det lugna ner sig. Trafiken flöt på från Sundbyberg. Det var något oklart om räddningsledaren hade lämnat över till förbindelseman eller utredare. Säkerhetsinspektören hade tagit över på platsen, men det var inte meddelat till TLC. Sambandsoperatören blev avlöst vid 11:15. Omkring kl. 12 blev trafikledare 2 avlöst och dubbelbemanning ordnades.

3.2 Vittnesuppgifter från trafikanter

SHK har intervjuat fem trafikanter som åkte med olyckståget. Därutöver gjordes en enkätundersökning vid Rinkeby station. Vidare har för utredningen intressanta trafikantuppgifter inkommit via Connex. SL:s kundtjänstfunktioner och Connex' utredare. SHK har tagit del av dessa uppgifter.

3.2.1 Trafikant A

A åkte varje arbetsdag från Stadshagen till Rinkeby. Hon uppgav att hon satt i näst sista eller möjligen tredje vagnen från slutet den aktuella morgonen. Vagnen var halvfull. Hon märkte inget särskilt förrän i Rissne.

När tåget startade i Rissne hördes ett metalliskt ljud, det ”smällde till”. Hon såg att det slog upp en eldsflamma eller blixtnedslag mellan vagnen och tunnelväggen vid den andra änden av vagnen. Efter en liten stund, när tåget kommit in i tunneln, kom en mindre smäll i samma ände som tidigare.

De som satt i den andra änden reste sig och flyttade sig till andra platser. Flera av trafikanterna i vagnen pratade om vad det kunde vara för fel. De tyckte att det var obehagligt och att någon måste stoppa tåget och prata med föraren – en trasig vagn borde inte åka vidare.

Framme i Rinkeby sade hon att hon skulle springa fram till föraren. De andra, som skulle av i Rinkeby, klev av tåget. Hon sprang framåt längs tåget och ropade för att påkalla förarens uppmärksamhet. Hon såg föraren titta ut genom hyttddörren. När hon kom fram till förarplatsen var föraren inne i förarhytten. Hon kan inte säga om han hade stängt trafikantdörrarna då.

Hon sade till föraren att det var något fel på den vagn som hon satt i och att de hade hört en stor smäll och att det gnistrat synligt. Föraren sade att det brukar se ut så, att det var strömvagnen. Hon stod på sig, det brukar inte se ut så, men föraren ville inte ta till sig detta. Tåget började rulla sakta framåt.

Hon märkte då att hon hade glömt sin handväska i vagnen och bad föraren att stanna så hon kunde hämta den. Föraren ville dock åka vidare, men hon stod på sig. Medan de pratade såg hon att det började komma rök från tåget. Föraren stannade tåget.

Därefter sprang hon bakåt längs tåget för att hämta väskan. Röken hade inte blivit ”otäck” ännu. Röken kom upp mellan vagnen och plattformen. Det var inte riktigt vid samma ställe som där det hade smällt. När hon kom tillbaka till vagnen hade en man tagit ut hennes väska och gav den till henne. Hon gick sedan mot trapporna. Röktätheten ökade och de personer som fanns vid tågets bakre ände skyndade sig ut. Hon hörde att någon ropade att de inte skulle åka ner pga. röken och det var flera personer som vände om uppåt igen. Hon hörde inte några högtalarutrop.

3.2.2 Trafikant B

B steg på tåget i Huvudsta för att åka till Tensta. Han satt i tågets första vagn och läste i en tidning när tåget kom till Rinkeby. Han upplevde att allt var normalt. Tåget stod stilla lite längre än vanligt och han tittade på klockan. Tåget startade med ett litet ryck och rullade en kort bit innan det stannade igen.

Han tittade ut och såg en kvinna komma springande från förarplatsen. Efter en stund kom föraren gående efter. Han trodde föraren skulle ha tag i kvinnan av något skäl. De andra personerna i vagnen, tre kvinnor, reste sig och efter en stund reste han sig också och gick ut ur vagnen.

När han kommit ut ur vagnen såg han att det var rökutveckling längre bort, som om det rök ur en papperskorg. Föraren kom springande tillbaka. Föraren ropade

till dem ”ut, ut, ut!” och sprang sedan åter mot tågets bakände. Trafikanterna följde efter, men när de kom fram mot den näst sista vagnen kom det ”poffar” och precis när de skulle springa förbi så exploderade en ruta. (När räddningstjänsten kom var dock alla rutor hela, SHK:s anm.).

De stannade och föraren sade att de måste ta sig ut snabbt. En av de kvinnliga trafikanterna var mycket upprörd. Föraren, som talade i sin mobiltelefon för att få instruktioner, försökte få henne att dämpa sig och då blev hon ännu mer upprörd och ringde till 112. Av det som B hörde av samtalet framgick att det uppstod bråk med SOS-operatören.

När de båda slutat tala i telefonerna diskuterade trafikanterna och föraren hur de skulle ta sig ut. Föraren försökte öppna en grind längst bort på plattformen, men lyckades inte öppna den. De fick klättra ned på spåret framför tåget istället. Föraren pekade på strömskenan och varnade för denna. De klättrade över ett staket för att ta sig över nästa spår och upp på plattformen där.

Väl över på den andra plattformen var det mindre rökigt. Det var först vid rulltrapporna som röken blev påtaglig. På plattformen mötte de ett befäl från Connex, som mest talade med föraren. De frågade trafikbefälet om hur de skulle ta sig ut och gick mot rulltrapporna.

På väg upp i rulltrappan tätnade röken, den vällde upp nerifrån. När han kom upp ur rulltrappan såg han inte längre kvinnorna. Han visste inte om det kanske skulle vara en rulltrappa till och bestämde sig för att vända neråt igen. Han gick nerför den stillastående rulltrappan i totalt mörker. När han var nere på plattformen igen såg han föraren och trafikbefälet. De hade också åkt uppåt, men de vände redan en bit upp i rulltrappan.

När han kommit ner till dem hörde han utrop om att trafiken stod stilla. Han tyckte det var konstigt att de inte ropade något meddelande riktat till dem som var kvar därnere. Han fick frågan om vad som hänt med kvinnorna. De åkte bakom honom på vägen upp.

Efter en stund bestämdes att han och Connexpersonalen skulle gå genom tunneln till Rissne. Han hörde att de samtalade med någon för att förvissa sig om att det skulle vara säkert. Promenaden till Rissne gick bra. Vid Rissne blev han omhändertagen av ambulanspersonal.

3.2.3 Trafikant C

C arbetade i Tensta och åkte från Kungsträdgården varje arbetsdag. Hon satt i tågets främsta vagn. I Rinkeby stod tåget stilla längre än vanligt. Hon såg en kvinna springa fram mot föraren. Kvinnan pratade med föraren. Sedan stängdes förarhyttsdörren och det lät som att tåget skulle köra iväg, ett ”durrande” ljud. C såg att kvinnan som tidigare talat med föraren vände tillbaka mot förarhytten igen. Föraren öppnade hytt-dörren och även passagerardörrarna. Han stängde sedan hytt-dörren och sprang tillsammans med kvinnan bakåt längs tåget.

I den vagn som C satt i fanns fyra personer. C blev irriterad över att tåget inte körde vidare. C gick ut ur vagnen och såg rökutveckling och lågor. Hon sade till de andra i vagnen vad hon såg och då gick de också ut på plattformen. Föraren kom tillbaka halvspringande. Han talade i telefon. Sedan sprang trafikanterna och föraren tillsammans mot den ordinarie utgången. Det fräste och flammade upp eld över plattformen och de insåg att det inte gick att ta sig förbi detta.

C pratade med de andra och frågade föraren vad de skulle göra. Föraren var mycket tystlåten. Hon kom med förslag på vad de skulle göra, t.ex. att koppla loss vagnen. Hon upplevde att det fanns ett dödshot, att de snabbt måste ta sig ut. I det låget ringde hon till SOS, där en kvinnlig röst frågade om hon var på tåget eller på perrongen och sade att ingen annan hade ringt. Hon upplevde att hon var

tydlig om faran och att hon blev dåligt bemött och ifrågasatt av SOS-operatören. Till slut lade hon på luren.

Föraren gav dem inga instruktioner förrän han öppnade grinden och visade att de kunde gå över spåret. De skyndade över spåret och kom till ett staket. De fick hjälpa varandra över staketet. När hon hoppade ned från staketet skadade hon foten. De gick sedan mot utgången på plattformen längs södergående spår.

I närheten av trapporna mötte de en uniformerad man. De tog sig upp i rulltrappan och där vände mannen, föraren och den andra Connexanställda. De var tre kvinnor som fortsatte upp mot utgången. Det var rökigt och ingen sikt. Hon trevade med handen längs väggen. Väl ute togs hon om hand av sjukvårdspersonal.

Hon hörde inga utrop i tåget eller på stationen. Hon hade aldrig tidigare stigit av vid Rinkeby station och hade ingen kännedom om hur det såg ut där.

3.2.4 Trafikant D

Han arbetade i Rinkeby och brukade åka med tunnelbanan dit varje arbetsdag. Han satt i första vagnen. I Rissne eller Duvbo, han är nästan säker på att det var i Rissne, blev det tyst i vagnen – ungefär som när en bil ”slocknar”. Han uppfattade det som att något hände. När tåget startade igen lät det som en växellåda som skär. Han hörde en rejäl smäll. Den hördes kraftigt i hela tunnelbanan. Det kändes som något var fel, men tåget startade som vanligt och han tänkte inte mer på det.

När han klev av i Rinkeby mötte han en kvinna som kom springande mot förarplatsen, det väckte hans uppmärksamhet. Han gick vidare och när han var vid näst sista vagnen stängdes dörrarna. Det såg normalt ut då, passagerarna i vagnen satt och läste sina tidningar. Vagnen var halvfull.

Han gick vidare och kände en lukt som gjorde att han vände sig om. Han såg att det kom lite rök mellan tåget och plattformskanten vid andra vagnen från slutet. Han vände tillbaka och böjde sig ner för att titta. Han såg då eld under vagnen, det såg ut ungefär som i en grill.

Inom loppet av någon sekund reste sig alla passagerare i vagnen och gick mot dörrarna. Han pekade åt dem att dra i nödbromsen. Alla trängdes framför dörrarna. Ingen drog i nödbromsen. Han tog tag i dörrarna och drog upp den ca 30 cm och satte in foten. Det rådde nästan panik i vagnen.

Han såg att föraren öppnade sin dörr och ropade mot föraren ”öppna dörrarna” i ett beordrande tonläge. Föraren öppnade dörrarna och alla gick snabbt ut mot rulltrapporna.

Det blev rökfyllt i vagnen och han såg en kvarglömd väska. Han gick in och hämtade väskan. Kvinnan som glömt väskan kom sedan springande, det var hon som hade sprungit fram till föraren. Han lämnade väskan till henne och sedan gick de båda ut via rulltrapporna.

3.2.5 Trafikant E

E åkte från Fridhemsplan eller Rådhuset till Rinkeby varje arbetsdag. Tåget hade precis lämnat Duvbo då hon hörde en kraftig smäll första gången. Hon satt i den sittgrupp där det smäll. Det var en så kraftig smäll att dörrarna öppnades lite och det kom in rök i vagnen. Tåget åkte dock vidare så hon satte sig igen.

I Rissne upprepade det sig. Precis när dörrarna stängts och tåget startat så smällde det kraftigt igen, som om något exploderade. Dörrarna öppnade sig lite och det kom rök. Det syntes också ett ljussken. Hon flyttade sig närmare dörrarna och till andra sidan av gången. De andra trafikanterna reagerade också. Tåget åkte

igen. Hon funderade på att dra i nödbromsen, men ville inte att tåget skulle stanna i tunneln.

I Rinkeby klev hon av tåget. När hon var vid trappan vände hon sig om och såg då att det kom rök från den plats där hon upplevde smällarna.

3.2.6 Trafikant F

F var på väg från Rissne till Tensta. Hon åkte i tågets främsta vagn. Hon varken kände eller såg något konstigt i Rissne. I Rinkeby såg hon en kvinna komma springande när föraren hade stängt dörrarna. Kvinnan knackade på fönstret hos föraren, som öppnade sin dörr. Sedan kvinnan och föraren talat färdigt och tåget skulle starta igen, kom kvinnan åter fram mot föraren. Föraren öppnade dörrarna igen och sprang efter kvinnan bakåt. F blev lite irriterad och tänkte att det nog var några ungdomar som hittat på något.

En kvinnlig medtrafikant tittade ut och någon i vagnen sade att de skulle gå ut. F blev arg för att hon skulle bli försenad. De började gå mot utgången men kom inte så långt. Det slog ut lågor under vagnen. Även om lågorna inte var stora gick alla tillbaka mot tågets första vagn. Det var ingen ide att försöka ta sig förbi. En av kvinnorna fick panik och skrek till föraren. Föraren sade åt henne att lugna ner sig, han försökte ringa. Kvinnan ringde då till 112 och ”härjade”.

Föraren ringde flera samtal och begärde bl.a. att få lyset tänt i tunneln. Han informerade dem om att han ringde men inte fick något svar. Han öppnade sedan grinden ner mot spåret för de skulle ta sig över till den andra plattformen. Han visade hur de skulle gå och klättra över staketet. De tog sig över till den andra plattformen och gick mot trapporna.

Vid trappan upp mot mellanplanet mötte de en Connexanställd man, som frågade hur många de var. De åkte upp i rulltrappan. Halvvägs upp såg man ingenting längre. Det var en frän lukt och smak. När rulltrappan tog slut såg hon ingenting, men trevade sig fram till spärren och såg det gröna ljuset vid barnvagnsgrinden. Hon hörde att någon ropade utifrån torget. När hon kom ut ur vänthallen togs hon om hand och fick åka till sjukhus.

Hon upplevde att de fick bra hjälp av föraren. Han var lugn men skärrad. Han sade inget om någon nödutgång. Hon hörde inga utrop i tåget eller på stationen.

3.2.7 Enkätundersökning

Undersökningen gjordes ca en vecka efter branden med syftet att utöver intervjuer med kända vittnen samla fakta om hur olika personer blivit varse om faran, hur de utrymde tåget och stationen. Enkäten bestod av dels kryssfrågor med flera svarsalternativ och ”öppna” frågor där man själv formulerar ett svar. Svaren har beaktats i MTO Psykologis expertrapport om utrymningen. Flera av de 18 personer som besvarade enkäten har också intervjuats.

3.4 Vittnesupplysningar elteknisk personal

3.4.1 Eltekniker 1

Eltekniker 1 var den eltekniker som utförde kopplingarna vid Rinkeby på kvällen den 1 maj 2005.

Normalt skriver man själv de driftorder som man ska utföra. De granskas därefter av en annan eltekniker. De telefaxas senast tre dagar före arbetets utförande till EDC, som också granskar dem. Den som står angiven på driftordern kan överlämna jobbet till någon annan, men då ska man ändra på driftordern. EDC brukar dock inte protestera om det är något annat namn där.

När man ska arbeta, börjar man med att ringa till TLC för att anmäla spårarbete och få tunnelbelysningen tänd. TLC har också en kopia av driftordern. Man letar sedan reda på de skåp där fränkskiljarna finns. Man sluter dem med spänning på, men utan belastning.

På den aktuella platsen finns två fränkskiljare inne i likriktarstationen, den tredje finns i ett skåp ca 500 m in i tunneln vid ett växelparti i spårområdet.

Det tar ca en halvtimme från det att man ringer in sig tills arbetet är klart.

Vid sådana här jobb har man driftordern med sig så man kan hålla reda på vad som ska göras. Tidpunkten när det är färdigt antecknas på minuten. Den viktigaste tiden är den när man anmält till EDC. Om man går någon annanstans bockar man av efter jobbet. På driftorder där kopplingarna tar timmar att utföra prickar man dock av efter de olika delmomenten.

Ingången till likriktarstationen ligger norr om plattformen vid Rinkeby. Det är ganska nära från stationen till skåpet med den aktuella fränkskiljaren. Det är knivströmbrytare (fränkskiljare) där. Eltekniker 1 har inte någon uppfattning om hur det kunnat bli fel. Han anser att de tio minuter som enligt samtalsinspelningarna förflyter från det att han ringer in sig till dess att han ringer ut sig måste vara felaktigt angivna tidpunkter i loggfilerna.

3.4.2 Eltekniker 2

Eltekniker 2 var den eltekniker som *skulle* vara kopplingsledare enligt den aktuella driftordern för 1 maj 2005. Han berättade att en driftorder upprättas utifrån ett kopplingsschema. Man har också med sig ett kopplingsschema ut i anläggningen. De kopplingar som ska göras markeras med färgpenna. De tidpunkter som anges i en driftorder är cirkatider.

Det var ovanligt att man bytte jobb med varandra. Den driftorder man upprättat utförde man normalt själv. Han minns inte varför det blev så, att någon annan skulle utföra kopplingarna enligt den aktuella driftordern. Han anser att det är förvånande att det har blivit fel kopplingsläge.

Sedan EDC startades arbetar man efter nya rutiner. Man "ringer in sig" till TLC och berättar vad som ska göras och får tunnelbelysningen tänd. Man tar också reda på trafikläget och berättar för TLC vad som ska göras enligt driftordern. TLC ber sedan EDC att utföra kopplingarna och får ett besked tillbaka.

De arbetar ofta ensamma, tidspressen är rätt stor. Material ska bäras ner m.m. Det är viktigt att "få ur strömmen" så tidigt som möjligt. Man skriver i bilen och har koll på klockan. Det är ovanligt att det blir fel numera, det var vanligare att det blev fel förr. Man kollar av var det finns spänning med testpenna. Han anser att säkerheten kommer i andra hand numera.

Vid Rinkeby var det vad han minns bara gamla fränkskiljare. Man bryter genom att rycka ut ett trähandtag. Har man inte gjort det ordentligt går det inte att stänga dörren till kopplingskåpet.

4 ORGANISATION OCH ANSVARSFÖRDELNING

Nedan beskrivs översiktligt roller och styrning för att ge ett helhetsperspektiv på driftsituationen i tunnelbanan. Mer detaljerade redovisningar inklusive intervju-uppgifter från ledningspersonal beträffande trafik och fordonsunderhåll finns i bilaga 3 (MTO Psykologis rapport om organisation och säkerhetsstyrning för tunnelbanan).

4.1 Tunnelbanesystemets övergripande organisation

4.1.1 SL:s ägare och SL:s uppdrag

Det övergripande ansvaret för kollektivtrafiken inom ett län åvilar den s.k. *trafikhuvudmannen*. Inom Stockholms län är detta SL, som är ett av landstinget helägt aktiebolag. SL:s styrelse är politiskt sammansatt och speglar den rådande politiska mandatfördelningen i landstinget. Styrelsen beslutar om de övergripande frågorna – såsom SL:s organisation, genomförande av upphandlingar, priser och biljetter, trafikutbud och liknande.

SL organiserar kollektivtrafik i form av pendeltåg och lokaltåg på järnväg, tunnelbanetrafik, spårvägstrafik, busstrafik och sjötrafik. SL förvaltar fasta anläggningar och fordon för spårtrafiken.

4.1.2 Bolagisering av SL och de första upphandlingarna

I slutet av 1980-talet fattades ett antal beslut som skulle komma att inleda en stor omvandling av SL och dess verksamhet. Koncernen omorganiserades till att i huvudsak bestå av ett moderbolag och ett antal dotterbolag, vart och ett med sin trafikuppgift. Dessa var bl.a. trafikföretagen SL Tunnelbanan AB, SL Buss AB och SL Tåg AB (lokaljärnvägar) och anläggningsförvaltarna SL Bansystem AB (även fordonsägare) och SL Fastigheter AB. Även berörd teknisk, operativ och administrativ personal flyttades över till dotterbolagen.

År 1993 fattades beslut om att successivt konkurrensutsätta trafikuppdragen genom upphandling. Som en konsekvens av beslutet om konkurrensutsättning omorganiserades tunnelbaneverksamheten så att de tre bansystemen – gröna, röda och blå linjerna – kom att utgöra varsitt affärsområde inom SL Tunnelbanan AB. Respektive affärsområde ansvarade för både trafik och fordon så att varje bana hade sin ”egen” personal och sina utpekade fordon och verkstäder för fordonsunderhållet. När tunnelbanetrafiken senare upphandlades, vann SL Tunnelbanan AB anbudsförandet.

Under senare delen av 1990-talet fortsatte utvecklingen mot att renodla SL till en beställarorganisation. Dotterbolagen på trafiksidan såldes helt eller delvis till andra ägare eller avvecklades efter förlorade upphandlingar.

Produktionsavdelningen inom SL Bansystem AB bröts ut till ett eget bolag, Svensk Banproduktion AB medan de förvaltande delarna av SL Bansystem slogs ihop med motsvarande enheter inom SL:s fastighetsbolag till SL Infrateknik AB.

4.1.3 SL Tunnelbanan AB omvandlas

År 1999 såldes 60% av aktierna i SL Tunnelbanan AB till det fransköga CGEA, sedermera Connex Transport, med avsikten att få in extern erfarenhet i verksamheten. Bolaget ändrade namn till Connex Tunnelbanan AB. SL sålde senare resterande aktiepost till Connex, numera namnändrat till Veolia.

4.1.4 Senare förändringar

Hösten 2005 införlivades dotterbolaget SL Infrateknik som enheten SL Teknik i moderbolaget. Svensk Banproduktion har senare sålts till Struktio Rail. I november 2009 tog en ny entreprenör, MTR, över driften av tunnelbanan med Tunnelbanan Teknik Stockholm AB (TBT) som underhållsleverantör. Ägarförhållandena i Tågia har förändrats under 2008-2009.

4.2 Berörda företag och deras uppgifter

Anm. Om inte annat sägs speglar detta avsnitt förhållandena vid tiden för olyckan.

4.2.1 AB SL

AB SL fungerade som beställarorganisation för att planera, marknadsföra och upphandla kollektivtrafik i Stockholms län. I strategiska frågor och om stora upphandlingar beslutade SL:s styrelse, liksom om större tekniska investeringar. År 2005 var SL ägare av bl.a. SL Infrateknik (100 %), Tågia AB (33 %) och Svensk Banproduktion AB (40 %).

Enheten SL Säkerhet var bl.a. utgivare av den trafiksäkerhetsinstruktion som gällde för tunnelbanan, Tri Tub, och som alla verksamhetsutövare måste förbinda sig att tillämpa. Enhetens uppdrag var att skapa förutsättningar för uppfyllnad av SL:s övergripande mål inom området trygghet och avsaknad av olyckor. SL Säkerhet arbetade främst med kravställning mot interna 'kunder' inkl. SL Infrateknik, men också med inspektioner av entreprenörernas verksamhet. Rapportering skedde till styrelsen på begäran.

4.2.2 SL Infrateknik AB

Vid tiden för olyckan var det SL Infrateknik AB som innehade Järnvägsstyrelsens tillstånd som spårinnehavare för tunnelbanan. Bolaget leddes av en verkställande direktör som rapporterade till styrelsen. Moderbolaget SL utövade styrning främst genom styrelsearbetet.

SL Infrateknik hade, utöver fastigheter m.m., ansvar för den infrastruktur som behövdes för spårtrafiken i bl.a. tunnelbanan. I detta inräknades även fordonen. Verksamheten var indelad i områdena bana, elektro (elsystem, tele och signal) och fordon.

SL Infrateknik fungerade som beställare för drift och underhåll av de fasta anläggningarna och för tungt (långsiktigt) underhåll av fordonen. För driftsordning, hantering av felanmälningar och eldriftledning hade en driftledningscentral skapats inom SL Infrateknik. Svensk Banproduktion och Banverket Produktion var de huvudsakliga entreprenörerna för underhåll av bana, signal och elsystem. Tågia AB var underhållsleverantör för det tunga fordonsunderhållet.

SL Infrateknik följde upp entreprenörerna genom kvalitetsrevisioner och stickprovskontroller. Säkerhetsrevisioner utfördes däremot av SL Säkerhet. SL Infrateknik hade månadsvisa uppföljningsmöten med Connex om fordonsstatus m.m.

4.2.3 Connex

Nuvarande Veolia Transport Sverige AB ingår i en franskägd företagsgrupp som finns i ett tjugotal länder världen över. Vid tiden för branden hette bolaget Connex Sverige AB. I då gällande organisation ansvarade division Stockholm för entreprenaduppdrag inom tåg- och busstrafik i Stockholms län. Connex Sverige

AB hade Järnvägsstyrelsens tillstånd som trafikutövare för persontrafiken i tunnelbanan.

Den säkerhetsordning som gällde för den spårbundna trafiken inom Connex division Stockholm var utgåva 00:1 daterad 2005-04-08. Det var ett sammanhållet dokument med grundläggande uppgifter enligt då gällande BV-FS 2000:2. Av säkerhetsordningen framgick vilka operativa bestämmelser som gällde, krav på personalens behörighet, övergripande krav på funktionskontroll, besiktning och underhåll av fordon samt internkontroll genom säkerhetsstyrning, m.m.

Säkerhetsordningen innehöll också en säkerhetspolicy och uppgifter om mötesföra och informationsspridning, hantering av utredningar av inträffade händelser m.m. Det framgick *inte* hur gällande organisation och ansvarsfördelning var utformad, utöver en bestämmelse om att Connex Sveriges VD kunde utfärda delegeringar till lämplig nivå.

Avsnittet om fordonsunderhåll m.m. i utgåva 1 utgjordes i princip av en avtalstext mellan Connex och "underhållsbolaget". Av inledningen framgick att funktionskontroll besiktning och underhåll av fordon utfördes "i sin helhet av Tågja på uppdrag av Connex".

I utgåva 2, som tillkom under 2006, hade såväl en organisationsbeskrivning tillkommit som ett helt omarbetat avsnitt om fordonsunderhåll m.m., förändrat till att redovisa ställda krav och hur de skulle följas upp.

4.2.4 Tågja AB

När SL Tunnelbanan AB bildades tecknades avtal med AB SL och SL Bansystem (senare SL Infrateknik) om bl.a. fordonsförvaltning och underhåll. Enligt ursprungsavtalet skulle SL Tunnelbanan AB svara för allt fordonsunderhåll och kostnaderna för detta.

I samband med försäljningen till Connex aktualiserades frågan om det långsiktiga fordonsunderhållet. Detta kunde knappast åligga en trafikentreprenör med ansvar endast inom en begränsad avtalstid. Lösningen blev att tydliggöra fordonsägarens, SL Infrateknik, roll som garant för att fordonen vidmakthölls på sikt och trafikutövarens, Connex, roll att svara för det dagliga, löpande, underhållet.

Med avsikt att effektivisera och modernisera tågunderhållet bildade SL, Connex och dåvarande Adtranz år 2000 ett gemensamt bolag, Tågja AB, för att som entreprenör åt både SL och Connex bedriva all sorts fordonsunderhåll och viss konstruktionsverksamhet på beställarnas uppdrag. Verkstäder, reparatörspersonal och viss administrativ teknisk personal fördes över till Tågja från såväl Connex som SL Infrateknik.

Relationen mellan ägarna reglerades i ett aktieägaravtal där också kundrelationerna delvis reglerades. Avtalen beskrivs i MTO Psykologis rapport.

4.2.5 Svensk Banproduktion AB

Företaget hade sin bakgrund i produktionsavdelningen inom tidigare SL Bansystem AB. Det har sedermera förvärvats av Strukton Rail Infra och bytt namn. Företaget utförde vid tiden för branden kopplingsåtgärder på uppdrag av Fortum i samband med uppgraderingen av eldriftövervakningssystemet ENOK till SNOK - systemet. I övrigt var det Banverket Produktion som hade underhålls-entreprenaden för strömskenesystemet på bana 3 (blåa linjen).

4.3 Ansvarsfördelning kring trafik och fordonsunderhåll

SL betraktar fordonen som en del av infrastrukturen, dvs. att fordonen tillhandahålls av entreprenören av beställaren. Det har tidigare rått oklarhet kring rollfördelning och ansvar när det gäller t.ex. ombyggnader av fordon eller beslut om dispenser för överskridande av tekniska gränsvärden. Under 2004 initierades en överenskommelse mellan SL Säkerhet, SL Infrateknik, Connex och Tågia där trafikutövarens totalansvar för trafiksäkerheten när det gäller fordonen tydliggjordes.

Tågias uppdrag var att leverera trafiksäkra fordon (=”hela, rena och säkra tåg”) till Connex. Tågias uppdragsgivare för dagligt underhåll var Connex. För moderniseringar och tungt underhåll var SL uppdragsgivare. För nyare vagnstyper som C20 och A32 sker detta enligt regelbundna intervall som finns specificerat i anvisningar från tillverkaren. För C14 gällde att övrigt tungt underhåll skedde på separat beställning från SL och att Tågia måste identifiera behov och efterfråga beställning. Det saknades vid olyckstillfället således en plan för revisionsintervaller för denna fordonstyp.

4.4 Drift och underhåll av elanläggningar

4.4.1 SL Infrateknik AB bestämmelser om elsäkerhetsansvar

SL Infrateknik AB gav 2002-02-01 ut dokumentet Fö-I-56, utgåva 2. Av dokumentet framgår följande om hur behörighets-, personsäkerhets- och anläggningsansvaret fördelas för arbeten på eller nära SL Infratekniks starkströmsanläggningar för tågdrift:

”För att utföra elinstallationsarbete, ändringar eller reparationer krävs att detta utförs under överinseende av behörig installatör. Anläggningar som omfattas av detta är samtliga starkströmsanläggningar såsom likriktarstationer, kontaktledningsanläggningar, strömskeneanläggningar och återledningskretsar i räl.

För elinstallationsarbete på starkströmsanläggningar för tågdrift gäller att det skall ske under överinseende av en utsedd person som innehar behörighet som elinstallatör för aktuellt arbete.

Behörig installatör inom SL Infra organisation, skall tillsättas skriftligen av SL Infratekniks VD eller genom befattningsbeskrivningen inom SL Infra. Tillsättning av ersättare eller vid längre sjukdom skall ske enligt ovan.

Vid anlåtande av entreprenör skall uppdragsgivaren ombesörja att behörig installatör redovisas till anläggningsansvarige för starkströmsanläggningar för tågdrift.

Personsäkerhetsansvaret enligt starkströmsföreskriften avd C innebär ansvar för att personalen som har att sköta anläggningarna skall skyddas mot skada av elektrisk ström. Särskilda anvisningar för SL Infra starkströmsanläggningar (strömskene-, kontaktledningsanläggningar och likriktarstationer) redovisas i kap 2.

Anläggningsansvaret enligt Starkströmsföreskrifterna avd C innebär ansvar för att den elektriska anläggningen inklusive den elektriska materielen skall underhållas och kontrolleras för att förhindra skador på person, husdjur och egendom. Delegering av anläggningsansvaret skall ske skriftligen av SL Infratekniks VD eller genom befattningsbeskrivningen inom SL Infra. Tillsättning av ersättare eller vid längre sjukdom skall ske enligt ovan.

Person som delegerats anläggningsansvaret ansvarar för utredning av elolycksfall inom delegerat område och ansvarar även för att elolycksfall rapporteras till Elsäkerhetsverket.”

Av Fö-I-56 framgår även vilka övriga elsäkerhetsföreskrifter som gäller för banor med kontaktledning resp. strömskena. De interna föreskrifterna utgör *särskilda anvisningar* enligt starkströmsföreskrifterna.

4.4.2 Ansvarsfördelning drift och underhåll

SL Infrateknik AB hade upphandlat underhåll av spår och elsystem på bana 3 (blå linjen) av Banverket Produktion. På de andra två banorna var Svensk Banproduktion AB entreprenör.

Tidigare låg ansvaret för korrekt kopplingsläge helt hos den avdelning inom SL som ansvarade för underhållet, senare hos Svensk Banproduktion AB. Det sköttes genom manuella rutiner där avvikande kopplingsituationer markerades på en karta över resp. strömskenesystem. För bana 1 och 2 var ansvaret vid tiden för branden fortfarande utpekad på Svensk Banproduktion och dess strömskenegrupp.

För bana 3, där Banverket Produktion var relativt ny som entreprenör, hade SL Infrateknik valt att inte delegera ansvaret för kopplingsläget till entreprenören. Detta låg istället på en utpekad person på SL:s eldriftcentral.

För de ombyggnader som skedde inom utbytet av eldriftövervakningen till SNOK, var Fortum upphandlad totalentreprenör. Fortum hade i sin tur anlitat Svensk Banproduktion för att planera de kopplingsåtgärder som behövdes t.ex. för att skilja från en likriktarstation medan den byggdes om. Det innebar att Svensk Banproduktions eltekniker upprättade de driftordrar som sedan godkändes av eldriftcentralen för utförande.

Vid intervju med ansvarig arbetsledare hos Svensk Banproduktion och besök hos strömskenegruppen visade det sig att man även för bana 3 upprätthöll en – utifrån de kopplingar man kände till – manuell bild över aktuellt kopplingsläge.

SHK har valt att inte granska Banverket Produktion och övriga entreprenörers inbördes förhållande och ansvarsfördelning ytterligare. Vad SHK har kunnat finna har det inte reglerats var gränssnitt eller ansvarsfördelningen går för elsäkerheten i fordonen på motsvarande sätt som det har gjorts för signal/ATC-system.

4.4.3 Svensk Banproduktions organisation

Svensk Banproduktions VD hade utfärdat en skriftlig delegering till företagets elsäkerhetsansvarige installatör. Denne hade i sin tur ett kontrollsystem för att vidmakthålla uppgifter om elpersonalens behörigheter.

4.5 Avvikelsehantering

Av Connex Stockholms säkerhetsordning framgick att Trafikhändelseregistret, THR, togs i bruk den 1 januari 1997. Införandet av THR avsågs innebära följande:

- Ett rapporteringssystem för händelser och konsekvenser som är gemensamt för alla banorna medger möjlighet till statistiska jämförelser och uppföljningar.
- Att Connex på ett snabbt och enkelt sätt kan presentera den statistik, information och rapporter som krävs internt och externt.
- Att Connex på ett effektivt sätt kan fortsätta förbättra verksamheten.
- Dessutom kan behöriga personer inom företaget läsa rapporterna ”online” vilket gör det möjligt för en snabb informationsåterföring inom företaget.

Enligt Connex bestämmelser skulle man dagligen gå igenom till THR rapporterade avvikelser under det föregående dygnet. Säkerhetschefen kunde fatta beslut om att tillsätta en säkerhetsutredning av en avvikelse, även om denna avvikelse ej blivit rapporterad till säkerhetsjouren.

Med hjälp av THR genomfördes löpande statistisk behandling av avvikelserna. Detta ligger som underlag för det kontinuerliga förbättringsarbetet inom Connex. Statistiken granskas och används som utvecklingsstöd av verksamhetscheferna. Dessa vidtar därefter lämpliga åtgärder för att minska antalet avvikelser eller konsekvenserna av dessa. Som exempel här kan nämnas de åtgärder som vidtogs för att minska antalet bränder i vagnstak. Detta problem insågs med stöd av THR, och åtgärder vidtogs för att minska antalet bränder i tak. Enligt Connex visar senare statistik (under 1999) med tydlighet att dessa åtgärder har haft avsedd effekt.

Tågias underhållshandbok:

Kriterier för när vagn teknisk undersökning skall utföras

Vagn teknisk undersökning skall ske då följande händelsekategorier rapporterats i THR:

- 141 – Brand under vagn
- 142 – Brand inne i vagn
- 143 – Brand i tak
- 144 – Brandlukt i vagn, utan källa
- 174, 175 – Brandlukt utan källa (skall normalt inte användas för händelser i vagn).
- 315 – Glödande motstånd

5 TILLSTÅND OCH SÄKERHETSLAGSTIFTNING

5.1 Allmänt

SHK har här gjort avgränsningen att översiktligt gå igenom den säkerhetslagstiftning som gällde vid tiden för C14-vagnarnas tillkomst samt för driften av elanläggningen och fordonen. Utredningen berör även krav på tillstånd och säkerhetsstyrning allmänt för den aktuella verksamheten vid tiden för branden. Faktainsamlingen har avgränsats att gälla dåvarande järnvägsstyrelsens och elsäkerhetsverkets tillsynsområden.

5.2 Äldre tillståndskrav för tunnelbanedriften

Före 1992 års förändring av starkströmsförordningen erfordrades tillstånd (koncession) för starkströmsledningar för järnvägsdrift inkl. tunnelbana och spårväg. I koncessionsvillkoren angavs vissa krav på utförande av de fasta anläggningarna och den rullande materielen, samt hänvisade i övrigt till gällande starkströmsföreskrifter. År 1992 slopades koncessionskravet för elektriska anläggningar för järnvägs-, spårvägs- och tunnelbanedrift. Starkströmsföreskrifterna gällde därefter fram till 1 oktober 2008 i sin helhet för utförandet av elektriska anläggningar för järnvägsdrift inklusive spårfordon.

De äldsta tunnelbanesträckorna på nuvarande gröna linjen var till stor del konverterade spårvägssträckor. 1950 öppnades den första delen av tunnelbanan i sin nuvarande form. År 1956 utfärdades det tillstånd för den elektriska driften som med hänvisning till tidigare resolutioner och senare kompletteringar vartefter nätet byggdes ut gällde in i modern tid. Den del av resolutionen som gällde för tunnelbanedriften angavs med giltighet t.o.m. 1996.

För tunnelbana 3, blå linjen, gavs tillstånd till anläggningen i samband med projektering. Dessa baserades på då gällande koncession. Drifttillstånd utfärdades sedan vartefter de olika etapperna togs i bruk. SHK har tagit del av drifttillstånd för delar av tunnelbana 3. För den del, Västra Skogen - Rinkeby, som togs i bruk år 1985, har varken SHK, SL eller Elsäkerhetsverket kunnat finna en särskild koncession eller ansökan om drifttillstånd. SL har redovisat en med Elsäkerhetsverket gemensam uppfattning att man anser koncessionen vara generell och gällande för alla bandelar, oavsett ålder. Vad SHK har kunnat finna har det inte ställts några särskilda, avvikande, krav vid byggandet av bana 3 gentemot övriga linjer.

5.3 Tillstånds- och godkännandekrav för fordon typ C14

När C14-vagnarna konstruerades gällde, förutom ovan redovisade krav ur elsäkerhetssynpunkt, förordningen (1967:604) om enskilda järnvägar, tunnelbana och spårvägar (FEJ). Statens vägverk var tillsyningsmyndighet. Koncessionen avgjorde anläggningens art, t.ex. att det var en tunnelbana.

Enligt förordningens 7§ gällde att för godkännande av rullande materiel för allmän trafik skulle fordonen besiktigas ”i den mån det är påkallat”. Vid besiktning ”skall upprättas besiktningsbevis, innehållande besiktningsmannens utlåtande om materielens beskaffenhet med hänsyn till den avsedda trafiken och anmärkning som besiktningsmannen funnit anledning till.”

Det var statens vägverk som efter samråd med statens järnvägar kunde utfärda föreskrifter om rullande materielens konstruktion. De kunde även förordna en särskild besiktningsman.

SHK har inte fått del av några handlingar som visar hur godkännande av fordonen har utfärdats, varken ur FEJ:s synpunkt eller gentemot koncessionen enligt 5.2 ovan. SHK har gjort avgränsningen att konstatera att fordonen

sannolikt har besiktigats rent tekniskt och funktionsmässigt, men att det sannolikt inte gjorts någon detaljerad granskning av konstruktionsunderlag mot tekniska standarder, val av sätt att bygga in komponenter i apparatlådor etc.

5.4 Gällande säkerhetslagstiftning

5.4.1 Säkerhetslagstiftning för tunnelbana och spårväg

Lagen (1990:1156) om säkerhet vid spårväg och tunnelbana var ursprungligen den s.k. järnvägssäkerhetslagen som då gällde för all spårtrafik i Sverige. Med stöd av denna utfärdade Järnvägsinspektionen, senare Järnvägsstyrelsen, föreskrifter om tillstånd, säkerhetsordning, internkontroll/säkerhetsstyrning, godkännanden och underhåll av fordon och spåranläggningar. År 2004 skapades en ny lagstiftning för järnvägar, baserad på EU-direktiv, medan järnvägssäkerhetslagen med tillhörande föreskrifter blev kvar med giltigheten avgränsad till spårvägar och tunnelbanor.

Det bärande kravet i lagen var att verksamhetsutövaren skulle bedriva verksamheten så att olyckor och tillbud förebyggdes. Fordon fick inte användas om de inte var godkända.

Järnvägsinspektionen utfärdade år 1996 bestämmelser om internkontroll genom säkerhetsstyrning (BV-FS 1996:1). Av dessa framgår krav på rutiner för att identifiera säkerhetsbrister, utreda inträffade händelser och utföra riskanalyser eller riskbedömningar vid förändringar i teknik, verksamhet och organisation.

Av föreskrifterna framgår också att ur järnvägssäkerhetsperspektiv är det spårinnehavaren och trafikutövaren som ansvarar för uppgifter som utförs av entreprenörer.

Säkerhetsstyrningen och hur företagen har organiserat detta behandlas mer utförligt i MTO Psykologis rapport om organisation och säkerhetsstyrning.

5.4.2 Elsäkerhetsföreskrifter

I de vid olyckan gällande Starkströmsföreskrifterna (ELSÄK-FS 1999:5) avdelning C fanns regler om skötsel och tillsyn av anläggningar samt hur arbete på anläggningar skulle utföras. Innehavare av starkströmsanläggningar skulle vid behov utfärda *särskilda anvisningar* för att förebygga skador som kunde orsakas av el. Detta gällde t.ex. när anläggningen var av en sådan utformning att starkströmsföreskrifterna avdelning C inte räckte till för att ge tillräcklig säkerhet. SL Infrateknik hade utfärdat sådana särskilda anvisningar för arbeten m.m. på strömskeneanläggningen.

5.5 Gällande tillstånd för verksamhet

Vid tiden för branden hade SL Infrateknik AB tillstånd att vara spårinnehavare för tunnelbanan.

Connex Sverige AB hade tillstånd som trafikutövare för persontrafik m.m. i tunnelbanan. Det innebär att Connex också hade ansvaret enligt lagen om säkerhet vid tunnelbana och spårväg för de av Connex nyttjade fordonens tekniska status.

Tågäta AB hade tillstånd för tjänstetågstrafik inkl rangering i depåerna.

6 FÖRETAGSBESTÄMMELSER

6.1 Bestämmelser om trafik och trafikledning

6.1.1 Trafiksäkerhetsinstruktion för Tunnelbanan (Tri Tub)

Allmänt

SL har utarbetat och fastställt en trafiksäkerhetsinstruktion för tunnelbanan (Tri Tub). Tri Tub gäller gemensamt för alla verksamhetsutövare i tunnelbanesystemet enligt överenskommelse mellan SL och resp. trafikutövare. Vid olycka gällde utgåva 4 (ändringstryck nr 5) av Tri Tub.

Tri Tub innehåller bestämmelser om trafikledning, trafikering och spårarbeten m.m. I Tri Tub fastställs också de termer och begreppsförklaringar som definierar banans indelning, personalens funktioner i säkerhetstjänst och andra säkerhetskritiska åtgärder. Vissa termer och förkortningar som används i regeltexterna och andra dokument förklaras i bilaga 1 till denna rapport.

Nedan redovisas i sammandrag vissa avsnitt som bedömts vara styrande för de åtgärder som vidtogs eller borde ha vidtagits under händelseförloppet.

Trafikledning, samtal, ordergivning m.m.

- § 11:1. Tunnelbanan indelas i tunnelbana 1 (gröna linjen), 2 (röda linjen) och 3 (blåa linjen). All trafik övervakas från respektive banas trafikledningscentral (TLC). TLC skall alltid vara bemannad.
- § 12:1. Förare skall i samtal med TL uppge plats och tågets linje- och turnummer samt körriktning. Vid telefon- och radiosamtal med TL skall namn och i förekommande fall anställningsnummer uppges. Samtal som rör sådant som kan påverka säkerheten skall föras via radio, endast i de fall detta inte är möjligt får sådant samtal ske via telefon.
- § 17:1. Tunneltåg som framföres enligt turlista skall benämnas med sitt linje- och turnummer.
- § 19:1. All personal med tjänstgöring inom tunnelbanans område är skyldig att till TL rapportera allt som stör, avviker eller påverkar den normala trafikantsituationen och/eller trafiksäkerheten.
- § 19:2. Förare skall omgående meddela TL om han p.g.a. störning måste lämna förarhytten /.../.
- § 19:3. Anmälan skall ske omedelbart vid olycka, brand, rökutveckling, personskada, anläggningsfel som kan hota trafiksäkerheten samt tillbud till sådan händelse. Finns tillgång till radio skall denna användas.
- § 19:6. Den som ansvarar för spåranläggningens skick är skyldig att snarast möjligt åtgärda rapporterade brister.
- Bilaga 5, tågradioinstruktion. TL leder radiotrafiken och skall normalt avsluta alla samtal. Vid allvarlig trafikhändelse eller då omedelbar fara för liv eller egendom föreligger intryckes knappen IL varefter anrop sker. Anropet inleds med ordet ”Ilsamtal”. Övriga skall iakttaga radiotystnad till dess att TLC anmäler att ilsamtalet är avslutat.

Olycka, tillbud eller störning, allmänt

- § 51:1. Har olycka eller missöde inträffat skall personalen ombesörja att TL snarast underrättas. /.../
- § 51:2. TL tillkallar erforderliga resurser enligt särskild larmlista.
- § 51:3. Vid behov kan förbindelseman utses för att sköta sambandet mellan TLC och olycksplatsens insatsstyrka. /.../
- § 51:4. TL kan vid större händelse besluta att trafikinsatschef utses som enligt direktiv från TL leder trafikutövarens insatser på platsen.
- § 51:6. Vid allvarlig olycka eller tillbud skall personal snarast tas ur tjänst. /.../ Samtal med säkerhetsutredare skall ske snarast möjligt.

- § 52:3. Har tunneltåg blivit stående längre tid än två minuter skall förare fortlöpande informera trafikanterna /.../ med två minuters intervall.

§ 54. Utrymning av tunneltåg

- § 54:1. Kan tåg framföras till station skall detta ske. /.../
- § 54:2. Beordrad utrymning. Utrymning av tåg på bansträcka mellan stationer får ske först efter beslut från TL. /.../
- § 54:5. Nödutrymning. Nödutrymning får tillämpas endast vid mycket allvarligt nödläge. /.../

§ 55. Åtgärder vid brand eller rökutveckling

- § 55:1. Inträffar brand eller rökutveckling i tåg mellan två stationer skall tåget om möjligt framföras till nästa station. /.../ Upptäcks brand eller rökutveckling vid uppehåll på station skall tåget ej föras vidare. Vid indikering om brand i tåg skall förare omedelbart meddela TL.
- § 55:2. Innan försök att släcka utvecklad brand görs, skall tåget, om detta befinner sig vid station, utrymmas. TL skall underrättas för larmning av räddningstjänst. Om det bedöms möjligt skall försök göras att med tillgängligt brandredskap släcka branden. Efter samråd med TL kan ytterligare åtgärder vidtas. Finns risk för att branden sprids skall fordon om möjligt fränkopplas. Brinnande vagn skall efter fränkoppling om möjligt avaktiveras eller göras spänningslös.
Heltäckande förfaringssätt vid brand i tåg är ej möjliga att formulera. Gott omdöme och rådighet samt kunskap kan i de flesta fall verksamt bidra till att skador begränsas.
- § 55:3. Brand eller rökutveckling i underjordsanläggning skall omedelbart anmälas till TL. Vid mindre brand skall försök att släcka branden därefter göras. Vid mer omfattande brand, eller rökutveckling i tunnel, skall området omedelbart utrymmas. Vid brand eller rökutveckling på station under jord skall stationen utrymmas. Rulltrappor som rör sig i riktning mot branden skall stängas av. Samling skall därefter ske utanför stationsingången.

6.1.2 Trafikledningshandböcker etc

Vid tiden för branden pågick ett arbete med att ta fram en trafikledningsinstruktion. Den kom dock inte att gälla förrän fr.o.m. 1 september 2006.

6.2 Bestämmelser för stationspersonal

6.2.1 Stationssäkerhetsinstruktionen

SL har utarbetat och fastställt en stationssäkerhetsinstruktion för tunnelbanan (Sti). Sti kompletterar Tri Tub och innehåller bestämmelser med grund dels i järnvägssäkerhetslagstiftningen, dels i ordningslagen och riktar sig till stationspersonal. Dokumentet reglerar åtgärder vid fara, olycka, brand, rökutveckling på station och hur utrymning ska ske.

Avsnitt 6:4 och 6:5 innehåller instruktioner vid rökutveckling/brand respektive vid utrymning av station. Det finns också en bilaga med mallar för de anslag som ska finnas på spärrarnas sk. pannåer med utrymningskarta och utrymningsinstruktion.

Följande åtgärder ska vidtagas *vid kraftig rökutveckling eller brand* (något förkortat):

- Larma omedelbart TLC
- Avbryt inpassering och utrym stationen enligt order från TLC
- Informera trafikanterna
- Rulltrappor mot rök/brand stängs av, övriga ska vara igång

- Kontrollera att hissar är tomma och stäng av dem
- Öppna katastrofgrind samt ställ upp dörrar och grindar i utrymningsvägen

Vid mindre rökutveckling eller brand (något förkortat):

- Larma omgående till TLC
- Tag reda på vad som hänt och bedöm situationen
- Använd brandsläckare alternativt vatten eller kväv branden på annat sätt
- Rapportera utförda åtgärder till TLC

Av de inomhusstationer som bara har en enda uppgång har de flesta även en nödutgång. Vid brand och rökutveckling kan TLC ge order om att nödutgången skall användas för utrymningen.

Utrymning av station

”Utrymning av station sker efter order av TLC, polis eller räddningsledare, som också leder och ansvarar för utrymningen. Vid uppenbar fara där kontakt med ovanstående ej omedelbart erhålls, skall åtgärder vidtas för att rädda/varna trafikanter och påbörja utrymning.” Instruktionen fortsätter med samma punkter som åtgärder vid kraftig rökutveckling, med tillägget ”sök om möjligt genom stationen. Av säkerhetsskäl är det nödvändigt att känna till nödutgångar och utrymningsvägar på den station där tjänstgöring sker.” Vidare finns i Sti avsnitt 7:1 en förteckning över de stationer under jord som bara har en ordinarie utgång och vid vilka det finns nödutgång. ”I spärrens instruktion finns anvisningar och beskrivningar om nödutrymning”.

6.3 Bestämmelser om strömskoleanläggningen

SL Infrateknik hade flera styrande dokument med elsäkerhetsföreskrifter för strömskoleanläggningen. Dessa var bl.a.

-- dokumentet Fö-I-56 ”*Behörighets- och elsäkerhetsfrågor för tågdrifanläggningar*” som reglerade behörighetsfrågor och beslutsrätt i fråga om elanläggningsansvar och personsäkerhet inklusive delegeringar.

-- dokumentet Fö-I-126 ”*Räddningsfrånkoppling av strömskena på tunnelbanan*” som innehöll instruktioner om detta till olika mottagare.

-- dokumentet Fö-I-137 ”*Allmänna elsäkerhetsföreskrifter för strömskoleanläggning*” som innehöll *särskilda anvisningar* för strömskoleanläggningen enligt starkströmsföreskrifterna.

-- dokumentet Fö-I-139 ”*Elsäkerhetsföreskrifter för arbete på eller nära strömskoleanläggning*” som innehöll elsäkerhetsföreskrifter för arbete på eller nära strömskoleanläggningen.

Allmänna elsäkerhetsföreskrifter för strömskoleanläggning (Fö-I-137)

Vid tiden för felkopplingen och senare branden i Rinkeby gällde utgåva 2 av dokumentet, daterat 2002-01-01. Utgåva 3 var under arbete och kom att gälla från 2005-08-01. Nedan redovisas om inte annat sägs bestämmelser enligt utgåva 2.

Hela tunnelbanans spårområde var att betrakta som ett *driftrum*. Personal som på egen hand skulle beträda spårområdet måste vara instruerade i föreskriften samt i Tri Tub. En grundregel var att tidsbrist under inga förhållanden var en anledning till att åsidosätta föreskrifterna.

Av bestämmelserna framgår olika metoder för att utföra arbete och vilka faror som finns i systemet. Arbete på en starkströmsanläggning eller inom *närområdet* får inte utföras utan att en elsäkerhetsledare har frånkopplad och jordat/kortslutit anläggningen.

Frånskiljare får endast manövreras av personal som blivit utbildad och godkänd. Kortslutning/jordning får bara göras av SL infrateknik godkända elsäkerhetsledare. Instruktion och examinering i frånskiljarmanövrering och jordning/kortslutning sker genom eldriftansvarigs försorg.

I samband med *räddningsfrånkoppling* har räddningstjänsten befogenheter att vidta vissa åtgärder innan elsäkerhetsledare kommit till platsen. Personal från räddningstjänsten får spänningsprova och arbetsplatsjorda starkströmsanläggning under förutsättning att räddningsfrånkoppling gjorts och att av SL Infrateknik godkänd utrustning används.

Räddningsfrånkoppling av strömskena på tunnelbanan (Fö-I-126)

Gällande utgåva av denna instruktion var utgåva 2, daterad 2004-02-01.

Dokumentet riktar sig till trafikledningen, larmoperatörer och räddningstjänsten. Här fastställs terminologi och kontaktvägar för ordergivning vid manövrering av effektbrytare och anbringande av jordningsverktyg.

Räddningsfrånkoppling utförs när en del av strömskaneanläggningen snabbt behöver göras spänningslös. Den utförs genom att trafikledaren utför manövrer via driftövervakningssystemet ENOK. Räddningsfrånkoppling ska göras när

- räddningstjänsten begär det,
- trafikledare får ”tillförlitlig rapport” om olycka, brand eller annat som innebär risk för personskador m.m. pga elström,
- trafikbefäl eller personal med motsvarande funktion begär det.

Av dokumentet framgår tillvägagångssätt vid räddningsfrånkoppling.

1. Samtliga tåg på berörd sträcka ska stoppas.
2. Räddningsfrånkoppling utförs.
3. TL kontrollerar att räddningsfrånkopplingen utförs genom att iaktta indikering från berörda effektrytare och PO-indikering (power off) från spänningskännande relä som indikerar om strömskenesektionen är spänningssatt eller ej.
4. Larmoperatören på räddningstjänsten informeras.
5. Elrapporten fylls i.
6. DC Stockholm⁴ meddelas om att räddningsfrånkoppling utförts.

Om räddningsfrånkoppling misslyckas, ska larmoperatören informeras. DC Stockholm kontaktas med en begäran om att slå ifrån aktuella effektbrytare. Frånkopplingen kontrolleras genom indikeringar. Erhålls då fortfarande inte indikering om att beröra effektbrytare är frånslagna, ska TL

- Stoppa tågen på motriktat spår
- Begära hos DC Stockholm att 33 kV - matningen till berörda likriktarstationer slås ifrån.

6.4 Bestämmelser om drift och underhåll av spårfordon

Fordonsunderhållet sker utifrån en av Tågia förvaltd underhållsmanual. Manualerna har tagits fram utifrån äldre underhållsstyrande dokument samt de åtgärder som bestäms av SL:s föreskrifter och anvisningar. För vissa åtgärder kan följande intervall noteras:

- Översyn 2 – 15000 km intervall
- Kontroll av linjebrytare – 1 års intervall
- Renblåsning av motorer (koldamm etc) – intervall 1 år.

Vagnarnas kilometerprestation, utförda åtgärder vid underhåll och reparationer, kända skador m.m. noteras och följs upp i SL:s fordonsdatasystem, FDS.

⁴ Nuvarande eldriftcentralen, EDC.

7 UNDERSÖKNING AV OPERATIVA FÖRHÅLLANDEN

7.1 Trafikledningsåtgärder m.m.

7.1.1 Dokumentation på TLC

På tunnelbanans trafikledningscentraler förs inga löpande anteckningar om tågens gång på grafiska tidtabellsblad e.d. TL för dock en logg över vissa händelser såsom in- och utpassering i tunnelsystemen m.m. Därutöver noteras väsentliga händelser och störningar i THR, trafikhändelserappen. Det fanns inte någon registrering av ställverksindikeringar e.d. för TLC. Ur trafikantinformationssystemet TIS, som styr skyltningen längs banan, kan data om de enskilda tågens gång hämtas. I övrigt är det främst inspelningen av radiokommunikation mellan TL och förare och t.ex. banpersonal som utgör en dokumentation av utförda åtgärder.

Det har vid undersökningarna och intervjuerna inte framkommit något som tyder på att själva tågföringen skulle ha påverkat händelseförloppet. Det aktuella tåget har gått enligt gällande turlista för linje 10 tur 324, dock med viss tilltagande försening fram till Rinkeby.

7.1.2 Samtalsregistreringar

Här redovisas översiktligt de mest väsentliga radioanropen och telefonsamtalen till och från TLC Västra skogen för det aktuella skeendet den 16 maj 2005.

F 301	Föraren på det bakomvarande tåget i Rissne (<i>föraren tur 301</i>)
F 324	Föraren på det tåg som brann i Rinkeby (<i>föraren</i>)
SAM	Sambandsoperatören på SL:s sambandscentral
5807	Väktarpatrullen som åker till Rinkeby
TL1	Trafikledare 1 på TLC Västra Skogen
TB NV	Trafikbefäl "Nordvästra radiobilen"
Spx Ris	Spärrexpeditören på Rissne station
Spx Rib	Spärrexpeditören på Rinkeby station
Oskar25	SHK har ingen uppgift om vem detta är.
SOS	SOS - centralen
BDC	SL:s bandriftcentral
EDL	Eldriftledaren på bandriftcentralen
TL2	Avlösande trafikledare på TLC Västra Skogen (<i>trafikledare 2</i>)
TB City	Trafikbefälet i City
Rtj	Räddningstjänsten

<i>Tidpunkt</i>	<i>Från</i>	<i>Till</i>	<i>Besked etc.</i>
08.00:56	F 301	TL1	Anmäler rökluft i Rissne (Ris), norra änden.
08.03:25	F 324	TL1	Bryter in i samtalet ovan med anropsordet "ilsamtal". Föraren uppger att tur 24 står i Rinkeby (Rib), det har smällt, det ryker i V7. TL beordrar föraren att gå bort och "döda" vagnarna.
08.03:40	SAM	5807	Uppmanar väktarpatrull 5807 att styra mot Ris, ev. rökutveckling (korrigeras till Rib senare).
08.03:57	TL1	TB NV	Anropar TB i nordvästra radiobilen och ger "blåljusmedgivande" för färd till Rinkeby.
08.04:40	Spx Ris	TL1	Trafikant har anmält till spx i Ris att det var rökutveckling i sista vagnen på tåget till Hjulsta. TL uppmanar spx i Ris att gå ner på plattformen och titta.

<i>Tidpunkt</i>	<i>Från</i>	<i>Till</i>	<i>Besked etc.</i>
08.05:52	F 324	TL1	Anmäler att det är i V7 som det ryker. TL frågar om han dödat vagnen. Diskussion. TL säger till föraren att 'döda' V7 genom att fälla 'de nio säkringarna' och sedan återkomma.
08.06:47	Spx Rib	TL1	Anmäler att trafikanter har rapporterat om rökutveckling i Rib. TL svarar att det är känt. TL säger till spx att gå ner och bistå föraren.
08.06:59	Oskar25	SAM	Oskar25 ringer och frågar om de ska bege sig till Rib. Diskuterar rökutveckling i Cx-vagnar. "Ja det är väl som vanligt".
08.08:00	Spx Rib	TL1	Spx Rib frågar om inpasseringen ska avbrytas. Åter uppmanad att gå ner och titta efter.
08.08:18	TL1	F 324	Anropar föraren på radion, inget svar.
08.08:43	F 324	TL1	Föraren ringer via telefon, mycket stressad. Det brann, det smällde, ganska mycket rök, slut nu ... Nu smäller det! Jag kan inte gå dit och stänga av den. (buller hörs). Det brinner här, du måste hjälpa oss. TL svarar: "jag ringer brandkåren!"
08.10:00	TL1	SOS	Larmar till SOS Alarm om brand på tåg i Rinkeby.
08.11:10	TB NV	TL1	TB anmäler att han har kommit till Rinkeby. TL ber om en lägesrapport.
08.11:47	TB NV	TL1	TB ropar: Bryt strömmen riktning norrut, bryt strömmen! TL svarar: Ja det är uppfattat.
08.12:07	TB NV	TL1	TB ropar: Larma brandkåren!
08.12:39	TB NV	TL1	TB ropar: Nordvästra bilen här, hur går det med strömmen där? Inget svar från TL.
08.13:22	SAM	BDC	Talsvar hos BDC "för att komma till bandrift... tryck ...". 25 sekunder senare svarar eldriftledaren. SAM meddelar att TL1 verkar ha svårt att få ur strömmen.
08.13:23	TB NV	TL1	TB anropar. TL ber honom ringa på telefon.
08.13:38	TB NV	TL1	TL: Jag får inte ur strömmen. TB: Bryt "hela skiten"! TB frågar TL1 var föraren är. Strax innan samtalet avslutas hörs avlösande TL2 i bakgrunden.
08:13:52	SAM	EDL	Samtalar om strömmen. SAM: "Det blinkar överallt i och för sig ..." EDL: "dom har gjort en räddningsfrånkoppling."
08.14:13	TL1	F 10/24	Anropar föraren på radion, inget svar.
08.15:02	TL2	Flera tåg	Avlösande TL anropar olika tåg för att efterhöra position m.m.
08:15:33	F 324	TL1	(via telefon) Föraren och TL1 samtalar om var man kan gå ut. Frågan får inget direkt svar. Det är föraren och fyra trafikanter, - kan man gå ut gm biljetthallen? Samtalet bryts efter 48 s.
08.16:43	TL2	F 324	Anropar föraren på radion, inget svar.
08.16:48	TB NV	TL2	TB via radio – Jag har föraren här. Hela stationen rökfylld. Föraren är på väg upp med de sista trafikanterna. TL2 bekräftar att så ska ske.
08.18:43	TB NV	TL2	TB anropar, han och föraren blir kvar, det är för mycket rök i rulltrappan.
08.19:02	SAM		I bakgrunden hörs att SAM gör ett utrop
08.19:06	TL2	TB NV	TL2 frågar TB om han sett till brandkåren och frågar om röken kommer från en vagn. TB svarar att det inte syns någon eld just då. TB och de andra säger att de blir kvar nere på stationen.
08.21:44	TB City	TL2	TB i Citybilen har kommit till Rinkeby. Säger att brandkåren är på plats utanför stationen.
08.21:47	Rtj	TL1	Räddningstjänsten ringer och efterfrågar om det är strömlöst.
08.27.:10	TL1	Rtj	TL1 meddelar att de indikeras spänningslöst på

<i>Tidpunkt</i>	<i>Från</i>	<i>Till</i>	<i>Besked etc.</i>
			både norrspår och söderspår. Rtj meddelar att de har kontakt med "tunnelvandrarna".
08.32:15	TB NV	TL1	TB ringer via tfn och undrar om läget på TLC. Meddelar att de ska gå mot Rissne på söderspår.
08.47:10	TL2	TB NV	TL2 anropar TB via radion och frågar var de är. TB svarar att de snart är i kurvan före Rissne.
09.05:13	TB NV	TL1	TB ringer och berättar att de är framme i Rissne.

7.1.3 Larmning och skydd för olycksplatsen

Larmning från TLC skedde till SOS Alarm kl 08.11 enligt TLC dagrapport. Några särskilda skyddsåtgärder utöver räddningsfrånkopplingen och den ytterligare frånkoppling som begärdes av räddningstjänsten har inte dokumenterats. I ett senare skede anordnades spårdisposition för det aktuella området. Ett trafikbefäl utsågs till förbindelseman för platsen.

7.1.4 Loggning från trafikantinformationssystemet, TIS

Trafikantinformationen på blå linjens stationsdisplayer (skyltar) styrs av ett särskilt datorsystem med i förväg inmatade tidtabellsdata. Baserat på inställningar som görs i ledarhytten på ett visst tågsätt och data som överförs via antenn känner systemet till tågets linje och turnummer samt antal vagnar. Även numren på de i tåget ingående vagnarna förs över. TIS följer tågets väg och loggar på sekundnivå tidpunkten när stationernas infarts- resp. utfartsslingor aktiveras av tågpassagen (det är då skyltningen ändras). Genom den logg som skapas kan man i efterhand följa det aktuella tågets tidshållning jämfört med tidtabellen.

SHK genomförde även med hjälp av Tågia en referensåkning längs banan för att fastställa tidsförloppet för tågs uppehåll vid de olika stationerna och hur ett "dött" vagnpar påverkar tidshållningen. Man kunde därvid märka en viss gångtidsför-längning när bara 6/8 vagnar var drivande. I sammanhanget var dock tidsför-lusten marginell.

För det aktuella tåget den 16 maj 2005 kan noteras att tåget har förlorat tid längs vägen från Kungsträdgården. Jämfört med referenskörningen är det dock i huvudsak stationsuppehållet vid Fridhemsplan och i någon mån körtiderna per stationshåll från Huvudsta som märks före uppehållen i Duvbo och Rissne där tåget åter tappar tid.

<i>Station</i>	<i>Avg.tid</i>	<i>Försening enl. TIS; min, s)</i>
Kungsträdgården	7.39	0'50"
T-Centralen	7.40	1'15"
Rådhuset	7.42	0'51"
Fridhemsplan	7.43	1'45"
Stadshagen	7.45	1'27"
Västra Skogen	7.47	1'43"
Huvudsta	7.48	2'18"
Vreten	7.49	1'58"
Sundbybergs C	7.51	1'46"
Duvbo	7.53	2'31"
Rissne	7.55	2'54"
Rinkeby	7.57	ej avg.

7.2 Operativa åtgärder vid ur- och inkoppling av LS Rinkeby

7.2.1 Utfärdade driftorder

För de kopplingar som behövde utföras för att koppla förbi likriktarstationen Ls 334 Rinkeby hade driftorder 0517161A upprättats för urkopplingen natt mot den

25 april 2005. För återinkopplingen den 1 maj 2005 hade driftorder 0517161B upprättats. De båda driftordrarna stämmer överens beträffande angivna kopplingspunkter och åtgärder för ur- resp. inkopplingen. Driftorder A upprättades av eltekniker 1, som angavs som kopplingsledare för åtgärderna kl. 02:35 den 25 april. De har sedan signerats som utförda av honom själv. Driftorder B upprättades av eltekniker 2, vilken också angavs som kopplingsledare. Samtliga åtgärder är signerade som utförda av eltekniker 1 kl. 22:40 den 1 maj.

7.2.2 Samtalsregistreringar 1 maj 2005

Här redovisas översiktligt de samtal som identifierats mellan eltekniker 1 som var kopplingsledare för driftorder 0517161B, TLC Västra skogen och ECD för de omkopplingar som gjordes kvällen/natten efter den 1 maj 2005.

<i>Tidpunkt</i>	<i>Från</i>	<i>Till</i>	<i>Besked etc.</i>
22.36:28	Eltekn	TL Väs	Anmälan om spårbeترäde och tunnelbelysning på sträckan Tensta-Rissne, ska lägga tillbaka Rinkeby, 334. TL: Då tänder jag upp åt dej!
22.43:42	Eltekn	TL Väs	Då gäller det Ls 334, Rinkeby, jag ska lägga tillbaka den. Driftorder 161B. TL: häng kvar!
22.44.33	TL Väs	EDL	TL i Väs ringer EDC för att få effektbrytare P1-P4 tillslagna i LS Rinkeby. 22.45.18 Då ska vi se... det var driftorder 0517161B...
22.46.10	EDL	TL Väs	Då lägger jag till P1, P2, P3, P4. ... P1-P4 i 334 ligger till.
22.46.28	TL Väs	Eltekn	TL: 334 1-4 ligger till. Eltekn: "det låter bra det. Då hamnar dom i normalläge igen". TL: Japp, då får vi ändra på det där också ja. Du skulle ha *ohörbart* med där också va? Eltekn: Ja precis dom öppnar jag där. TL: Då ska jag fixa till det... Eltekn: Kan du tända Kungsträdgården också, det blir nästa jobb.

Klockan 02:38 ringer eltekniker 1 till TLC för utförande av driftorder 162B vid LS 310. När TL samtalar med EDL om detta nämns först LS 334 av EDL. Kl. 02:42 ringer eltekniker 1 till TLC och anmäler att det är dags att "skriva ut sig" för Kungsträdgården och Rinkeby.

7.3.3 Tjänstgöringsscheman för elpersonalen

Enligt Svensk Banproduktions tjänstgöringslistor har inga andra arbeten förekommit i de berörda likriktarstationerna under tiden 25 april–16 maj 2005. De arbeten som finns angivna i planeringen är för natten mot 25 april där 6 olika objekt anges för eltekniker 2 och en annan person. Där ingår urkopplingen av Ls Rinkeby enligt driftorder A.

För natten efter 1 maj visar planeringsschemat att det var eltekniker 1 med en medhjälpare som var utlagd på inkopplingen enligt driftorder B, medan eltekniker 2 skulle vara ledig.

7.3 Personalens behörighet

SHK har övergripande undersökt berörd personals behörighet, hälsostatus och arbetstider m.m. och därvid inte funnit några väsentliga avvikelser.

8 TEKNISKA UNDERSÖKNINGAR AV FORDON

I detta avsnitt redovisas fakta om hur berörda tekniska system fungerade samt vid undersökningen framkomna skador och brister. Viss avgränsning har gjorts till de i händelsen direkt berörda delsystemen och komponenterna.

8.1 Funktion, allmänt

8.1.1 Utförda ombyggnader i berörda elektriska system

C14/15-flottan allmänt

Ursprungligen var enheterna AL1, AL2, AL4, I1, I2, R och Y1 isolerat upphängda i underredet. År 1992 inträffade en olycka, varvid en apparatlåda delvis lossnade. I samband med detta fattades beslut om att montera lådorna direkt mot vagnskorgen och införande av jordning av tidigare elektriskt isolerade lådor.

Beslutet fattades 1993 av SL Bansystem i samråd med Elsäkerhetsverket och ABB Traction. De resonemang som fördes inför ombyggnaden redovisas i avsnitt 8.5.4.

Vagn 1301

Inga ombyggnader eller revisioner, med undantag för ovanstående jordning av apparatlådor, har genomförts på berörda elsystem.

8.1.2 Registreringar

Centralenheten för felindikeringssystemet (FIS) som är placerad i skåp S6 i vagn 1, skadades så att det inte var möjligt att läsa av minnet där felindikeringarna sparas. Registreringar från andra fordon spar i tågsättet har inte visat några registreringar från tiden för branden som varit relevanta för händelseförloppet.

8.2 Underhållsstatus, tidigare fel och reparationer m.m.

Enligt FordonsDataSystemet (FDS) fanns vid denna tidpunkt inget eftersläpande underhåll avseende berörda system på vagn 1301. Alla åtgärder hade god marginal till övre gränsen för nästa genomförande. Data från FDS:

- Blåsning motorer, utfört 2004-11-10, intervall 1 år
- Översyn 2, utfört 2005-01-19, intervall 15000 km, utförd vid 14500 km
- Översyn 2, utfört 2005-04-01, intervall 15000km, 1301 hade gått 4300 km sedan denna översyn.
- Kontroll av utlösningnivå linjebrytare, utfört 2005-01-17, intervall 1 år

Eftersom vagnen blev kraftigt brandskadad har det inte varit möjligt att undersöka vagnens *faktiska* status avseende genomfört underhåll.

8.3 Brandteknisk skadeundersökning av vagn C14 1301

På uppdrag av SHK har SKL (Statens Kriminaltekniska Laboratorium) utfört omfattande undersökningar av yttre skador på C14 nr 1301. Avsikten med undersökningen var att dokumentera synliga skador och utifrån detta i möjlig mån avgöra olika skeenden i skadeförloppet, t.ex. huruvida en viss komponent eller vagnsdel varit spänningssatt när den skadades, och om möjligt fastställa brandorsaken. Skadeundersökningen kom att omfatta ett ingående arbete med att identifiera sönderbrända delar och komponenter i jämförelse med oskadade sådana.

Vidare har brandskadorna inuti vagnen dokumenterats och utvärderats med fokus på brandomfattning, rökutveckling och bildande av skadliga gaser, risk för övertändning m.m. Detta redovisas i separat rapport.

Sammanfattat är de kraftigaste brandskadorna koncentrerade till underredet. Den mest skadade apparatlådan är linjebrytarlådan AL1. Kraftkabelkanalen har smält sönder i två delar och rasat ned på rälsen. Diodenhet Y1.16 i traktionsströmriktaren Y1 uppvisar smältskador som är tämligen koncentrerade.

Undersökningen visar att branden med all sannolikhet har startat genom att ljusbågar uppstått i underredet. Brand har då utbrutit i kabelisolering under vagnen samtidigt som ljusbågar har svetsat hål i vagnens plåtunderrede. Därvid har plywood i vagnsgolvet, golvmattan, säten och väggmaterial antänts. Branden har dock haft en relativt begränsad spridning, t.ex. hängde dagstidningar kvar på handledare i vagnen. Exakt vad som orsakade branden eller vilken komponent som orsakade att ljusbågarna uppkom har inte kunnat fastställas genom SKL:s undersökning.



Fig. 9 Foto på locket från den skadade AL1.



Fig. 10 Foto på skadat golv och säte i vagnen.



Fig. 11 Foto på skador i vagnen.

8.3.1 Beskrivning av skadade elektriska komponenter

Eftersom förödelelsen är så omfattande är det mycket svårt att bedöma vad som är ett primärt eller ett sekundärt fel. Undersökta komponenter är sådana som har ansetts skadade och även kan ha varit inblandade i skadeförloppet. I princip har allt brännbart material mellan boggierna brunnit bort. Förutom det brännbara materialet har även en del metaller försvunnit, främst till följd av ljusbågar. En detaljerad redogörelse med bilder på skadade komponenter finns i separat rapport från SKL.

Illustrationerna i detta avsnitt visar oskadade komponenter.

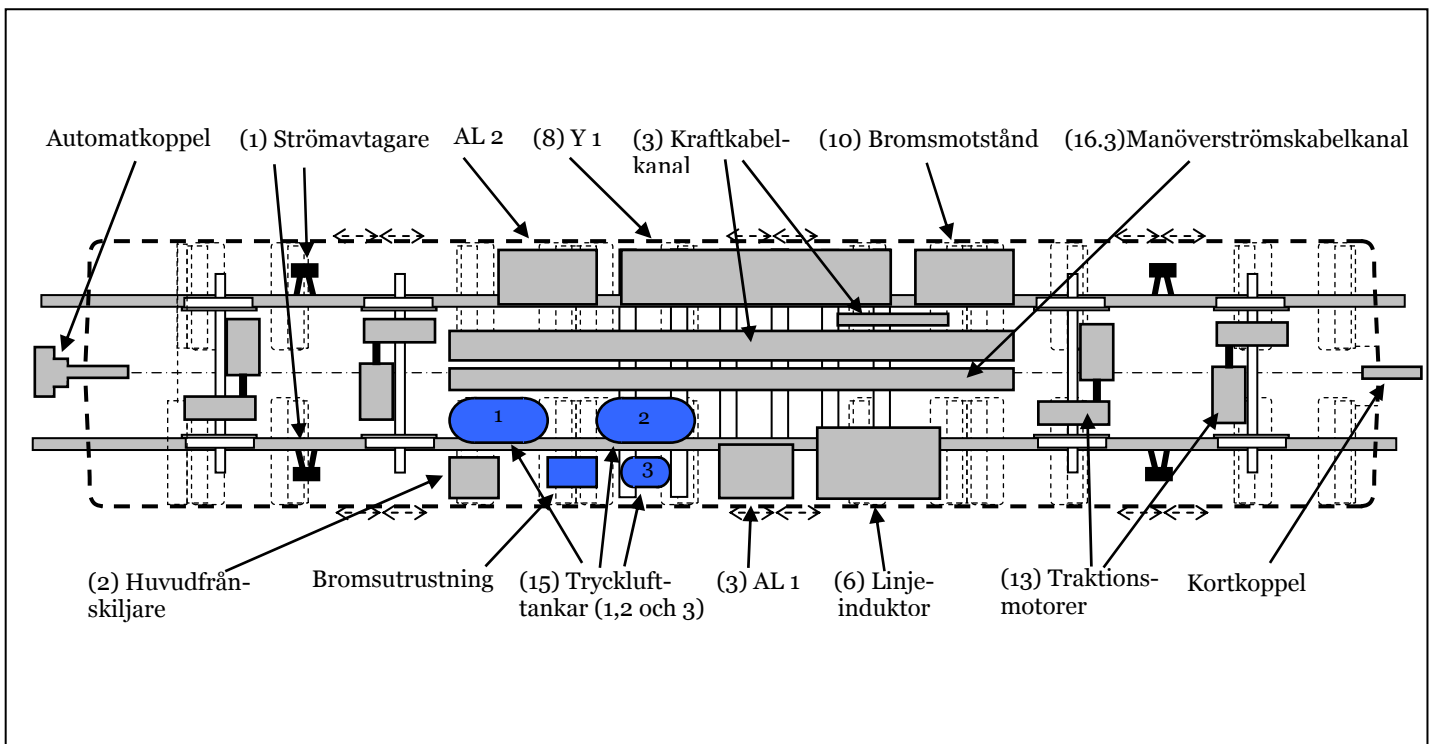


Fig. 12 Översikt över vagnsunderredet, siffrorna vid de olika komponenterna refererar till underrubrikerna i avsnitt 8.3.1-8.3.2 nedan.

1. Strömavtagare med kablar till huvudfränskiljarlåda

Inget anmärkningsvärt har noterats på strömavtagarskorna eller kablaget under boggieramverket. Kablaget ovan boggieramverket är brandskadat, isoleringen är helt bortbränd eller förkolnad. Inkommande kablar till huvudfränskiljarlådan har brännskador nära lådan.



Fig. 13 Strömavtagare med kraftkablar.

2. Huvudfränskiljarlåda (HF)

Låda

I huvudsak hel, uppvisar viss värme och brandskada.

Fränskiljare

Oskadad.

Smältsäkringar (för matning till värmekretsar och hjälpkraftomriktare)

Säkringar har dissekerats, det fanns begynnande skador men inget som indikerade att de har utsatts för höga strömmar.

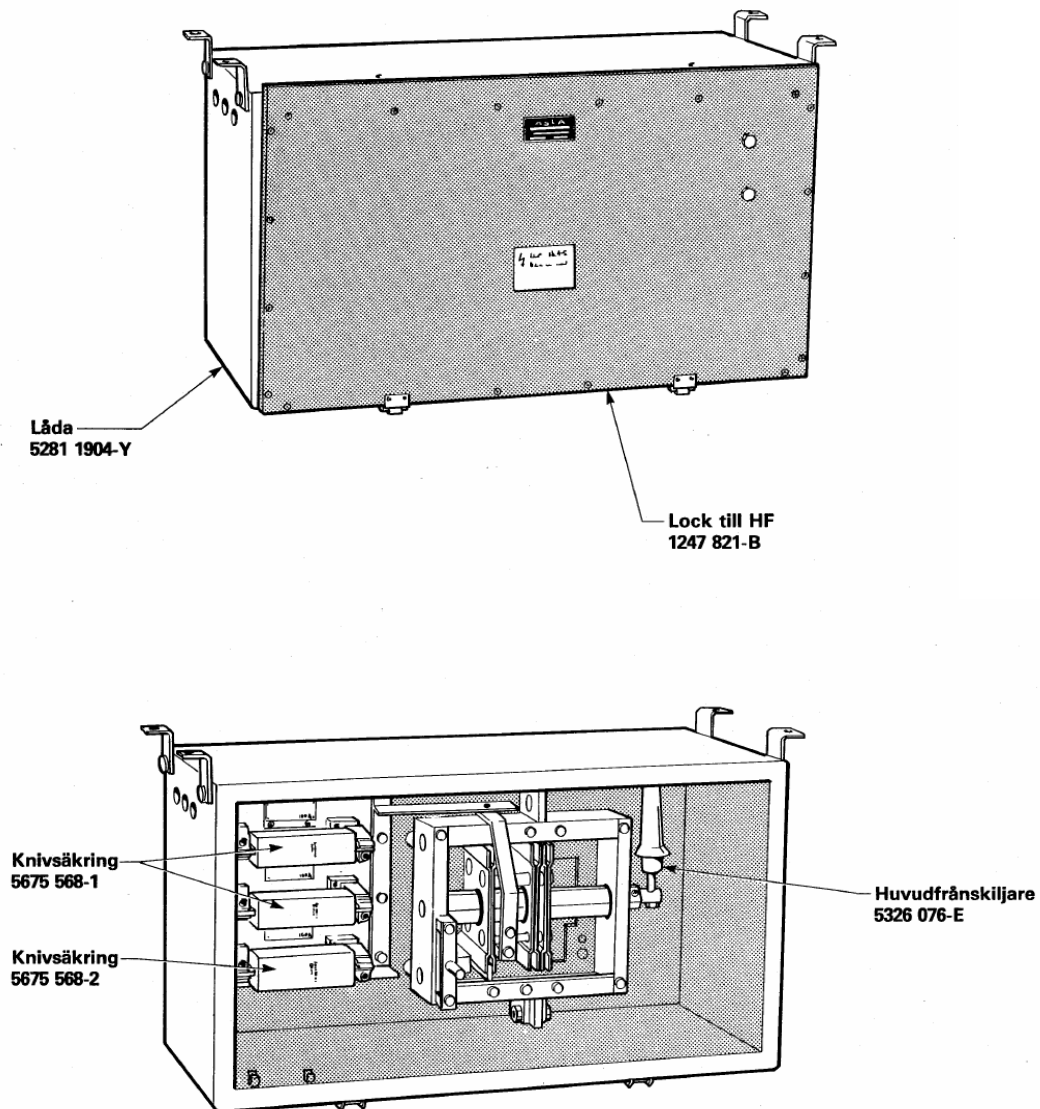


Fig. 14 Huvudfrånskiljarlåda med lock resp. locket borttaget

3. Kraftkabelkanal

Kabelkanalen som är tillverkad av stålplåt är avbränd ungefär mitt för placeringen av AL1. Undersökningen visar att den varit spänningssatt under brandförloppet. Kanalens fästen har på flera ställen bränt hål i intilliggande jordade detaljer. Kablarna vid AL1 är avbrunna och helt havererade. Vid HF är de utgående kablarna helt avbrunna.

Kanalens konstruktion är vid AL1 kraftigt brandskadad, även golvplåten ovanför har skador. På inspekterade (synliga) kablar i kanalen har all kabelisolering förstörts av värmepåverkan.



Fig. 15 Kabelkanaler i underredet.

4. Manöverkabelkanal

Manöverkabelkanalen, tillverkad i aluminium, är bortbränd vid AL1.

5. Linjebrytarlåda (AL1)

Låda

Lådan satt inte kvar i underredet. Det som återstod av lådan hade tippat utåt mot plattformen med locket ned mot marken, övriga rester återfanns under lådans normala placering. Av lådans yttre del, som vette mot vagnens sida, återstod ramen vid yttre locket. Av mittpartiet och den del som vette som vagnens mitt återstod endast fragment och smältor.

Lådans *inre lock* (mot vagnsmitt) är helt sönderbränt. Endast fragment, nedre hörnen och låsmekanismen har återfunnits.

Lådans *yttre lock (mot vagnssidan)* påträffades liggande med sin utsida nedåt, isolerskivan hade tappat sin form och ytstruktur men fanns på plats. Uppladdningsmotståndet låg i locket och det finns också smältor. På locket finns ett stort (ca 30x30 cm) fyrkantigt hål mitt framför uppladdningsmotståndens placering. Kanterna på hålet är mjukt kragade utåt som efter en explosion eller övertryck. Det är dock mindre sannolikt att sådant har inträffat men det exemplifierar hålets utseende.

Isolerskivan fästs i locket med 4 st stålskruvar som är utvändigt isolerade. Skivan sitter framför linjekondensatorkontaktorn och ska förhindra överslag till luckan. 3 av fästskruvarna sitter på plats, 1 är skadad genom överslag och de andra är oskadade. Den skruv som saknas är sannolikt bortbränd och det finns brännskador i luckans lock vid skenan.

Det noterades att det vid den skadade anslutningen fanns två brännskador ca 2-3 cm från varandra. Det indikerar att det tidigare varit ett överslag varefter skivan har flyttats eller bytts ut.



Fig. 16 Linjebrytarlåda AL1 sedd från vagnsmitt.

Linjekondensatorkontakter (LKK)

Kontaktorn återfanns i stort sett hel, men har omfattande yttre brandskador. Bottenplattan är avbränd ungefär på mitten. Vid försök att lyfta kontaktorn så föll den isär i bitar.

Ljusbågsskärmen hade totalhavererat, sannolikt till följd av yttre brandpåverkan. Släckplåtarna monterade i skärmen har återfunnits, 2 av 6 släckplåtar har kraftiga brännskador.

Ljusbågshornet är avbränt alternativt bortbränt i den övre delen av V-formationen, totalt saknas ca 3,5 cm.



Fig. 17 AL1 sedd från vagnssidan med luckan borttagen. Linjekondensatorkontakter till vänster och uppladdningsmotstånd till höger.

Uppladdningsmotstånd (Ru) med ram

Uppladdningsmotståndens ytskikt är kraftigt förstörda genom "ljusbågssprut" och motståndstrådar har på flera ställen bränts av, men trots detta måste de anses relativt välbehållna och oskadade.

Ramens vänstra/lodräta del är kraftigt avbränd i nästintill hela sin längd. Den anslutningskabel som är förlagd längs med ramen var bortbränd och inga rester påträffades.

Linjebrytare

Linjebrytaren är mer eller mindre helt uppbränd och det återstår endast fragment och skadade detaljer. Även om linjebrytaren är skadad i sin helhet är de kraftigaste skadorna koncentrerade till området där den böjliga ledaren fästs på den rörliga kontaktarmen.

Inkommande kraftkablar inklusive infästning. Kablarna är brännskadade, kabelskorna mot anslutningsskenor saknas och har inte återfunnits. Kablarnas isolering är avbränd och kopparledarna uppvisar brännskador från ”ljusbågs-sprut” och annan brandpåverkan. Nedre anslutningsskenan är delvis återfunnen. Resterande del med kabelskor är bortbrända inkl. övre anslutningsskenan.

Upphängningsanordning med isolatorer. Kraftiga brännskador fanns på spänningsförande detaljer i infästningen både upp till och ned till.

Utlösningsspole inklusive järnkärna, utgörs av en bockad kopparskena, vid överström attraherar spolen magnetiskt mekanik så att linjebrytaren slås ifrån. Endast 2 mindre bitar av spolen har återfunnits, ca 1/8 varv. Järnkärnan var kraftigt bränd.

Blåspole. Utgörs av en kopparskena bockad i tre varv, vid brytning alstrar spolen ett magnetfält som trycker ljusbågen ut i gnistsläckaren. Detaljen är i stort sett oskadad med en mindre brännskada på ett ställe. Hårdlödningen mot övre anslutningsstycket respektive utlösningsspolen har släppt.

Fast och rörligt kontaktstycke. Dessa är i princip oskadade med undantag för att ena tungan till stor del är bortbränd på varje kontaktstycke. På både det undre och övre kontaktstycket så är det den inre tungan, närmast vagnsmitt, som är avbränd.

Ljusbågshorn. Den övre delen av ljusbågshornet monterad mot fasta kontaktstycket är avsmält i böjen invid kontaktstycket (där ljusbågshornet ”går in” mellan kontaktstyckets båda tungor). Undre delen av ljusbågshornet är avsmält ca 7 cm ovanför dess nedre fäste.

Gnistskärm. Av gnistskärmen, som består av isolermaterial och metallskivor, har endast merparten av släckplåtarna återfunnits. Plåtarna är i stort sett oskadade men uppvisar brännmärken och viss droppning längs med plåtens inre ände (vid det V-formade gapet närmast linjebrytarens kontakter).

Rörliga kontaktanordningen inkl skruvförband och böjlig ledare. Rörliga kontaktanordningen är uppbyggd med två avlånga isolerskivor som bas. I den ena änden är rörliga kontaktstycket med fästen och fjädrar monterat, i den andra änden, elektriskt isolerat, är dess ankare för tillslagsspole monterat. Kontaktarmen är lagrad ungefär på mitten för att medge rörelse vid linjebrytarens till- och frånslag.

Kontaktanordningen är avbränd vid dess mekaniska lagring. Den elektriska änden är brandskadad rent allmänt. Den böjliga ledaren är bortbränd precis utanför dess skruvförband mot rörliga kontaktstyckets kopparskena. Även området kring denna punkt (isolermaterial i rörliga kontaktanordningen samt metalldelar på manöverspolens baksida) är brända såsom efter ljusbågar.

Den böjliga ledaren som är monterad mellan rörliga kontaktarmen och den undre (utgående) anslutningen har återfunnits. Ledaren är förutom sprut relativt oskadad i änden mot utgående anslutning. Med utgångspunkt av änden mot den utgående anslutningen så smalnar ledaren successivt av och är helt avbränd invid rörliga kontaktarmen.

Kontaktanordningens mekaniska ände återfanns såsom om linjebrytaren varit i frånläge då den havererat. Dock noterades att fjädern för det rörliga kontaktstycket till synes är i hoptryckt läge som om linjebrytaren varit till.

Övergångsresistansen mellan böjliga ledaren och fasta (nedre) anslutningen har undersökts och funnits vara ca 10 ggr högre än normalt.

Tillslagsspole. Spolen är bränd och lindningen har släppt på ovansidan. Merparten av spolens isolerhölje finns kvar, endast isolationen allra längst upp saknas helt. Bedöms brännskadad av yttre omständigheter.

Återställningsspole med mekanisk förregling. Är i huvudsak intakt, men påverkad av yttre brand. Spolen är mindre påverkad/skadad än tillslagsspolen. Ankaret ligger till synes an mot kärnan vilket tyder på att linjebrytaren inte har löst ut för överström.

Hjälpkontakter är förstörda och inte närmare undersökta.

Sidostycken. Linjebrytaren som helhet är uppbyggd av två parallella isolerskivor (sidostycken). Sidostyckena utgör linjebrytarens stomme och mellan dessa är samtliga ingående komponenter monterade.

Komponenterna är fastskruvade från utsidan och sidostyckena täcks således av en mängd skruvskallar, många av dessa är normalt spänningssatta genom att de fäster upp spänningsförande delar. Av sidostyckena har i princip inget återfunnits, däremot har många skruvskallar identifierats.

Skruvskallarna är brandskadade men med bibehållen form på linjebrytarens utsida (mot vagnssidan). På linjebrytarens insida (mot vagnsmitt) är skruvskallarna avsmälta till omkring 50 %.



Fig. 18 Linjebrytaren i AL1, sedd från vagnsmitt med lucka borttagen.

6. Linjeinduktor (II)

Induktorn har spår av skador av yttre brand. Resistansmätning och induktansmätning är utförd utan anmärkning. SHK har låtit undersöka induktorn. Resultatet av undersökningen visar att lindningarna är oskadade, det finns inte heller några tecken på att en hög ström gått genom induktorn.

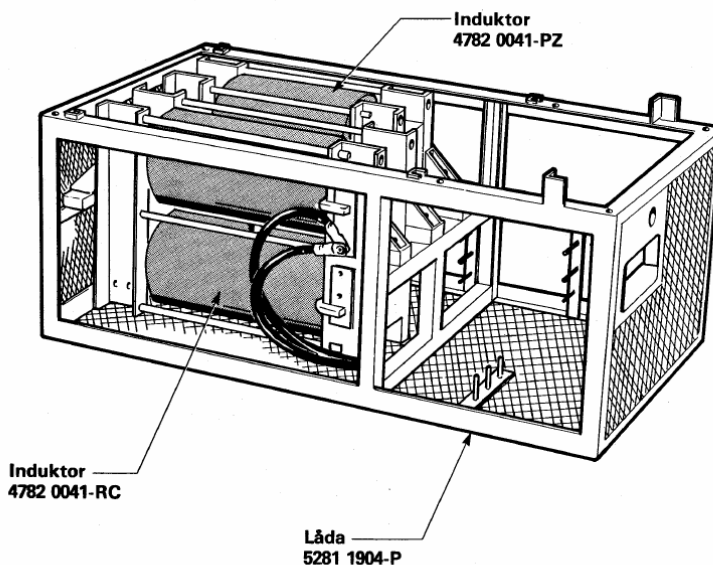


Fig. 19 Induktorkåda I1, innehåller linjeinduktor och fasinduktor för vagn 1.

7. Kablar mellan linjeinduktor och Y1

Är allmänt brännskadade synbarligen till följd av yttre brand. I övrigt inget anmärkningsvärt iakttaget. Dessa kablar går inte genom kraftkabelkanalen.

8. Traktionsströmriktare Y1

Låda/hölje

Utsidan av lådan mot vagnsmitt har delvis smält bort pga. värmeutvecklingen vid branden. Främre delen av lådan (vagnens A-ände = fram, tillika främst i färdriktningen) har smältskador som överensstämmer med storleken på den skyddsplåt som frigångsdioden (Y1.16.1) är fäst vid.

Motsvarande skador återfinns inuti lådan. Dessa smältskador finns till stor del i lådans ramverk av stål. I botten av lådan omedelbart framför frigångsdioden finns ett ca 5-10 cm stort smälthål i lådans aluminiumbotten samt ett mindre hål i lådans ramverk (rakt under frigångsdioden). Hålet i botten ser ut att till viss del ha uppkommit genom smältning, ej genom ljusbågsöverslag. Hålen i stålramen ser ut att ha uppkommit till följd av ljusbågsöverslag.

Frigångsdiod (Y1.16.1) med skyddskrets ("skyddsdiod"). Frigångsdioden har inte återfunnits. Dioden antages förintad till följd av kortslutning. Av tillhörande skyddskrets (kondensator med seriemotstånd) har endast kondensatorn påträffats. Denna var bränd genom yttre påverkan men klyvning visade att den var oskadad inuti.



Fig. 20 Frigångsdiod Y1.16.1 med skyddskrets.

Kopparskenor. Kopparskenan som leder till skyddsdiodes (Y1.16.1) övre anslutning (+) är kraftigt avsmält. Ca 10 cm av skenan är inte påträffad och antages avbränd eller bortbränd. Skenan är avbränd/bortbränd till i höjd med insticksenheternas framsida inuti Y1. Skenans isolatorer har skadats och skenan har böjts nedåt mot den undre skenan (-). Den undre skenan är bortbränd ca 5 cm.

Modulsäkringar och modulkontakter. Modulsäkringarna är hela. Kontakterna ser visuellt OK ut och de har inte bränt fast.

Kondensatorpaket. Kondensatorpaketen är skadade av värmepåverkan men uppvisar inga tecken på explosion eller egna primärskador.

Övriga brandskador. Inget speciellt är noterat.

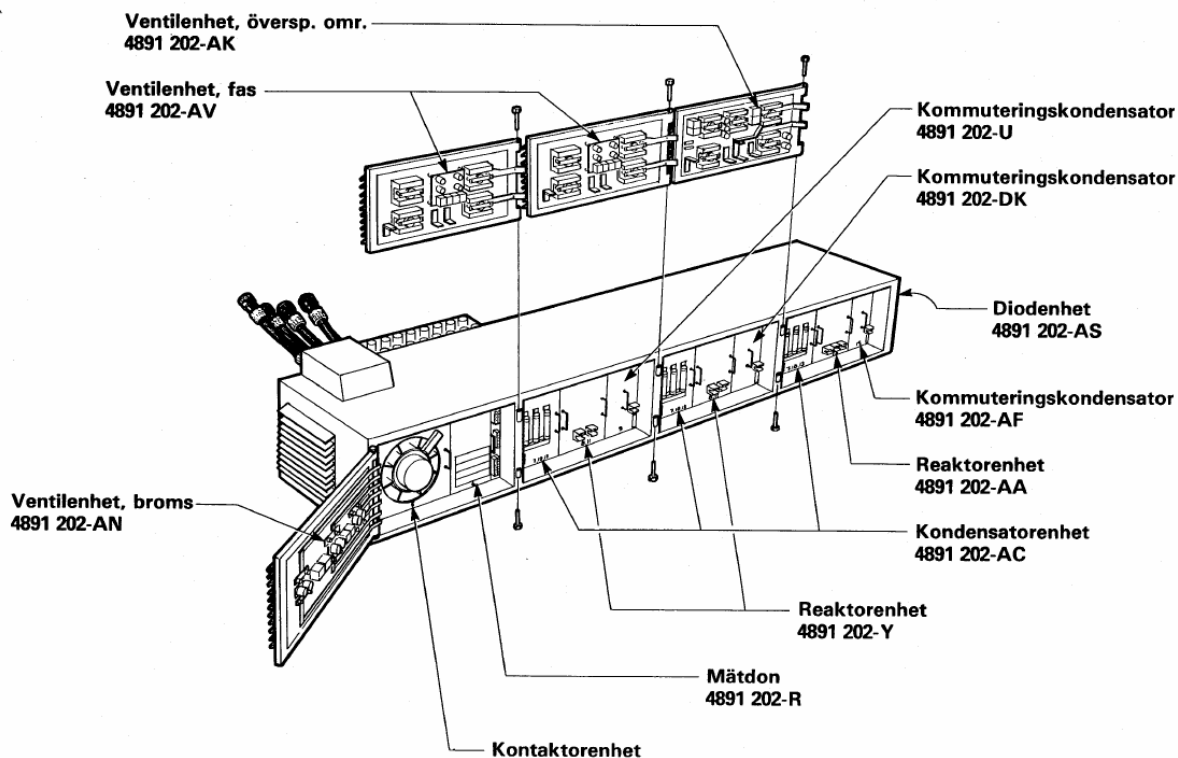


Fig. 21 Traktionsströmriktare Y1.

9. Separat kanal mellan Y1 och Motståndsenheten

Kabelisoleringen är förstörd till följd av värmepåverkan. Även kabelkanalen är skadad av värmepåverkan, den har också några brända hål till följd av att kanalen spänningssatts och dess fästen bränt hål i intilliggande jordade detaljer. I övrigt är inget speciellt noterat.

10. Motståndsenheten (Bromsmotstånd)

Motstånden har inga synliga skador förutom viss värme och brandpåverkan. Motståndet är kontrollmätt utan anmärkning avseende isolation och resistans.

11. Kablar från Y1 till jord (driftjord)

Består av två parallellkopplade kablar. Kablarnas isolering är bortbränd men i övrigt är kablarna hela.

12. Traktionsmotorer

Motorerna är okulärt besiktigade för att se om smuts fanns i motorerna. Ingen smuts kunde noteras. Vidare har isolationsmätningar utförts utan anmärkning.

13. Återledningsdon

Återledningsdonen har öppnats för kontroll, inget anmärkningsvärt har noterats.

8.3.2 Beskrivning av skador på tryckluftssystemet

Hjälpluftbehållaren. Behållaren har ett uppbränt hål på ca 10 cm diameter. Hålet är lokaliserat där kablarna från huvudfrånskiljarlådan mot AL1 är dragna upp mot underredet. Kablarna är förlagda nära behållaren och kan även ligga emot.

Kompressorledning. Rörledningen är ansluten till vagnens huvudbehållare. Rörledningen är avbränd mitt framför utblåshålet för linjebrytaren i AL1 och det finns ett hål ovanför AL1. Hålet ovanför AL1 är uppfläkt såsom om det exploderat

av eget lufttryck till följd av att rörledningen avsevärt försvagats av kraftig värmepåverkan.

Bromscylinderledning. Rörledningen från bromscylinderledningen till avstängningsventilen för bromscylindrar är avbränd. Manövrering av avstängningsventilen görs inifrån vagnen då vredet är placerat under ett säte. Rörledningen är dragen vid hjälpluftbehållaren och är avbränd ovanför hålet i densamma.

Rörledningar ovanför AL1. Ett flertal rörledningar är förlagda rakt ovanför den plats där AL1 lådan är monterad. Samtliga rör är krökta. Ett av rören är uppfläkt som om det exploderat av eget lufttryck till följd av att röret avsevärt försvagats av kraftig värmepåverkan (se kompressorledning). Strax bredvid AL1 är samtliga rör avbrända.

Luftslangar. Samtliga slangar som förbinder rörledningar och manöveraggregat är bortbrända, ingenting återstår.

8.3.3 *Beskrivning av skador på korgen*

Hål i golvet vid HF. Det finns genombränningar av ljusbåge ovanför inkommande kablar vid huvudfrånskiljarlådan, diameter ca 20-25 cm. Avstängningsventilen för bromscylindrarna manövreras via en förlängningsarm som är dragen genom golvet till ett handtag ("gula handtaget") placerat under ett säte.

Hål i golvet vid AL1. Ett stort hål på ca 0,5-1 m² och två mindre är uppbränt ungefär i området vid placeringen av AL1.

8.4 **Teknisk undersökning av vissa delsystem/komponenter**

8.4.1 *Linjeinduktor vagn 1301*

SHK har låtit undersöka linjeinduktern hos ABB Corporate Research i Västerås.

De elektriska kontaktförbanden har resistansmätts och undersökts. Induktern har provats och dess induktans uppmätts. Ett lager av lindningen har lindats av och den underliggande isolationen har undersökts avseende tecken på onormal uppvärmning.

Undersökningen visade att induktern var hel och helt opåverkad i elektrisk mening. Lindningarna har inte utsatts för en onormal uppvärmning till följd av en hög ström. De skador som observerades fanns enbart på ytan och då endast av kosmetisk art.

8.4.2 *Linjebrytare vagn 1301*

SHK har låtit undersöka linjebrytaren hos ABB Corporate Research i Västerås.

Endast en liten del av linjebrytarens fasta kontaktsystem fanns kvar, resten har smältt eller förångats av ljusbågar. På grund av de kraftiga skadorna begränsas undersökningarna till skruvförbandet som ansluter den böjliga ledaren till den rörliga kontaktarmen. Övergångsresistansen i förbandet har mätts upp och kontaktytan har sedan analyserats i mikroskop.

Övergångsresistansen mättes upp till 136 $\mu\Omega$. Detta är ett värde ca 10 gånger större än det normala. Resultatet av materialanalysen av kontaktytorna tyder på att det funnits en spalt i vilken partiklar och gas har trängt in under och efter haveriet. Kontaktytorna visar inga tecken på lokal nedsmältning i ytan, det hade varit att förvänta om strömmen sökt parallella vägar till följd av otillräcklig kontakt.

En förklaring till den höga övergångsresistansen kan vara att förbandet inte har kvar tillräcklig mekanisk spänning. Det finns enbart en planbricka i förbandet och det är inte fjädrande. Anslutningen i koppar är så tjock att materialet kan ha flutit med tappat kontaktryck som följd.

8.4.3 Linjekondensatorkontakтор vagn 1351 och referenskontakтор

SHK har efter överslaget i C14 1351 den 19 oktober 2005 låtit undersöka vagnens linjekondensatorkontakтор inklusive monteringsplatta. Som referensobjekt undersöktes samtidigt en kontakтор från en annan C14/15- vagn. Bodycote Materials Testing AB i Linköping har undersökt kontakторerna med avseende på mekaniska skador. Saab Aerotech AB har funktionsprovat båda kontakторerna och gjort en jämförelse mot datablad, de har även utfört dragprov på kabelanslutningar på monteringsplattan.

Undersökning gjord av Bodycote Material Testing AB

En jämförande undersökning av skador och mekaniska mått gjordes mellan kontakторn från vagn 1351 och referensobjektet. Undersökningen omfattade även en skadeundersökning av monteringsplattan från vagn 1351.

Upptäckta skador på kontakтор från 1351:

- Kontaktstycke: Gap = 11,5 mm (ny kontakt = 8,5mm)
- Ljusbågshorn: smältskador som förkortat längden med ca 4mm
- Ljusbågskammare: sotig invändigt men annars utan anmärkning
- Tryckfjäder: "fri längd" = 9,8 mm
- Justerskruv, fläta: smält material på skruvskallen
- Bronshorn: mönster på ytan som efter det att ljusbågar vandrat på hornet
- Oval ändbricka, + sida: Överslag och smält material vid nit
- Sidoskydd ljusbågskammare: Överslag vid nitar
- Ankare (den platta som dras mot elektromagneten): Överslag från skruv mot vinkelplatta
- Monteringsplatta: Elektriska överslag vid de båda övre infästningspunkterna för plattan samt vid den övre gänginsatsen för fastsättning av kontakторn. Beläggning på den övre delen av plattan kommer sannolikt från förångat material vid nedsmältning av ljusbågshornet.

Upptäckta skador på referenskontakтор:

- Kontaktstycke: Gap = 9,5 mm
- Tryckfjäder: "fri längd" = 12,7 mm
- Justerskruv, fläta: Kraftiga smältor på skruvskallen
- Bronshorn: mönster på ytan som efter det att ljusbågar vandrat på hornet.

Noterade avvikelser vid jämförelse mellan kontakторerna:

- Ljusbågshornets utformning skiljer mellan kontakторerna
- Tryckfjäders "fria längd"
- Längd på gap mellan kontaktstycke.

Undersökning gjord av SAAB Aerotech AB

Kontakторerna från vagn 1351 och en referenskontakтор har undersökts och mätts upp avseende elektrisk och mekanisk status. Genom dragprov så har pressningen av kabelskor för ledningar på monteringsplattan undersökts.

Undersökningarna visade sammantaget att specificerade data för kontakторn från vagn 1351 uppfylldes. Den största skillnaden mellan kontakторerna var uppmätta värden för spänningsfall. Höga värden för spänningsfall uppmättes över kopparflätan på individ från 1351 och över kontaktbleckens anslutning på referensindivid. Kontroll av mekanisk status avseende kontaktpressning visade att ett flertal anslutningar var undermåliga, både på kablar till kontakторn och på

kablar mellan komponenter på monteringsplattan. Ett flertal kontaktpressningar var felaktigt utförda och vid dragprov var endast 2 av 6 godkända.

8.4.4 *Tyristorer och dioder*

ABB Corporate Research har på uppdrag av SHK undersökt ett antal havererade krafthalvledare från C14/C15 vagnar. Syftet med undersökningen var att fastställa om komponenterna hade havererat till följd av hög spänning eller ström.

En av de undersökta komponenterna var en havererad frigångsdiod motsvarande den förintade dioden på vagn 1301. Den uppvisade tecken på att den havererat till följd av en hög ström.

Någon fördjupad undersökning har inte utförts av dessa komponenter.

8.4.5 *Övriga undersökningar*

Traktionsmotorer vagn 1300-1301 undersökta och isolationsprovade utan anmärkning.

Bromsmotstånd vagn 1301 statuskontrollerat utan anmärkning.

Mätning och kontroll av komponenter i elektriskt drivsystem vagn 1301.

Följande skador noterades:

- AL.2.2.1 fartkontaktor sönderbränd
- AL.2.3 och AL.2.4 fältströmriktare sönderbrända
- AL.2.5.1 och AL.2.5.2 motordioder kortslutna
- Y1.1, Tyristor T4 och T6 leder i framriktning
- Y.1.3 Tyristor T1 och T3 leder i båda riktningar
- Y.1.3 Diod D4, ej mätbar pga. överslag till jord utvändigt
- Y.1.4 Dioder ej mätbara pga. brand
- T.1.4 Tyristor T1 och T4 leder i båda riktningar
- Y.1.4 Diod D5 leder i båda riktningar.

Linjekondensatorer, installation och applikation

Vid en jämförelse med anvisningarna från tillverkaren Kiepe och den faktiska installationen i AL1 så framgår det att isolationsavståndet, från flera olika detaljer, är otillräckligt. Vidare kan användandet av kontaktorn i denna applikation ifrågasättas. I ASEA:s datablad för kontaktorn anges att den termiska märkströmmen för kontaktorn är 200A. Detta ska jämföras med uppgifter från Kiepe, vid 750DC och en induktiv last klarar kontaktorn att kontinuerligt bryta 90A och maximalt 140A. Maximalt förekommande brytström i C14/C15 är ca 185 A (induktiv ström).

Systematiskt förekommande fel och brister i elektriskt drivsystem C14/C15

I Tågias utredningsrapport för branden finns en sammanställning av systematiskt förekommande fel och brister. Av de uppräknade felen och bristerna är det speciellt intressant för denna utredning att ett större antal AL1-lådor, ca 30 %, har överslagsskador i området kring linjekondensatorer. Nedan finns ett urval av de händelser som kan anses mer eller mindre intressanta för denna utredning:

- Ett större antal AL1-lådor, ca 30 %, har överslagsskador i området kring linjekondensatorer.
- Vagnarna löser mycket ofta ut, dvs. linjebrytaren löser ut p.g.a. överström eller fränkopplas p.g.a. annat fel. Det innebär att vagnarna rullar med i tåget utan att driva. Å-knappen används därför frekvent för att återinkoppla linjebrytaren. Det är allmänt känt att vagnen har dessa problem och det är allmänt vedertaget att Å-knappen ofta trycks in.

- Vagntypen har ett mycket högt driftstörningsflöde med i första hand tre olika orsaker. Överhettade bromsmotstånd, fel i överspänningsomriktare och styrpulsfel 75Hz.
- Överström i linjebrytare vid passage av strömgap är troligt systematiskt förekommande.
- Överspänningsomriktaren aktiveras mycket ofta vid passage av strömgap.
- Onödigt långa skruvar förekommer ibland i skruvförbandet för kraftkab-larnas anslutning till linjebrytarna.
- Motorfälten magnetiseras ibland trots utlöst linjebrytare vilket kan ge generatorverkan.

8.4.6 Skador på övriga vagnar i tåget

En okulär skadeundersökning genomfördes på de övriga vagnarna i tåget. Undersökningen omfattade kontroll av multipelkablarna samt en generell kontroll av den elektriska utrustningen i drivsystemet. För multipelkablarna noterades betydliga skador på vagn V6 och begränsade skador på vagn V5.

V6 – 1398

Isoleringen på multipelledning B+ mellan kopplet och kopplingslådan är bortbränd och det pålödda stiftet är blåanlöp. Materialet för ingjutning av stiftet i koppelhuvudet har smält kring stift B+. Vissa brandskador är synliga i kopplingslåda KL6 men endast i anslutning till kabel B+. I övrigt inga skador noterade på multipelkablarna.

V5 – 1399

B+ visar tecken på att ha gått varm och det finns en mindre smältskada runt stiftet i koppelhuvudet. I övrigt inga skador noterade på multipelkablarna. Lås saknades för gnistskärmen till linjebrytaren och det fanns en mindre skada på en isolator för bromsmotstånd.

V4 – 1277

Isolerskydd saknas på muttrar för isolerskiva i AL1. Överslagsmärke i AL2 under fartkontakter.

V3 - 1276

Kopparpulver på komponenter i AL4.

V2 – 1369

Isolerskydd saknas på muttrar för isolerskiva i AL1. Smältskada efter överslag i monteringskena rakt ovanför linjebrytare i AL1 (gammal skada).

V1 – 1368

Inga skador noterade.

8.4.7 Undersökningar utförda av Tågia

Uppladdningsprov mot kortslutning

Tågia har utfört uppladdningsprov mot kortsluten linjekondensator och SHK har tagit del av resultatet. Syftet med proven var att undersöka hur linjekondensator-kontaktorn klarar upprepade strömbrytningar vid uppladdningsförsök mot kortslutning.

Prov utförda med en ordinarie (normalt monterad, oisolerad) C14 AL1-låda gav vid det femte uppladdningsförsöket kortslutning mellan inkommande 700V och jord. Kortslutningen bröts av att banmatningens skydd löste ut. Skadorna efter överslaget liknades med skador observerade på andra fordon i flottan. Provet utfördes två gånger med olika linjekondensatorskontakter, vid båda tillfällena blev det överslag vid 5:e försöket.

Prov utförda på en *elektriskt isolerad* AL1-låda gav ingen tendens till överslag efter 10 bortkopplingar i följd. Spänningen i höljet på AL1 mättes under provet, vid ett tillfälle registrerades en potential på 100-200V.

Prov utförda med en ordinarie C14 AL1-låda men med borttagen frontlucka gav ingen tendens till överslag efter 6 bortkopplingar i följd.

Vid proven uppmättes en ström på ca 140A genom linjekondensatorskontaktorn. Under proven användes en inkopplingsfrekvens på 90 sekunder för att simulera stationsavståndet.

Undersökning av linjebrytare

Tågria har i samband med underhåll och reparationer uppmärksamats på att det förekommit färgskiftningar i området kring anslutningen av böjliga ledaren till rörliga delen av kontaktarmen. Till följd av dessa iakttagelser har Tågria undersökt 4 st kontaktorer, SHK har tagit del av resultatet.

Samtliga undersökta kontaktförband mellan böjliga ledaren och kontaktarmen uppvisar värmepåverkan då kopparen skiftar i rött, grönt och gult.

Böjliga ledarens kontaktförband mot den fasta anslutningen uppvisar ingen värmepåverkan.

Vidare är de isolerande skivorna missfärgade (mörka, nästintill svarta mot normalt gröna) i området vid rörliga kontaktstycket.

Följdskada vagn 1398

Dagen efter branden i Rinkeby uppstod vid rangering av vagnarna V1-V6 en mindre brand i vagn 1398. En teknisk utredning genomfördes med slutsatsen att branden uppstått till följd av de befintliga skadorna i multipelkablagen.

8.5 Ytterligare undersökningar

8.5.1 Tillförlitlighetsbedömning av kretsar

SHK har av ABB Corporate Research beställt ett allmänt utlåtande om behovet av skydd för enstaka utsatta komponenter med stor påverkan på tillförlitligheten.

Specifikt har oskyddade komponenter i mellanledet identifierats. De sitter så placerade att det vid haveri och genomtändning skapar en kortslutning som med fullt bidrag matas av både energi från linjen och av lagrad energi från vagnen. Fel i dessa komponenter kan i större grad initiera fel som utvecklas till att sätta de övriga skydden ur spel.

För att minska den förväntade felfrekvensen kan man för dessa utsatta komponenter överdimensionera. Komponenter kan bytas ut mot en med samma funktion men med större marginal mellan märkdata och verklig påkänning. Det ska dock beaktas att varje ändrad komponent innebär en ny riskfaktor.

8.5.2 Simuleringsmodell för felfall i C14

SHK har låtit ABB Corporate Research utveckla en dynamisk simuleringsmodell för det elektriska drivsystemet i C14. Modellen togs fram för att möjliggöra studier av olika felfall och dess konsekvenser och beskrivs i bilaga 2.

En viktig insikt från de simuleringar som utförts är att det, med vagnarnas motorer som energikälla, kan uppstå både korta kraftiga kortslutningsförlopp och varaktiga sådana med lägre kortslutningsström.

8.5.3 Brandutveckling/brandförlopp och rökspridning

SP – Sverige Tekniska Forskningsinstitut har fått i uppdrag att göra en undersökning för att utifrån tillgängliga upplysningar beskriva hur röken från branden spreds inom stationen och via en matematisk modell göra en uppskattning av vilken effekt branden utvecklade. Provet har gjorts på inredningsmaterial från den skadade vagnen för att undersöka materialets brandegenskaper.

SP:s rapport utgör en fristående bilaga till SHK:s utredningsrapport. Här redovisas endast vissa för analysen väsentliga uppgifter.

Försök i konkalorimeter

Tre olika material provades; plastlaminatskiva från innervägg, golvmatta och sätestyg med stoppning (sätetsdyna). Provet skedde enligt standarden ISO 5660-1, där en provkropp om 100x100 mm utsattes för en strålning av 50 kW/m². Resultatet av försöken framgår av tabell 3.

Tabell 3: Resultat från materialprovning.

Material	Tid till antändning	Medelvärmeutveckling	Högst värmeutveckling	Tid till högsta värmeutveckling uppnås.	Total energi per ytenhet	Medelenergiinnehåll	Medelrökproduktion
	(s)	(kW/m ²)	(kW/m ²)	(s)	MJ/m ²	MJ/kg	m ² /kg
Plastlaminatskiva	205	41	130	236	25	23,5	65
Golvmatta	188	96	226	202	58	12,0	262
Sätetsdyna	11	69	275	28	16	12,5	175

Försöken visade att vägg- och golvmaterialet inte var speciellt lättantändliga, med över 3 min tid till antändning. Sätet däremot antändes relativt snabbt (11 s). Av de provade materialen utvecklade golvmattan mest rök.

Försök i värmeskåp

Plast från takarmaturer provades i värmeskåp för att undersöka vid vilken temperatur plasten börjar mjukna och när de lakritsliknande strimlor, som uppkom i vagnens tak, uppstår. Vid försöken började plasten att deformeras vid 105 °C och en kraftig deformation kom att ske vid 180 °C. Deformationen varierade beroende på om plasten var horisontellt eller vertikalt upphängd vid försöket.

Uppskattning av brandeffekten

Baserat på en uppskattning av den totala brandarean i och under vagnen har en teoretiskt möjlig högsta brandeffekt räknats fram.

Tabell 4: Uppskattning av brandeffekt.

Placering	Material	Total brandarea	Brandeffekt per ytenhet	Högsta teoretiskt möjliga brandeffekt	Utvecklad energi
		m ²	kW/m ²	MW	GJ
Inne i vagnen	Plastlaminat	0,6	130	0,08	0,02
	Plywoodskiva under golvmatta, glödbrand	4,6	--	--	0,53
	Dito, flammor	1,5	134	0,20	0,18
	Golvmatta	1,5	226	0,34	0,09
	Säte	0,6	275	0,17	0,01
	TOTALT	46,2	--	0,8	0,8
Under vagnen	Kablar	21-26	100-150*	2,1-3,9	2,2-2,9
	Tryckslangar	0,3	--	--	0,05
	Trä	0,0009	--	--	0,02
	Plast	--	--	--	0,04
	TOTALT	--	--	Ca 2-4	Ca 2-3

8.5.4 Ombyggnad av apparatlådor

Apparatlådorna för traktionsutrustningen var ursprungligen upphängda i isolatorer och därmed elektriskt isolerade från vagnskorgen. Syftet var att skapa en dubbelisolering mellan vagnskorgen och den spänningssatta kretsen.

Beslutet att montera lådorna utan isolatorer samt att förbinda lådorna och korg med jordfläta fattades av SL i samråd med Elsäkerhetsverket. SL hade innan beslutet samrått med ABB Traction. SHK har tagit del av protokoll från detta.

Av mötesprotokoll mellan SL och ABB Traction framgår följande:

- Isolatorerna har vid ett tillfälle skadats vid en krock vilket senare ledde till att lådan lossnade från underredet.
- Det isolerade montaget är ej acceptabelt om Starkströmsföreskrifterna strikt skall tillämpas. Lådorna kan betraktas som utsatta delar och skall enligt Starkströmsföreskrifterna vara jordade. Alternativt att det skall finnas en övervakning som bryter spänningen.
- Konstruktionen med dubbelisolering bygger på en konstruktion från Westinghouse där det finns ett stort antal kontaktorer som ofta bryter ström. I samband med brytningen uppstår ozon som sätter ned isolationen. Då C14/C15 konstruktionen har få kontaktorer som normalt inte bryter ström bedöms risken för överslag med åtföljande ljusbåge till lådvägg som mycket liten.
- Med jordade lådor kan det uppstå ett isolationsfel i lådan. Det skall då finnas ett skydd som kan bryta bort felet. Starkströmsföreskrifterna ställer krav på linjebrytare för framtida fordon. Då C14/C15 har en linjebrytare med överströmsutlösning på 1800A konstateras att konstruktionen uppfyller kraven för framtida fordon.
- Kablaget från strömavtagaren fram till linjebrytaren är inte avsäkrat vid strömavtagarna. Ett fel på kablaget måste brytas bort av matningsstationerna. Det finns en risk att matningsstationerna inte löser tillräckligt snabbt för att begränsa skadorna i fordonet. Denna risk skulle elimineras vid införande av säkringar.
- Ej avsäkrade kablar kan tillåtas kortare sträckor om sannolikheten för isolationsfel är näst intill obefintlig. Kablaget från strömavtagarna till linjebrytaren är inte korta utan går oavsäkrade i underredet ungefär halva vagnslängden. Deltagarna på mötet känner inte till att ett isolationsfel med allvarliga följder hittills inträffat på något fordon.
- ABB och SL är överens om att eliminera isolatorerna mellan lådor och vagn, om det kan ske utan att säkerhetsnivån försämras. Förslaget innebär att hänga upp lådorna i bultförband av stål istället för isolatorer. Varje låda skall dessutom förses med skyddsjordning för att uppfylla kraven i Starkströmsföreskrifterna.

Från mötesprotokoll mellan SL och Elsäkerhetsverket framgår följande:

- SL redogör för Elsäkerhetsverket om deras "mekaniska" problem med fastsättning av lådorna i tunnelvagnarnas underrede.
- Anledningen till att ett flertal apparatlådor är elektriskt isolerade är sannolikt "historiskt betingat".
- För att erhålla ett säkrare montage av lådorna krävs att dessa monteras i vagnskorgen utan isolatorer samt att låda och korg förbinds med jordfläta. Detta stämmer med SLs aktuella koncessioner.
- Kabel mellan strömskor och linjebrytare i vagnen är ej avsäkrade i fordonet. Denna avsäkring/kortslutningsskydd finns i matningsstationerna och skall uppfylla de krav som föreskrifterna ställer på brytning vid fel.

8.6 Genomfört kontrollprogram C14/C15

Med anledning av händelsen i Rinkeby genomförde SL ett kontrollprogram för att identifiera de eventuella brister som förekom på C14/C15 flottan. Kontrollprogrammet omfattade isolationsmätning av kablage mellan strömvtagare och linjebrytare, statuskontroll av AL1 och statuskontroll av serie- och bromsmotstånd. Resultatet av kontrollprogrammet visade att det förekom en stor mängd avvikelser relaterade till genomfört underhåll och/eller konstruktion.

För att underlätta sammanställningen av undersökningen definierades ett antal typer av avvikelser. Tabell 5 visar de avvikelser med flest förekomster efter att 41 vagnpar kontrollerats.

Tabell 5: Funna avvikelser vid genomfört kontrollprogram av C14/15.

Enhet	Komponent	Feltyp	Antal
Kablage och dess anslutning	Kabel	Felaktigt förband	31
Uppladdningskontak- tator	Skruv till litz	Slitage/felkonstruktion	29
Kablage och dess anslutning	Kabel	Felaktigt moment	23
Linjebrytare	Isolatorer	Felaktigt mo- ment/dubbla muttrar	19
Linjebrytare	Kontaktstycken	Bränd/Skägg	8
Linjebrytare	Kopparskena	Vriden	8
Apparatlåda AL1	Stomme, lucka	Brännmärken	8
Linjebrytare	Kopparskena	Felaktigt vinklad, insatsgänga lös eller saknas	8
Apparatlåda AL1	Stomme, lucka	Isolerskärm – bränd, trasig, felaktigt material, saknas, övrigt	7
Uppladdningskon- tator	Ljusbågshorn	Felinställd	6
Uppladdningskon- tator	Kontaktstycke	Bränt/Skägg	5
Uppladdningskon- tator	Hjälpkontakt	Felinställd	5

9 TEKNISKA UNDERSÖKNINGAR AV FASTA ANLÄGGNINGAR

I detta avsnitt redovisas dels fakta om hur berörda tekniska system är konstruerade och har avsetts fungera, dels hur de fungerade och vid undersökningen framkomna skador och brister.

9.1 Funktion hos fasta anläggningar

9.1.1 Spår

Utförande, drift och underhåll av spåröverbyggnaden m.m. har inte undersökts detaljerat av SHK. Det har inte framkommit några uppgifter som tyder på att något spårfel e.d. kan ha bidragit till händelsens uppkomst eller följer.

9.1.2 Signal- och trafikledningssystem

Signalsäkerhetssystemet inklusive ställverket vid Västra skogen har inte undersökts detaljerat av SHK. Det har inte framkommit några uppgifter som tyder på annat än att signalsäkerhetssystemet inkl. indikeringspanelen på TLC Västra skogen fungerade som avsett.

Det har inte heller framkommit några uppgifter som tyder på att den fordonsmonterade delen av tågskyddssystemet (HS) har varit felaktig eller kunnat bidra till brandens uppkomst.

Det fanns ingen loggning av utförda manövrer och indikeringar för TLC Västra skogen. Det fanns ingen loggning av HS-besked e.d. i fordonen.

9.1.3 Banmatning och eldriftövervakningssystem

Normalt kopplingsläge på berörd sträcka (Ls Löten, Rissne, Rinkeby)

Vid normalt tillstånd matades norrgående spår på matningssträckan Löten - Rissne av effektbrytare P3 i Ls Löten och brytare P1 i Ls Rissne. Norrgående spår på matningssträckan Rissne - Rinkeby matades av effektbrytare P3 i Ls Rissne och effektbrytare P1 i Ls Rinkeby. Effektbrytare P1 i Ls Rissne matade även mellanspåret på Rinkeby station. Norrgående spår mellan Hallonbergen och Rissne matades av effektbrytare P5 i Ls Hallonbergen och effektbrytare P5 i Ls Rissne. Sydgående spår mellan Hallonbergen och Rissne matades av effektbrytare P6 i Ls Hallonbergen och effektbrytare P6 i Ls Rissne.

I detta läge matades således varje matningssektion för norrgående spår på sträckan Löten - Rinkeby av 2 effektbrytare, en i varje ända.

Kopplingsläge pga. bortkoppling av Ls Rissne

Då matningen från Ls Rissne bortkopplades sammankopplades matningssträckorna mellan Ls Löten och Ls Rinkeby genom att sluta frånskiljare 3331-3333 och 3332-3334. Norrgående spår matades då av effektbrytare P3 i Ls Löten och P1 i Ls Rinkeby. Detta innebär att matningssträckan blev längre än normalt. Systemet är dock dimensionerat för att klara detta läge med bibehållen funktion och säkerhet.

Vid bortkoppling av Ls Rissne skulle dock matningen på sträckan Hallonbergen - Rissne bli för svag. För att säkerställa tillräcklig matning sammankopplades utgående effektbrytare P5 och P6 Ls Hallonbergen genom att sluta frånskiljare 3185-3186.

Logg från eldriftsystemet ENOK

I ENOK-systemet fanns en loggningsfunktion. Loggade händelser tidsstämplades med en minuts noggrannhet och utan säker ordningsföljd mellan loggnotering och verkligt inträffande. Detta beroende på att tidsmärkningen skedde utifrån när indikeringsignalen nådde centraldatorn. Det förekom dessutom en stor mängd överföringsfel, som också loggades. Klockan i ENOK-systemet avviker från gängse "SL-tid" så att ENOK ligger ca 2,5 minuter före SL-tid.

Av loggfilerna framgår manövrer från de olika likriktarstationerna, fellarm m.m. Det fanns en stor mängd larm om överföringsfel i systemet. Före den tidpunkt, när skeendet i trakten av Rissne-Rinkeby utvecklade sig, finns inga registrerade händelser som bedöms ha samband med händelseförloppet där eller det aktuella tågets framfart. Händelserna redovisas enligt den tidsstämplig som skedde i ENOK-systemet.

Ls Löten effektbrytare P3

07.59-08.00	Två frånslag. Två lyckade tillkopplingar.
08.02-08.03	Två frånslag. Två lyckade tillkopplingar.
08.06-08.07	Ett frånslag. Tillkoppling lyckades vid andra försöket.
08.09-08.10	Ett frånslag. Tillkoppling lyckades vid andra försöket.
08.10	Ett frånslag. Tillkoppling lyckades.
08.10	Frånslag (överström eller RFK)
08.11	Tillkoppling blockerad (genom RFK).

Ls Rinkeby effektbrytare P1

07.59-08.00	Två frånslag. Två lyckade tillkopplingar.
08.02-08.04	Ett frånslag. Tre misslyckade tillkopplingar. Effektbrytaren i automatisk blockering.

Ls Hallonbergen effektbrytare P5

08.11	Frånslag på grund av RFK.
08.11	Tillkoppling blockerad (genom RFK).

Räddningsfrånkoppling

RFK vid aktuell punkt, 36, i ENOK-systemet skulle normalt medföra frånslag och manöverblockad för Ls Rinkeby P1, Ls Berghällen P3, Ls Löten P1 och P3, Ls RissneP1, P3, P5 P7 och Ls Hallonbergen P5. Begäran om räddningsfrånkoppling har registrerats för punkt 36 kl. 08.11 och 08.12.

Ls Hallonbergen, effektbrytare P6 matade efter genomförd räddningsfrånkoppling fortfarande den aktuella sträckan pga. det avvikande kopplingsläget. Först kl 08.13 löste Hallonbergen P6 ut pga. överström. Tre inkopplingsförsök gjordes automatiskt och kl 08.15 gick även den effektbrytaren i blockad.

9.1.4 Kommunikationsutrustning

SHK har endast översiktligt undersökt radio och telefonsystemen och dess användning och funktion. Det har inte framkommit någon som tyder på att det har varit något onormalt eller anmärkningsvärt i möjligheterna att upprätta förbindelser i samband med olyckan.

9.2 Teknisk undersökning av banan

SHK, SL och Tågia har undersökt spåret från Rinkeby till Duvbo. Dels undersöktes banan översiktligt samma dag som branden av SHK, SL och polisen för att avskrivna uppgifter som cirkulerade om någon form av sabotage. Det gjordes en noggrannare undersökning av SHK och Tågia med avsikt att identifiera eventuella komponenter eller rester av komponenter som kunde finnas i spåret på samma sträcka.

Mellan Sundbyberg och Duvbo hittas på ett ställe en färsk (blank) aluminiumsmälta i norrspåret.

Vid *Rissne* stod det bakomvarande tåget tur 301 (vars förare anropade om att det var rökigt i Rissne) på den plats ett Cx-tåg normalt stannar vid trafikantutbyte. Nära nog rakt under AL1-lådan fanns aluminiumfragment på rälsfoten, slipers och i makadamen. På en betongsliper syntes blågrå skärmärken i olika riktningar. Detta fotograferades medan tåget stod kvar och även dagen efter.



Fig. 22 Aluminiumfilm som bildats längs rälsfoten och stänk i ballasten.



Fig. 23 Aluminiumstänk. Till höger på slipern syns de blågrå skärmärkena.

10 FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR RÄDDNINGSSINSATSEN

10.1 Säkerhet under insatsen

Räddningstjänstens rökdykarinstruktion, som var utarbetad efter kraven i Arbetarskyddsstyrelsens bestämmelser (AFS 1995:1), har i stort sett tillämpats under insatsen.

Den nödlägesgrupp⁵ som enligt räddningstjänstgens instruktioner ska finnas vid insats i hög riskmiljö (långa inträngningsvägar) saknades i det rapporterade underlaget från Stockholms Brandförsvär. Vidare har rökdykargruppen vid insatsen i tunnelplanet lämnat slangledningen. Det ska dock konstateras att rökdykarna medvetet gjort detta då sikten ansågs vara tillräcklig för att kunna röra sig fritt på plattformen.

Skyddsjordningen av strömskenan genomfördes inte förrän den primära rökdykarinsatsen avslutades. Detta innebar att strömskenan betraktades som strömförande under rökdykarinsatsen och i samband med släckningen. Räddningspersonalen inklusive rökdykarna var enligt uppgift kontinuerligt informerade om elsäkerhetsläget.

10.2 Fasta släckinstallationer

T-banestation Rinkeby var utrustad med en fast brandvattenledning som vid brand i tunnelplanet var avsedd att kunna trycksättas med brandförsvärets utrustning från Rinkeby torg. Ledningen mynnade på plattformen i tunnelplanet men användes inte trots att man kände till den. Skälet uppgavs vara att man vid rökdykarinsatsen inte var klar över brandens omfattning nere i tunnelplanet och istället valde att av säkerhetsskäl ha med egen trycksatt manöverslang vid forceringen ner i rulltrappan. Det är för övrigt också ett krav enligt rökdykarinstruktionen vid Stockholms Brandförsvär.

I det senare läget efter den primära rökdykarinsatsen fanns inget skäl att använda ledningen eftersom branden då redan var släckt.

10.3 Brandventilation

T-banestationen Rinkeby saknade separata installationer för brandventilation. Brandgaser ventilerades istället i huvudsak via rulltrappsschaktet och ut i det fria via öppningar mot Rinkeby torg och via biljetthallens entré. Den primära utrymningsvägen från tunnelplanet via rulltrappan kom därigenom att fungera som rökschakt vilket givetvis allvarligt försvårade utrymningen.

De två Connexanställda som kom att befinna sig sist på plattformen tillsammans med en resenär uppgav att de försökte, men inte vågade använda rulltrapporna p.g.a. den täta rökridån i rulltrapporna. "Det var som en vägg av rök", redovisar en av dem i intervjun efteråt vilket bekräftar svårigheten att utrymma via rulltrappan. Den kvarvarande resenären åkte ändå upp i rulltrappan men kunde inte hitta ut från biljetthallen varför han vände och åkte ner igen och anslöt till de två andra som stannat nedanför rulltrapporna. Dessa tre utrymde sedan istället via spårtunneln.

⁵ Krävs inte enligt minimikraven i AFS 1995:1.

10.4 Övning och utbildning för insatser i T-banan

Särskilda utbildningsplaner för räddningsinsatser i tunnelbanan saknades vid Stockholms brandförsvaret vid tiden för olyckan. Metod- eller tillämpade övningar i tunnelbanan hade inte ägt rum regelbundet. Orienteringsövningar förekom mer regelbundet, företrädesvis på T-banestationerna men mer sällan i tunnelsystemen.

Aktuell jourstyrka, inklusive befäl, på Kista brandstation som tjänstgjorde vid olyckstillfället uppgav att de orienterat regelbundet på Rinkeby T-banestation. Samtidigt hade de under senare år deltagit i endast en teoretiskt genomförd utbildning avseende insats i ”hög riskmiljö”, dvs. med långa inträngningsvägar. Någon specifik T-banerelaterad övning kunde de inte minnas att de deltagit i på flera år.

Överbrandmästaren som tjänstgjorde som skadeplatschef vid olyckan uppgav att övningar eller utbildningar i T-banan inte genomfördes återkommande. Han kunde inte erinra sig när han senast deltog i en sådan övning eller ett ledningsspel med olycka i T-banan.

Brandingenjören som var RL uppgav att det var fyra år sedan han deltog i en insatsövning arrangerad i T-banan. Han uppgav sig sakna övningar i hög riskmiljö. Han har även i sin insatsrapport efter olyckan angett behovet av övning i taktiska genomföranden och skadeplatsorganisation vid brand i tunnelbanan.

Intervjuad räddningspersonal vid Stockholms Brandförsvaret sade sig sakna utbildningar och övningar i tunnelbanan. Riskmiljön bedömdes så kvalificerad att det borde ha varit naturligt att regelbundet träna genomförande av insatser i denna miljö.

Initiativ och ansvar för utbildning och övning vid Stockholms brandförsvaret var vid tiden för olyckan organisatoriskt fördelat på respektive geografiskt distrikt eller område. Någon strategiskt övergripande eller samlad utbildningsplanering eller målformulering för kompetens och förmåga hos enskilda befattningshavare, enheter eller insatssystem saknades vid Stockholms Brandförsvaret.

10.5 Ledningsstöd under insatsen

Räddningstjänsten använde så kallade ”insatskort” vid insatser i tunnelbanan. Kortet var kortfattade men ändamålsenliga att använda och innehöll nödvändig information för att kunna orientera sig geografiskt och taktiskt. Aktuella kort användes vid insatsen i Rinkeby.

För dokumentation på skadeplats använde den operativa staben dagbok i form av protokollsanteckningar. Anteckningarna som visade genomförda åtgärder och aktiviteter fördes av en ledningsoperatör med samtidigt sambandsansvar på skadeplatsen.

Av de aktuella anteckningarna från olyckstillfället framgick att endast sporadiska uppgifter om insatsen antecknats.

I den bakre staben i RC ska rutinemässigt dokumenteras lägesrapporter lämnade från den operativa staben på skadeplatsen samt andra väsentliga åtgärder och beslut. Av de aktuella underlagen från olyckstillfället framgick att endast summariska anteckningar hade förts.

10.6 Samverkan med andra organisationer

Ledningssamverkan har skett på ledningsplatsen med polis och sjukvård. Samarbetet har fungerat väl enligt uppgift från RL och skadeplatschefen. Polisens arbete under den inledande utrymningsfasen lovordades av räddningsledningen.

Samverkan med personal från Connex och SL fungerade väl. Kontaktvägar och information mellan räddningsledningen och dessa organisationer har fungerat.

10.7 Riskanalys i Stockholms tunnelbana

Stockholms Brandförsvaret genomförde 1997 en förstudie till en riskanalys i Stockholms tunnelbana. Analysen pekade på en rad omständigheter som belyser svårigheterna att utrymma och bekämpa en brand i tunnelbanan. Avslutningsvis angavs en rad åtgärder som borde vidtas för att underlätta både utrymning och konsekvenserna av brand.

Vissa åtgärder har genomförts framförallt avseende tunnelbanevagnarnas inredningssäkerhet medan andra åtgärder som är viktiga förutsättningar för att motverka brand- och rökspridning på stationer och i transportgångar, ex. rulltrappor eller tunnlar, inte beaktats.

Analysen upptog vidare den viktiga funktionen som förare och annan personal i spärrar och tågledning har vid en eventuell brand. De ska snabbt vidta åtgärder för att utrymma resenärer och begränsa konsekvenserna vid brand.

Referens: "Förstudie till riskanalys avseende brand i Stockholms tunnelbana".
Ulrika Nygren, Stockholms brandförsvaret, 1997.

10.8 Taktik och metoder för räddningsinsatser i tunnelbanan

Stockholms Brandförsvaret saknade en dokumenterad taktisk planering för insatser i tunnelbanan. Det fanns ingen utarbetad taktik för brandbekämpning eller utrymning vid olika händelse- eller objektbaserade olycksscenarioer i tunnelbanan. Det fanns inte heller några gemensamt utarbetade taktiska underlag eller metodanvisningar för samverkan vid räddningsinsatser med SL, Connex, ambulanssjukvården, polisen eller andra berörda aktörer.

Räddningsinsatsers taktiska genomförande vid bränder i tunnelbanan utgick istället från de faktiska förutsättningarna på platsen vid aktuellt olyckstillfälle, typ av händelse och resurstillgång. Insatsen utfördes mot bakgrund av den praktiska erfarenhet och kompetens som räddningsledningen och räddningspersonalen hade från liknande räddningsinsatser.

Större olyckor har inte förekommit i Stockholms T-bana varför erfarenheterna är begränsade och hänför sig till insatser utan krav på omfattande utrymningar eller där flera människor skadats p.g.a. brand. För dessa insatser av incidentkaraktär, som trots allt förekommer återkommande, har brandförsvaret utarbetat en praxis för genomförande av insats som sedan tillämpats som grundtaktik vid tunnelbaneinsatser.

Insatsplaner för tunnelbanan fanns i form av insatskort som i skisser beskrev tunnelnätet, T-banestationerna, utrymningsvägar, brandvattenförsörjning, brandposter etc. Dessa insatskort användes vid insatsen i Rinkeby. Korten är enkla och ändamålsenliga men innehöll inga anvisningar eller råd till RL om hur en räddningsinsats bör genomföras.

Den larmplan som fanns för insatser vid brand i tunnelbanan angav vilka resurser som skulle larmas ut och den dimensionerade därmed den initiala insatsförmågan och gränsatte också brandförsvarets förutsättningar att taktiskt kunna genomföra utrymning av människor eller släcka bränder. Det avsteg från larmplanen som gjordes vid det aktuella olyckstillfället i Rinkeby innebar att resurserna på platsen initialt var begränsade.

10.9 Tillsyn enligt Lagen om skydd mot olyckor, LSO (2003:778)

Rinkeby tunnelbanestation har tidigare varit ett brandsyneobjekt och är numera ett tillsynsobjekt enligt 5 kap 1 § LSO. Fristiden var angiven till två år. Senaste tillsyn innan branden genomfördes i mars 2004 med följande anmärkningar:

- Övre teknikutrymme och bränsleförråd ska städas ur och inte användas som soprum
- Handbrandsläckare i biljettspärren ska laddas
- Högtalare och nödtelefon vid nödutgången mot spårtunneln ur funktion.

Påföljande tillsyn planerades att äga rum i mars 2006.

11 ÖVRIGA FAKTA OCH UPPLYSNINGAR

11.1 Andra rapporter om händelsen i Rinkeby 16 maj 2005

De för verksamheten ansvariga företagen har var för sig utrett⁶ händelsen, dess bakgrund och konsekvenser. SHK har tagit del av dessa rapporter. I de fall rapporterna har tillfört nya faktauppgifter till SHK:s undersökning, har dessa angetts med källhänvisning.

11.2 Tillsynsärenden Järnvägsinspektionen/Järnvägsstyrelsen

11.2.1 JVS revision av Connex Sverige AB april 2005

Järnvägsstyrelsen genomförde i april 2005 en revision av Connex Sverige AB:s säkerhetsstyrning av verksamheten i tunnelbanan med utgångspunkt i lagen och förordningen om säkerhet vid tunnelbana och spårväg. Föregående revision utfördes år 2000.

Järnvägsstyrelsen konstaterade att Connex system för säkerhetsstyrning generellt var bra, men att det saknades vissa rutiner enligt gällande föreskrifter om interkontroll genom säkerhetsstyrning och om fordonsunderhåll. Det rörde sig främst om brister i dokumentationen samt i kommunikationen mellan såväl olika aktörer inom SL-sfären som mellan ledning och personal. Specifikt pekar Järnvägsstyrelsen på följande områden:

- Dokumentet ”säkerhetsordning” behöver kompletteras med rutiner om utgivning av styrande dokument samt om riskanalyser
- De regler och rutiner som gäller fordonsfrågor ska tas med i säkerhetsordningen
- Säkerhetsordningen borde göras tillgänglig för personalen
- Bättre återkoppling av åtgärder efter inträffande händelser och revisioner och ökade delaktighet av Connex i vidtagande av åtgärder.

11.2.2 JVS inspektion av tunnelvagnsunderhållet september 2005

Järnvägsstyrelsen genomförde i september 2005 en kompletterande inspektion av Connex Sverige AB:s tunnelbaneverksamhet, inriktad på underhåll av tunnelvagnar. Detta ingick inte i ovan nämnd revision.

Rapporten visar på komplexiteten i säkerhetsstyrningen beträffande fordonen, vilket också indikerats i ovan redovisade rapport. Vidare framförs synpunkter inom områdena:

- Brister i reservdelshållning som leder till vagnbrist och att felaktiga fordon sätts i trafik
- Brister i kvalitets- och säkerhetsstyrningen hos Tågia
- Oklarheter i ägarnas uppdrag och instruktioner till Tågia
- Komplex struktur i dokumentationen
- Implementeringen av styrande dokument genom hela kedjan.

⁶ Verksamhetsutövare är enligt dåvarande och nuvarande lagstiftning skyldig att utreda allvarliga händelser och i vissa fall även insända utredningsrapporten till tillsynsmyndigheten. SHK begär alltid att få ta del av verksamhetsutövarnas rapporter.

11.3 Brandsäkerhetsanalys C6/C14 – Logistica Consulting

Bakgrund

I och med att SL genomförde ett handlingsprogram för att förhindra rök och brand i tunnelvagnar utförde Logistica Consulting, på uppdrag av SL, en brandsäkerhetsanalys av vagn typerna C6 och C14.

Syftet var att kartlägga potentiella antändningskällor och ansamlingar av brännbara material samt att värdera sannolikheten för och konsekvensen av tänkbara bränder. Brandanalysen baserades på tekniska beskrivningar, krets-scheman, layout ritningar, standarder, intervjuer samt inspektioner av fordon.

SHK har tagit del av Logistica Consultings rapport daterad 1999-03-01. Nedan utgör en kort redogörelse för fakta och slutsatser från analysen som kan anses relevanta för Rinkeby - utredningen.

Potentiella antändningskällor C14

Sammanfattning

Fordonets avsäkringsnivåer är baserade på leverantörens egna erfarenhetsbaserade normer och den elektriska konstruktionen är mer inriktad på funktion och mindre på produktens säkerhet. Av bl.a. dessa anledningar når kablar och komponenter ej upp till dagens krav.

Ett flertal kablar och komponenter identifierades som att de ej når upp till dagens normer eller att de kan vara en potentiell antändningskälla.

Kablar från strömvtagare via huvudfrånskiljare till linjebrytare

Sträckan är endast avsäkrad genom banmatningens skydd. Kablarnas märkarea är $4 \times 95 \text{ mm}^2$ till första skarvpunkten, $4 \times 120 \text{ mm}^2$ till huvudfrånskiljaren och därefter $2 \times 120 \text{ mm}^2$. På moderna fordon skulle kablarna normalt avsäkras med 2000A, 2520A respektive 1260A mot kortslutning.

Bedömningen görs att risken för ljusbågsbildning är begränsad, samtliga kablar är installerade på ett sätt som gör att nötskador med största sannolikhet kan undvikas och derivataskyddet i banmatningen ska förhindra uppkomsten av ljusbågar med stora effekter. Risken kan minskas ytterligare genom förbättringar av kabelskorna.

Kablar från huvudfrånskiljare till hjälpkraftsomriktare

Sträckan består delvis av kabel med märkarean 16 mm^2 vilken är avsäkrad med 160A. På moderna fordon skulle den normalt vara avsäkrad med 125A mot kortslutning. Kablarna är installerade på ett sätt som gör att nötskador sannolikt kan undvikas, risken för ljusbågsbildning anses begränsad och kan minskas ytterligare genom införande av förbättrade kabelskor.

Kablar till linjebrytare och linjekondensatorskontaktor

Linjebrytaren ska lösa ut vid 1800A. Kablarna fram till linjebrytaren har en märkarea på $2 \times 120 \text{ mm}^2$, de avsäkras enligt moderna normer med 1260A. Kabeln till linjekondensatorskontaktorn är på endast 16 mm^2 , den är endast avsäkrad genom banmatningen och skulle brännas av direkt vid en eventuell kortslutning.

Bedömningen görs att risken för ljusbågsbildning är begränsad med undantag för den klena kabeln, samtliga kablar är installerade så att nötskador sannolikt kan undvikas. Risken för ljusbågsbildning kan minskas genom byte av den klena kabeln till linjekondensatorskontaktorn.

Kablar till linjeinduktor och vidare till linjekondensator

Kablarna fram till linjebrytaren har en märkarea på $2 \times 120 \text{ mm}^2$, de avsäkras enligt moderna normer med 1260A. De är nu avsäkrade genom linjebrytaren med 1800A.

Bedömningen göra att risken för ljusbågsbildning är begränsad, samtliga kablar är installerade på ett sätt som gör att nötskador med största sannolikhet kan undvikas. Risken kan minskas ytterligare genom förbättringar av kabelskorna.

Kablar från strömriktarmodul Y1 via fartkontaktor till seriemotstånd

Kablarna från strömriktarmodulen till fartkontaktern har märkarean 120mm² och från fartkontaktern till seriemotståndet är märkarean 70mm². Kablarna är avsäkrade med 800A, med moderna normer borde de ha varit avsäkrade med 630A respektive 400A.

Samtliga kablar är installerade på ett sätt som gör att nötskador med största sannolikhet kan undvikas. Risken för ljusbågsbildning anses liten och kan minskas ytterligare genom förbättring av kabelskorna.

Kabel för bromsmotståndets överspänningsskydd

Kabeln är inte godkänd för 2000V och ska därför anses vara en brist i konstruktionen. Enligt bedömning finns risk att kabeln brinner upp och att överspänningsskyddet därmed försvinner med ljusbågsbildning till följd. Risken begränsas avsevärt om kabeln byts ut.

Inträffade händelser

En genomgång av SL:s incidentrapporter gällande rök- eller brandutveckling i tunnelbanevagn genomfördes för perioden 1996-04-11 till 1998-10-15 för incidenterna på C14, var 55% orsakade av fel och brister i kontaktorer och bromssystemet".

I rapporten lämnades följande förbättringsförslag:

Bromssystem

- Kortare intervall för förebyggande underhåll
- Införande av smörjnippel på bromsverkets nedre lagertapp
- Användning av ett smörjfett med mindre antändningsbenägenhet

Kontaktorer

- Kortare intervall för förebyggande underhåll
- Förbättrade provmetoder samt instruktioner för vilken omfattning av slitage som kan accepteras på kontaktstyckena

12 ANALYS

12.1 Utgångspunkter och analyskriterier

Till grund för analyserna finns ett omfattande faktamaterial inom flertalet sakområden. Intervjuer, samtalsinspelningar och loggningar ger en god bild av det synliga "yttre" händelseförloppet, dvs. när rökutvecklingen och senare branden började, hur utrymningen skedde och släckningen av branden.

Det tekniska haveriförloppet går till viss del att följa, men att med säkerhet fastställa exakt vad som inträffat är inte möjligt, framförallt p.g.a. de omfattande skadorna på vagn 1301. Genom loggningar i ENOK-systemet, vittnesuppgifter och jämförelse med tekniska basfakta kan ett antal olika förhållanden fastställas eller värderas.

I den stora mängd information som samlats in under utredningens gång finns uppgifter som talar för och emot varandra. I vissa fall kan flera fakta jämföras och kopplas till en slutsats (t.ex. när flera inspelningar av samtal kan pricka in samma händelse), medan andra inte kan verifieras.

Vid tiden för händelsen var det närmast rutin att försöka "bota" vagnar som tappat drivningen genom att trycka på den s.k. Å-knappen. Föraren har uppgett att det inte hände något onormalt under körningen till Rinkeby, förutom att han vid starten från Rissne fick börja om uppkopplingen. Föraren har inte heller uppgett att han använt Å-knappen.

Den "nya" aluminiumsmälta som hittades i spåret mellan Sundbyberg och Duvbo utgör ytterligare en osäkerhet. Även om den sannolikt kommer från Y1-lådan går det inte att säkert fastslå att det kommer från ett överslag som orsakat nedsmältning av lådans hölje just där och då, liksom huruvida linjebrytaren löst ut för överström eller ej.

SHK anser det bekräftat att det vid brandtillfället rådde ett avvikande kopplingsläge, som medförde att aktuell strömskenesektion förblev spänningssatt trots att de effektbrytare som skulle mata sektionen hade löst ut. Det medförde också att räddningsfrånkopplingen först inte gav avsedd verkan. Det har däremot inte med full säkerhet gått att fastställa när felkopplingen skedde, även om mycket pekar på ett visst kopplingstillfälle drygt 14 dagar före branden. Det väsentliga här är att avvikelserna inte kunde detekteras med dåvarande eldriftövervakningsrutiner.

De tekniska undersökningarna ger i olika omfattning bidrag till analysen, vilket beskrivs under respektive avsnitt. Det har gått att identifiera delar av brandförloppet i detalj och även att granska enskilda komponenter. Vissa simuleringar har utförts, liksom olika prov av uppkopplingsförlopp med en av de vagnar som var inblandad i senare händelser.

Beträffande brandteknisk analys och rökspridning, toxicitet, utrymning och säkerhetsstyrning m.m. hänvisas till expertrapporter. SHK har valt att ta in vissa delar i analysen i syfte att kunna formulera slutsatser och rekommendationer.

12.2 Händelseanalys

12.2.1 Avvikande kopplingsläge

I samband med förberedelser inför övergången till eldriftövervakningssystemet SNOK gjordes vissa förändringar i strömförsörjningen till banmatningssystemet inom det aktuella området.

Under tiden 24 april-1 maj 2005 togs Ls Rinkeby tillfälligt ur drift. För att säkerställa matningen till strömskenan vid mellanspåret på Rinkeby station hade frånskiljare nr 3335-33411 slutits. I normalläget ska den vara öppen (avbrott råder). Det var en manuell frånskiljare som var belägen söder om station Rinkeby. Åtgärden är signerad som utförd på driftorder 0517 161A från den 24 april. Förutom denna åtgärd, gjordes omkopplingar i Ls Rinkeby för att koppla förbi de effektbrytare som normalt matade resp. strömskenesektion på ömse sidor om likriktarstationen.

Den 1 maj 2005 skulle LS Rinkeby åter tas i drift och normalt kopplingsläge återskapas. De aktuella kopplingarna var korrekt beskrivna i driftorder 0517 161B, som upprättats och godkänts enligt gällande rutiner.

Av skäl som inte gått att fastställa, kom de kopplingar som skulle göras att utföras av en annan eltekniker än den som angavs på driftordern. Det var ovanligt att man ändrade detta utan att ändra på driftordern. Vad SHK har kunnat finna var det heller ingen som reagerade på att någon annan hörde av sig och begärde att få de kopplingar som gjordes av EDC utförda.

Det är fastställt utifrån intervjuer och samtalsinspelningar när de delar av driftordern utfördes, som ska genomföras av EDC. De har begärts och muntligt kvitterats som utförda via TLC enligt normala rutiner. Det har däremot *inte* gått att vederlägga att frånskiljare 3335-33411 har manövrerats, såsom driftordern föreskrev. Driftorderns alla åtgärder är förvisso signerade som utförda, men för samtliga åtgärder anges ett och samma klockslag. Avståndet mellan likriktarstationen, belägen norr om station Rinkeby, och skåpet med frånskiljaren på södra sidan om Rinkeby station är ca 700 m.

Av samtalsloggen framgår att eltekniker 1 kl 22.36 anmäler till TLC att han vill ha tunnelbelysningen tänd och spårbedrädande för att "lägga tillbaka" Rinkeby 334. Sju minuter senare begärs att effektbrytare P1-P4 ska slås till och kl. 22.46 kvitterar TL att EDC har slagit till effektbrytarna.

Det har inte gått att fastställa vad som skedde därefter. Eltekniker 1 hade signerat att även den manuella frånskiljaren 700 m bortom likriktarstationen hade manövrerats enligt driftordern. Av den otydliga samtalsupptagningen framgår inte om eltekniker 1 skulle göra någon mer åtgärd i Rissne. Han begärde samtidigt att få tunnelbelysningen i Kungsträdgården tänd. Något mer samtal där driftorder 161B nämns har inte återfunnits. Han har själv uppgivit att han faktiskt utförde manövern. Allmänt kan också ifrågasättas om det ensamarbete som utfördes var i samklang med dåvarande bestämmelser i starkströmsföreskrifterna.

Först 19 dagar senare, tre dagar efter branden i Rinkeby, upptäcktes att kopplingsläget avvek från det läge som då skulle gälla. Då var läget sådant, att Ls Rissne hade förbikopplats och att effektbrytare P5 och P6 i Ls Hallonbergen var sammankopplade för att säkerställa matningen till Rissne-depån. Genom att frånskiljare 3333-33411 fortfarande var sluten kom den strömskenesektion där branden inträffade att matas från sammanlagt fyra effektbrytare.

Det avvikande kopplingsläget medförde att sektionen vid brandtillfället fortsatte vara spänningssatt trots att de ordinarie matningspunkterna bröts när systemet detekterade att något var fel. Det medförde vidare att räddningsfrånkoppling vid punkt 36 inte kunde ge avsedd verkan.

Genom att inte alla effektbrytare och frånskiljare kunde manövreras via el-driftövervakningssystemet och inte heller var indikerade däri, gick det inte att upptäcka avvikelser, annat än genom platsbesök och jämförelse med gällande kopplingschema och aktuella driftordrar.

12.2.2 Tåget och stationen utryms

När föraren hade insett att det var en brand i tåget kontaktade han trafikledningscentralen för att meddela att han skulle gå bakåt i tåget för att kontrollera vad som hade hänt. När föraren kom bakåt till den vagn som brann såg han att det blixtrade och kom rök. Han sprang då tillbaka till förarhytten i den första vagnen och ropade i tåget att det skulle utrymmas, därefter kontaktade han trafikledningscentralen. Trafikledaren sade åt honom att gå bakåt i tåget för att ”döda” vagnen. När han hade kommit tillbaka till den vagn som brann uppfattade han en dovt explosion från vagnen och det slog upp lågor mellan vagnarna. När han återigen gick tillbaka mot den första vagnen mötte han fyra trafikanter som han sade till att lämna stationen. När han pratade med trafikanterna ”exploderade” den brinnande vagnen i ett hav av rök och eld och de blev instängda mellan den brinnande vagnen och tågets främre ände där det inte fanns någon uppgång till Rinkeby station.

Föraren försökte vid ett flertal tillfällen få kontakt med trafikledningscentralen för att be dem tända tunnelbelysningen i riktning mot Tensta samt bryta strömmen men det vara bara upptaget hela tiden. Eftersom han inte fick kontakt med trafikledningscentralen beslutade han att tillsammans med de fyra trafikanterna skulle ta sig över mellanspåret för att komma till den andra plattformen för att därifrån ta sig upp till stationsutgången.

Samtidigt hade trafikledningscentralen kontaktade trafikbefälet i den nordvästra radiobilen som hade kommit till platsen. Trafikbefälet gick nedåt i rulltrappan till mellanplanet och sedan till plattformen för södergående tåg där han busvisslade och ropade åt de personer som stod där att utrymma stationen. Trafikbefälet gick sedan vidare längs den södergående plattformen där det fanns ytterligare ca 50 personer som hade börjat röra sig mot utgången. Trafikbefälet såg sedan föraren och fyra personer som denne hade med sig och ropade till dem att åka upp mot utgången. Enligt trafikbefälet gjordes högtalarutrop om utrymning.

När de var på väg uppåt i rulltrappan hade röken tätat och trafikbefälet sade till föraren att inte ta den vägen och ropade åt trafikanterna att vända om.

När de hade kommit ned till den södergående plattformen var det bara trafikbefälet, föraren och en trafikant som blev kvar nere vid plattformen. De stod vid avsatsen bakom trappan vid tunnelmynningen som var rökfri men bestämde sig efter en stund att gå genom spårtunneln mot Rissne efter att trafikbefälet hade kontaktat trafikledningscentralen.

12.3 Teknisk analys

12.3.1 Skadeanalys av undersökta komponenter och delsystem

Strömavtagare och kablar till huvudfrånskiljarlådan

Strömavtagarskorna och kablarna uppvisar endast brandskador, de har sannolikt inte orsakat eller bidragit till händelsen.

Huvudfrånskiljarlådan

Lådan var i huvudsak hel med mindre skador från värme och brand. Frånskiljaren var hel och smältsäkringarna hade inte löst ut. Sannolikt har huvudfrånskiljarlådan med ingående komponenter inte orsakat eller bidragit till händelsen.

Att säkringarna är hela tyder på att det inte varit några elektriska överslag från 700V systemet i värmekretsarna och hjälpkraftomriktaren, dvs., de systemen har sannolikt inte heller orsakat eller bidragit till händelsen.

Y1 Traktionsomriktare

Vid området för skyddsdioden har det inträffat överslag från 700 V (övre kopparskenan) till lådans konstruktion och till 0V (nedre kopparskenan).

Skyddsdioden (Y1.16.1) är ansluten mellan den övre och undre skenan, elektriskt är den då placerad över mellanledet parallellt med linjekondensatorn. Parallellt över dioden sitter en skyddskrets bestående av ett seriemotstånd och en kondensator.

Varken dioden eller seriemotståndet kunde återfinnas. Kondensatorn var till synes hel och endast skadad av yttre åverkan. Troligt var att skyddsdioden havererat och orsakat en kortslutning med överslag till följd. Ett haveri i diodens skyddskrets var också en möjlig orsak till en kortslutning och överslag men mindre trolig då kondensatorn återfanns hel. Om endast motståndet havererat borde det inte orsaka kortslutning eller överslag.

Skyddsdioden sitter i en utsatt position och är troligtvis dimensionerad för miljön, men som med alla komponenter så finns det ett felutfall. Dvs., om *en* diod havererar är det inte anmärkningsvärt, men om det systematiskt skulle inträffa är det givetvis en annan sak.

Det är svårt att förklara skadornas stora omfattning. Vid ett diodhaveri (kortslutning) kortsluts mellanledet, om det inträffar vid uppladdat mellanled och slutet linjebrytare skulle en överström uppstå och linjebrytaren lösa ut. Om uppladdningsförsök görs mot kortslutningen skulle linjebrytartilslag hindras då spänningen inte stiger, felströmmen begränsas då av linjekondensatormotståndet (uppladdningsmotståndet). Normalt skulle båda fallen ovan inte innebära några större skador och troligtvis skulle det inte behöva bli ett överslag till lådans gods.

För att så stora skador ska kunna uppstå måste det ha varit stående ljusbågar under en längre tid eller flera upprepade kraftiga överslag. Möjligt har ett diodhaveri inledningsvis lett till en kortslutning som fick linjebrytaren att lösa ut. Vid uppladdningsförsök mot kortslutningen skedde sedan överslag i AL1, och eftersom banmatningen inte löste ut matades felet en längre period och skadorna blev därmed omfattande.

Relevant för utvecklingen av överslaget i Y1 var att linjeinduktorn vid undersökning inte uppvisade tecken på någon onormal uppvärmning p.g.a. en hög ström. Denna bedömning var subjektiv och genomfördes genom okulär besiktning av induktorns ledare och kan ifrågasättas. Men, om stående ljusbågar matas från AL1 passerar strömmen genom induktorn som då rimligtvis borde bli ordentligt varm, men å andra sidan är det också möjligt att spridningen av överslagen i underredet överbryggade linjeinduktorn. Linjeinduktorn kyls av fartvinden, därmed är tågets hastighet också relevant för värmeutvecklingen i induktorn.

I Tågias analys anges att generatorverkan från motorerna kan ha varit en möjlig orsak till de kraftiga skadorna i Y1 vid området för skyddsdioden Y.1.16.1 placering, och i så fall att de skulle ha inträffat i ett läge då linjebrytaren var öppen. Incidenter inträffade efter Rinkeby och de datorsimuleringar som gjorts under utredningen talar för att den teorin kan stämma.

På grund av de totala skadornas omfattning är det inte möjligt att med säkerhet avgöra vad som har orsakat de omfattande skadorna i området vid skyddsdioden.

Modulsäkringarna var hela och modulkontakterna såg visuellt oskadade ut och hade inte bränt fast. De hade sannolikt inte orsakat eller bidragit till händelsen.

Linjekondensatorn var värmeskadad men hade inget tecken på primärskador. Den hade sannolikt inte orsakat eller bidragit till händelsen.

AL1

Den brandtekniska undersökningen av ingående komponenter i AL1 visar att de är så kraftigt skadade att det är omöjligt att avgöra vad som är en primär eller en sekundär skada.

Linjebrytaren uppvisar mycket omfattande skador och är mer eller mindre helt uppbränd. En möjlig förklaring till skadornas omfattning är att linjebrytaren havererat internt, t.ex. vid försök att bryta en överström som uppstår i och med överslag i Y1. Något som styrker den teorin är undersökningar gjorda av Tågias som visar på brister i anslutningen till den rörliga delen av kontaktarmen, linjebrytaren från 1301 har mycket kraftiga skador i detta område. Överhettning i anslutningen till kontaktarmen skulle då kunna leda till att ljusbågar uppstår med haveri som följd.

Summerat är det möjligt att linjebrytaren har havererat internt, men det är också fullt möjligt att de kraftiga skadorna är sekundära och orsakade av ljusbågarnas spridning i lådan. Ankaret till linjebrytarens återställningsspole var i ett sådant läge att det indikerar att linjebrytaren inte har löst ut för överström. Då skadorna är så omfattande kan det inte med säkerhet sägas att så var fallet, linjebrytaren kan rimligtvis ha varit utlöst för överström men att ankaret under skadeförloppet ändrat läge.

Linjekondensatorkontaktorn och uppladdningsmotstånden har skador som tyder på yttre åverkan av brand och ljusbågar men är i övrigt relativt oskadade. Det är därmed mindre troligt att ett haveri i motståndet eller kontaktorn orsakat det primära överslaget. Däremot är det möjligt att förloppet inleddes med ett överslag från linjekondensatorkontaktorn till godset i lådan. Det går inte att styrka denna teori med fakta från skadeundersökningen, men andra incidenter och genomförda undersökningar visar att det är mer eller mindre systematiskt förekommande. Även lådan från 1301 hade skador från gamla överslagsskador vid linjekondensatorkontaktorn.

11.3 Linjeinduktor

Linjeinduktorn hade endast yttre skador och var elektriskt hel. En okulär expertbedömning av induktorns ledare visade att den inte varit utsatt för en onormalt hög ström.

Linjeinduktorn har sannolikt inte orsakat eller bidragit till händelsen.

Traktionsmotorer

Alla traktionsmotorer är undersökta och isolationsprovades utan anmärkning. De har sannolikt inte orsakat eller bidragit till händelsen.

Bromsmotstånd

Bromsmotstånden kontrollerades utan anmärkning. De har sannolikt inte orsakat eller bidragit till händelsen.

Halvledare vagn 1301

Samtliga halvledare mättes upp i 700V systemet för vagn 1301. Även fältströmriktarna och fartkontakterna undersöktes. Fartkontakterna och fältströmriktar-

na var sönderbrända och ett flertal halvledare var felaktiga i elektrisk mening. Det gick inte att avgöra i vilket skede halvledarna havererat, men sannolikt var deras skador sekundära och orsakade av branden.

Övriga skador

Det finns inga tecken på att det varit ett primärt överslag i någon annan del i det elektriska drivsystemet. Skador på övrig utrustning inklusive tryckluftssystem, kabelkanaler och korg var sannolikt orsakade av sekundära ljusbågar och brand.

Installation och applikation linjekondensatorkontaktorn

I ASEA's produktdatablad för kontaktorn anges att den är klassad för en termisk märkström på 200A vid en märkdriftspänning på 750 VDC.

Vidare anges i ASEA's produktdatablad att avståndet framför kontaktorn till vägg skall vara minst 30mm om den är isolerad och minst 60mm om den är oisolerad. Minimumavståndet ovanför kontaktorn till tak anges till 50mm om det är isolerat och 100mm för oisolerat.

I AL1 är avståndet från kontaktorn till isolerskivan ca 26mm. Avståndet mätt rakt upp mot taket från kontaktorn är ca 100mm, men, i lådans främre del ovanför isolerskivan finns ett jordat område som hamnar innanför gränsen. Således uppfyller inte monteringen i AL1 isolationsavstånden enligt ASEAS produktdatablad.

I produktinformationen från Kiepe framgår att kontaktorns förmåga att bryta en ström är beroende av lastens induktans. Olika klassningar på brytförmågan utifrån lastens induktiva tidskonstant (L/R) anges; 1 ms för DC1, 2,5 ms för DC2-3 och 15 ms för DC4-5. Kategorier DC3 och DC5 gäller för en kontaktorn i utförande med två poler, kontaktorn i AL1 är enpolig.

Vid uppladdning mot ett kortslutet mellanled utgörs lasten (kablarna försummade) av uppladdningsmotståndet och linjeinduktorn, det ger en tidskonstant på ca 0,16 ms ($T = 0,68\text{mH}/4,16\text{Ohm}$). Enligt Kiepe ger detta klassning DC1, det innebär märkdriftström 90A och max brytström 140A.

Kiepes produktinformation anger också värden på minsta isolationsavstånd framför och ovanför kontaktorn, dock anges inga avstånd för kategori DC1 utan enbart för DC3 och DC5. Värdena anges för vilka minimumavstånd som krävs till jordade och isolerade delar för märkdriftström respektive max brytström.

Undersökningen av kontaktorn från vagn 1351 samt referenskontaktorn resulterade inte i några fakta som talar för eller emot ovanstående resonemang. Den kvalitetsbrist som noterades för kontaktpressningar har med största sannolikhet inte orsakat eller bidragit till händelsen.

Summerat kan både kontaktorns brytförmåga och installation ifrågasättas. Kontaktorn är sannolikt inte vald med hänsyn till den ström som uppstår vid uppladdning mot ett kortslutet mellanled.

Vidare måste isolationsavståndet vara dimensioneras utifrån de maximala spänningar som kan uppstå i systemet.

AL1 konstruktion

Jordning av apparatlådan

Av protokollen i avsnitt 8.5.4 framgår att det förts ett resonemang avseende att kablarna inte är avsäkrade från strömskorna till linjebrytaren. Införande av en säkring avskrivs med motivationen att kortslutningsskydd finns i matningsstationerna. Vidare anges att AL är utrustad med en linjebrytare som kan bryta bort ett isolationsfel i lådan.

Vad som inte framgår av mötesprotokollen och som borde ha lyfts fram som underlag till ett beslut är att även linjekondensatorkontaktorn är direkt ansluten till strömskorna. Parallellt över linjebrytaren sitter linjekondensatorkontaktorn i serie med uppladdningsmotståndet, kabeln för denna anslutning är på 16mm². Vid en kortslutning skulle kabeln direkt brännas av med risk för ljusbågar med stora effekter. Ett fel i denna krets kan således inte brytas bort av linjebrytaren

utan måste brytas bort av matningsstationerna. Kablarna är förlagda så att risken för nötskador är liten, men risken bör beaktas.

Det framgår inte heller att det förts något resonemang avseende isolationsavstånd till spänningsförande delar. Enligt protokollen bedöms att risken för överslag med åtföljande ljusbåge är mycket liten, men det görs ingen bedömning huruvida denna risk ökar då lådan jordas.

Genom att jorda lådorna har sannolikheten för, och konsekvensen av, överslag till lådans gods ökat. Detta styrks av de jämförande proven med uppladdning mot kortslutning.

Sannolikt är den genomförda jordningen en bidragande faktor till incidenterna med överslag i AL1 och andra apparatlådor.

Övriga incidenter AL1

Ett flertal övriga incidenter med överslag i AL1 har inträffat:

- Utöver Rinkebybranden har det inträffat ett flertal incidenter med överslag från 700V i AL1.
- Undersökningar som Tågia har gjort visar att ca 30% av C14/15 vagnarna har överslagskador i AL1 vid området kring linjekondensatorkontaktorn.
- Vid undersökningen av AL1 lådan på C1301 noterades gamla överslagskador vid isolerskivan som skall förhindra överslag från linjekondensatorkontaktorn till lådans lucka.
- Utöver problemen i AL1 har överslag också inträffat vid minst två tillfällen i AL5, då från minusanslutningen på spolen till hjälpkraft-omriktarens kontakter.

Den mängd incidenter och stora andelen AL1 lådor med överslagsskador påvisar en mer eller mindre systematiskt förekomst. Det som inverkar på risken för överslag är ett flertal faktorer, det kan vara brister i konstruktionen, brister i underhållet, felaktigt handhavande eller yttre omständigheter. Den utlösande faktorn kan vara en enda men sannolikt så består den av en kombination av flera faktorer.

Viktigt att förstå är att varje överslag från inkommande 700V skulle kunna utvecklas till ett haveri motsvarande 1301´s omfattning, om inte banmatningen bryter spänningen.

Genomförda prov och undersökningar av AL1 efter händelsen

Uppladdningsprov mot kortslutet mellanled

Efter händelsen i Rinkeby har Tågia genomfört prov med uppladdning mot kortsluten linjekondensator (avsnitt 8.4.7). Syftet var att undersöka hur konstruktionen klarar upprepade uppladdningsförsök vid ett fel som kortsluter mellanledet.

Vid kortslutet mellanled kommer en uppladdning aldrig att lyckas eftersom spänningen inte kan stiga över 440 V. Uppladdningssekvensen avbryts efter 1 sekund men ett nytt försök görs så fort villkoren är uppfyllda. I drift innebär detta att ett nytt försök görs vid varje ny start och vid passage av strömgap. Då felströmmen begränsas av linjekondensatormotstånden uppstår ingen onormalt hög ström (max ca 185A vid 770V), felet kan därför aldrig detekteras av banmatningens skydd. Vid proven uppmättes en ström på ca 140A. Under proven användes för att simulera stationsavståndet en inkopplingsfrekvens på 90 sekunder.

Genomförande och resultat av undersökningen:

- AL1 låda enligt befintligt montage med jordad låda, vid det femte uppladdningsförsöket inträffade överslag mellan inkommande 700V och jord. Detta prov upprepades två gånger med olika linjekondensatorer, båda proven gav överslag vid femte försöket.
- AL1 låda enligt ursprungligt montage med elektriskt isolerad låda, efter 10 inkopplingar utan överslag avbröts provet. Spänningen i höljet på AL1 mättes under provet, vid ett tillfälle registrerades en potential på 100-200V.
- AL1 låda enligt befintligt montage men med borttagen frontlucka, efter 6 inkopplingar utan överslag avbröts provet.

Då provet genomfördes på en AL1 låda enligt befintligt montage (jordad låda) skedde överslag vid femte försöket.

Vid varje misslyckad uppladdning bryter linjekondensatorkontakten med full last. Vid brytning uppstår en ljusbåge mellan kontaktorns brytkontakter, genom magnetisk påverkan förlängs ljusbågen inuti ljusbågsskärmen varvid den slocknar. Ljusbågen som uppstår vid brytning ger upphov till värme och gasutveckling och möjligtvis en tryckökning i lådan. Dessa faktorer gör att luften i lådan får försämrade isolationsförmåga och att risken för överslag ökar. Att överslaget sker vid ett frånslag av kontakten kan bero på att det vid brytning av en induktiv ström uppstår en stegring i spänningen. Snabba forcerade brytförlopp av en induktiv ström ger upphov till stora överspänningar. Spänningens storlek beror på induktansens storlek och hur snabbt strömmen förändras (bryts). Överslagen kan också bero på att kontaktorns brytförmåga försämras i och med det upprepade brytningarna och att den till slut inte klarar att bryta ljusbågen.

Lådan var ursprungligen upphängd i isolatorer, isolatorerna avskiljde då elektriskt lådans gods från jord. Då lådans gods var frånskiljd från jord fanns det från början en mindre risk för överslag, och om överslag skedde var risken mindre att ljusbågarna fick fäste så att felet kunde utvecklas. Jämfört med provet på den jordade lådan har det vid detta prov rimligtvis varit större påkänningar från linjekondensatorkontaktorns brytning av strömmen eftersom tio uppladdningsförsök genomfördes, men då konstruktionen i detta utförande har bättre egenskaper avseende isolation skedde inte överslag.

Att ta bort locket på lådan kan jämföras med konstruktionsändring där lådans ventilation avsevärt förbättras. Värme och gaser från brytningen av strömmen ventileras effektivt bort och ingen tryckökning kan ske, dvs. luftens isolationsförmåga bibehålls.

12.3.1 Fysiska spår; Duvbo–Rissne, Rissne, Rinkeby

SHK har undersökt norrspåret från Duvbo till Rinkeby. Mellan Sundbyberg och Duvbo hittades en färsk aluminiumsmälta i norrspåret. Det går inte med säkerhet att fastställa om den kom från vagn 1301 men smältans placering talar för att den skulle kunna komma från ett överslag i Y1.

Vid Rissne fanns färsk aluminiumsmältor och skårspår under den plats där AL1 normalt hamnar där ett Cx-tåg stannar för trafikutbyte. Tillsammans med fakta om att linjebrytarna i Ls Löten och Rinkeby löste ut kan det med säkerhet sägas att det skedde ett överslag i AL1 vid Rissne.

12.3.2 Banmatningens effektbrytare reagerar och slår från

På grund av det avvikande kopplingsläget i kombination med bortkoppling av Ls Rissne matades sträckan av fyra effektbrytare istället för två.

Ls Hallonbergen matade med två parallellkopplade effektbrytare på en onormalt lång sträcka, troligtvis innebar detta att det var på gränsen till att effektbrytarna kunde detektera och frånskilja ett fel i den bortre änden.

Effektbrytarna närmast felet, Ls Löten och Ls Rinkeby, löste ut ett flertal gånger, både då tåget befann sig vid Rissne och vid Rinkeby station, Ls Rinkeby gick till slut i blockad. Trots detta hade det alltid funnits matning till sträckan p.g.a. matningen från Ls Hallonbergen. Återinkopplingarna av Ls Löten och Ls Rinkeby efter att de löst ut hade troligtvis underlättats av matningen från Ls Hallonbergen.

Det faktum att tåget hade varit körbart på sträckan Rissne - Rinkeby visar att spänningen varit över 450 VDC på större delen av sträckan. Felet hade därför inte kunnat vara en permanent stum kortslutning, men p.g.a. det rådande matningsläget hade en avsevärd felström varit möjlig under hela förloppet.

Räddningsfrånkoppling genomfördes på punkt 36, då skulle effektbrytare P3 LS Berghällen, P1 och P3 Ls Löten, P1 Ls Rinkeby och P5 Ls Hallonbergen kopplats från och blockerats. P1 Ls Rinkeby hade redan automatiskt blockerats och genom RFK kopplades P3 Ls Löten bort och blockerades, i detta läge skulle tåget ha blivit strömlöst. På grund av det avvikande kopplingsläget matades sträckan fortfarande av P6 Ls Hallonbergen. RFK i punkt 36 omfattade P5 Ls Hallonbergen men tog inte hänsyn till att effektbrytare P5 och P6 i detta läge var parallellkopplade.

Då P6 Ls Hallonbergen ensam matade hela sträckningen löste dess skydd ut, den gjorde ett frånslag med 3 misslyckade inkopplingsförsök och gick i blockad. I och med detta blev tåget strömlöst.

Om det inte hade varit för det avvikande kopplingsläget hade matningen med största sannolikhet brutits vid Rissne station, på sträckan mellan Rissne och Rinkeby eller strax efter ankomst till Rinkeby station. Om felet varit av sådan art att skydden, mot förmodan, inte automatiskt löst ut hade matningen brutits i och med RFK på punkt 36.

Loggar från ENOK och TIS

I tabellen nedan är informationen från trafikantinformationssystemet och ENOK loggarna samlade. Registreringarna i ENOK är tidsmässigt kompenserade för att stämma med SL-tid, dvs. de är tidigarelagda ca 2 minuter och 30 sekunder mot tidsangivelsen i loggen.

Tabell 6. Sammanställning av händelser.

Klockslag	Tågets position	P3 Ls LÖN	P1 Ls RIB	P5 Ls HAB	P6 Ls HAB
07:55:31	Avgång från Duvbo				
07:56		Två frånslag och två lyckade inkopplingar	Två frånslag och två lyckade inkopplingar		
07:57:54	Avgång från Rissne				
07:58					
07:59					
08:00	Ankomst till Rinkeby	Två frånslag och två lyckade inkopplingar	1 frånslag och 3 misslyckade inkopplingar, effektbrytaren blockerad.		
08:01					
08:02					
08:03		Ett frånslag, lyckad inkoppling på andra försöket			
08:04					
08:05					
08:06					
08:07		Två frånslag och en lyckad inkoppling.			
08:08		Blockerad av RFK		Frånslag och blockerad av RFK	
08:09					
08:10					
08:11					1 frånslag och 3 misslyckade inkopplingar, effektbrytaren blockerad
08:12					

12.4 Samband elmatning och fordon

12.4.1 Kopplingslägets påverkan på händelseförloppet

På grund av det avvikande kopplingsläget hade sträckan mellan Ls Lötén och Ls Rinkeby matats ända fram tills dess att effektbrytare P6 i Ls Hallonbergen löste ut. Med referens till tunnelbanestationerna innebar det en sträcka som påbörjades mellan Duvbo och Rissne och avslutades efter Rinkeby på väg mot Tensta.

Med största sannolikhet inträffade ett överslag i AL1 vid Rissne station. Både Ls Lötén och Ls Rinkeby detekterade ett fel och båda effektbrytarna slog från och till två gånger. Första frånslaget gjordes ca 07:56. Då upprepade frånslag gjordes av båda effektbrytarna hade sannolikt linjebrytaren i AL1 inte lyckats eller inte haft möjlighet att bryta bort felet, felet skulle då brytas bort av banmatningen. Eftersom sträckan matades från Ls Hallonbergen blev strömskenan aldrig spänningslös även om Ls Lötén och Ls Rinkeby var frånslagna samtidigt.

Vid Rinkeby station gjorde Ls Lötén och Ls Rinkeby ytterligare frånslag, det ledde till att Ls Rinkeby gick i blockad 08:02. Efter räddningsfrånkoppling blockerades även Ls Lötén och P5 Ls Hallonbergen 08:08 och sträckan blev slutligen spänningslös efter att P6 Ls Hallonbergen löst ut 08:11.

Det avvikande kopplingsläget hade ingen påverkan på händelseförloppet innan tåget kom in på den aktuella matningssträckan men var sannolikt helt avgörande för utvecklingen i och med att tåget ankom Rissne.

Både Ls Lötén och Ls Rinkeby detekterade felet korrekt och det fanns inget som talade för att skyddet inte skulle ha fungerat om kopplingsläget hade varit normalt. Effektbrytarna skulle med största sannolikhet ha löst ut och begränsat felutvecklingen i ett tidigt skede. Skadorna hade i sådant fall begränsats till mindre skador i AL1 och troligtvis Y1.

12.4.2 Skyddsfunktioner i fordonen

Det allvarligaste som kan inträffa i fordonets elektriska system är om det sker en kortslutning i högspänningskretsen. Felet matas då mer eller mindre direkt av banmatningens likriktarstationer, den mycket höga felström som då kan uppstå måste snabbt detekteras och brytas för att undvika omfattande skador och följdfelet.

Skyddet för den ström som kan uppstå vid kortslutning i fordonets högspänningskrets utgörs av en kombination av skydden i fordonet och skydden i banmatningens likriktarstationer.

Fordonets egna skydd mot kortslutning i traktionsutrustningen huvudkrets utgörs av linjebrytaren i AL1. Linjebrytaren ska skydda mot fel som inträffar i utrustningen placerad *efter* brytaren, men utgör inget skydd för den del av kretsen i fordonet som är placerad *innan* brytaren. Högspänningskretsarna för hjälpkraft skyddas mot överström av säkringar placerade i huvudfrånskiljarlådan. Det är dock alltid skydden i banmatningen som ytterst skall se till att fordonet blir spänningslöst om skydden i fordonet av någon anledning skulle falla.

Den del av fordonets elektriska huvudkrets innan linjebrytaren och hjälpkraftkretsarnas säkringar kan således betraktas som en del av strömskeneanläggningen, den skyddas enbart av skydden i likriktarstationerna.

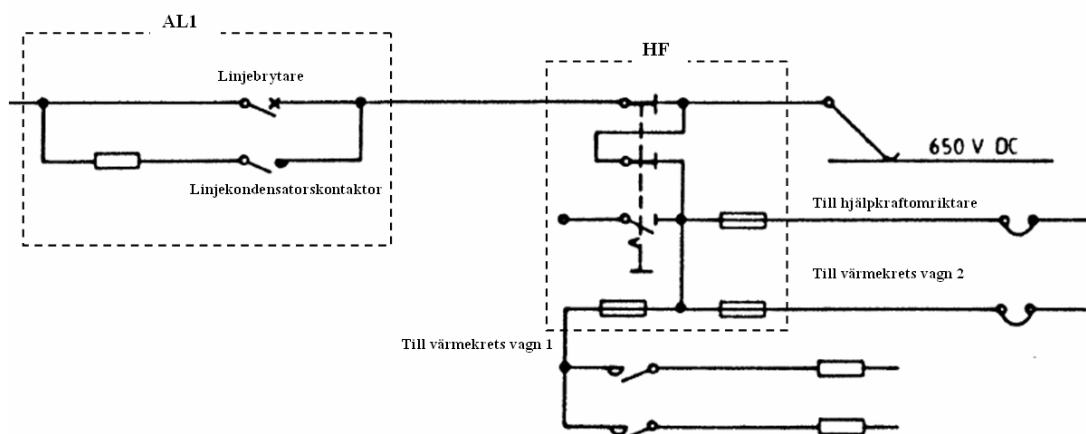


Fig. 24 Vagnens huvudkrets fram till linjebrytaren i AL1.

Överströmsskydd för kortslutning i högspänningskretsen

Fram till linjebrytaren

Kretsen fram till linjebrytaren går från strömskorna, till huvudfrånskiljarlådan och sedan vidare till AL1. Från huvudfrånskiljarlådan distribueras även högspänningen till hjälpkraftskretsarna. De är separat avsäkrade direkt efter huvudfrånskiljaren.

I AL1 ansluts inkommande högspänningskablar på linjebrytaren. Linjekondensatorskontaktorn i serie med uppladdningsmotståndet är parallellt ansluten med linjebrytaren, således är även kretsen fram till linjekondensatorskontaktorn ansluten *innan* linjebrytaren.

Det har i avsnitt 8.5.4 tidigare konstaterats att sträckan från strömskorna till linjebrytaren är lång för att inte vara avsäkrad i fordonet. Detta har motiverats genom att sträckan skyddas av banmatningens likriktarstationer samt att kablarna är förlagda så att risken för nötskador är små. I denna utredning har det inte framkommit något som påvisar att denna lösning skulle vara undermålig. Vid branden i Rinkeby var läget sådant att skydden i banmatningen inte hade möjlighet att detektera felet, vid ett normalt läge bryts spänningen sannolikt i ett tidigt skede och skadorna begränsas. Detta styrks av att de närliggande likriktarstationerna reagerade. Ett möjligt komplement till skydden i banmatningen är att avsäkra inkommande kablar direkt efter strömskorna, en sådan lösning ger ytterligare säkerhet då spänningen bryts oavsett om banmatningens skydd fungerar eller ej.

Med utgångspunkt från kablarnas dimensioner är avsäkringsnivåerna generellt högre än de nivåer som gäller i dagens normer. Jämfört med en lägre nivå för avsäkring innebär det att en högre ström tillåts att gå i kabeln innan skyddet löser ut. Detta innebär en större risk för att kabeln tar skada vid en hög ström och därmed en ökad risk för ljusbågsbildning.

En specifik svaghet avseende kablarna är anslutningen till linjekondensatorskontaktorn. Kabeln har dimensionen 16mm² och är endast avsäkrad med skydden i banmatningen, den skulle med säkerhet brännas av vid en kortslutning med risk för ljusbågsbildning i AL1.

Linjebrytaren

Linjebrytaren placerad i AL1 är huvudskyddet för traktionskretsen i fordonet.

Vid en överström i högspänningskretsen *efter* linjebrytaren så skall linjebrytaren bryta strömmen och frånskilja spänningen från banmatningen.

Enligt de Tekniska bestämmelserna för tillverkningen av C14/C15 så skulle fordonen utrustas med en linjebrytare ”kapabel att bryta högsta förekomna överström $2 * 10 \text{ kA}$ ”.

Utifrån det material som SHK har haft tillgång till under utredningen råder det tveksamheter angående linjebrytarens faktiska brytförmåga.

Dokument från ASEA anger:

- Modell GMMS 415/56
- Brytförmåga: vid 750 VDC på 12 kA $t = 80\text{ms}$ eller 20 kA vid $t = 60\text{ms}$
- Frånslagstid, utan strömbelastning 80ms
- Frånslagstid, överströmsutlösning: 5-9ms

Dokument från Holec anger:

- Modell GMMS 416/11.BBB
- Brytförmåga: Frånslagstester 35 kA = 60ms vid 750 VDC
- Frånslagstid: 80ms
- Överströmsavkänning: 5-9 ms

Linjebrytaren ska vara dimensionerad för att säkert kunna bryta den högst förekommande strömmen (energin) i fordonet. Hur hög den högst förekommande strömmen kan bli i fordonet beror på hur snabbt banmatningens skydd kan detektera och bryta den i systemet högst förekommande kortslutningsströmmen. Om banmatningens skydd inte är tillräckligt snabbt kommer linjebrytaren att försöka bryta en ström över dess brytförmåga. Det är därför väsentligt att skydden i banmatningen och linjebrytaren är anpassade avseende brytförmåga och reaktionstid. Sannolikt uppfyller brytaren de ursprungliga krav som ställdes då fordonet konstruerades, men, det har inte framkommit om linjebrytarens förmåga har omvärderats utifrån eventuellt ändrade förutsättningar till följd av förändringar i matningssystemet (exempelvis höjd överströmsnivå från 6kA till 7kA vid introduktion av C20).

Utredningen har visat att det förekommer skador på linjebrytarna i form av tecken på varmgång vid böjliga ledaren och rörliga kontaktarmen. Linjebrytaren från vagn 1301 är skadad i sin helhet, men de kraftigaste skadorna är koncentrerade i just det område där varmgång noterats. Det är en möjlighet att linjebrytaren havererat internt i ett tidigt skede av händelseförloppet och att detta fel sedan utvecklats vidare till det totala haveriet.

Återställning av en linjebrytare utlöst för överström görs genom att föraren trycker på Å-knappen. Vid tiden för händelsen fanns inga restriktioner för användandet av Å-knappen, den användes godtyckligt av föraren då denne upplevde att tåget gick med reducerad prestanda. Det har också framkommit att linjebrytaren ofta löste ut för överström vid passage av strömgap. Strömgapen leder sannolikt till ett stort antal utlösta linjebrytare som in tur sannolikt leder till att Å-knappen används rutinmässigt.

Efter linjebrytaren

Varje ankarkrets har ett separat överströmskydd, strömmen övervakas kontinuerligt och om den överstiger 500 A öppnas linjebrytaren och tillslag spärras med relälogik, relälogiken återställs med Å-knappen alternativt att fordonet avaktiveras (batterispänning från). Vidare är drivmodulerna skyddade mot överström med säkringar på 800 A. Vid fel i en drivmodul är det möjligt att manövrera modulfrånskiljarna från förarhytten och på så sätt koppla bort den felaktiga modulen.

Avsäkringen för drivmodulkretsarna skulle med dagens normer utifrån kablarnas diameter ha haft en lägre avsäkring.

Om överströmsskyddet för ankarström löser ut öppnas linjebrytaren med hjälp av relälogik, sannolikt finns det då ett fel i kretsen eller i motorerna, kretsen ska då frånskiljas för att begränsa skadorna. Under utredningen har det inte framkommit något som talar för att detta skydd inte fungerar, men, det är sannolikt en stor risk att skyddet felaktigt återställs, antingen av föraren med Å-knappen eller då fordonet avaktiveras.

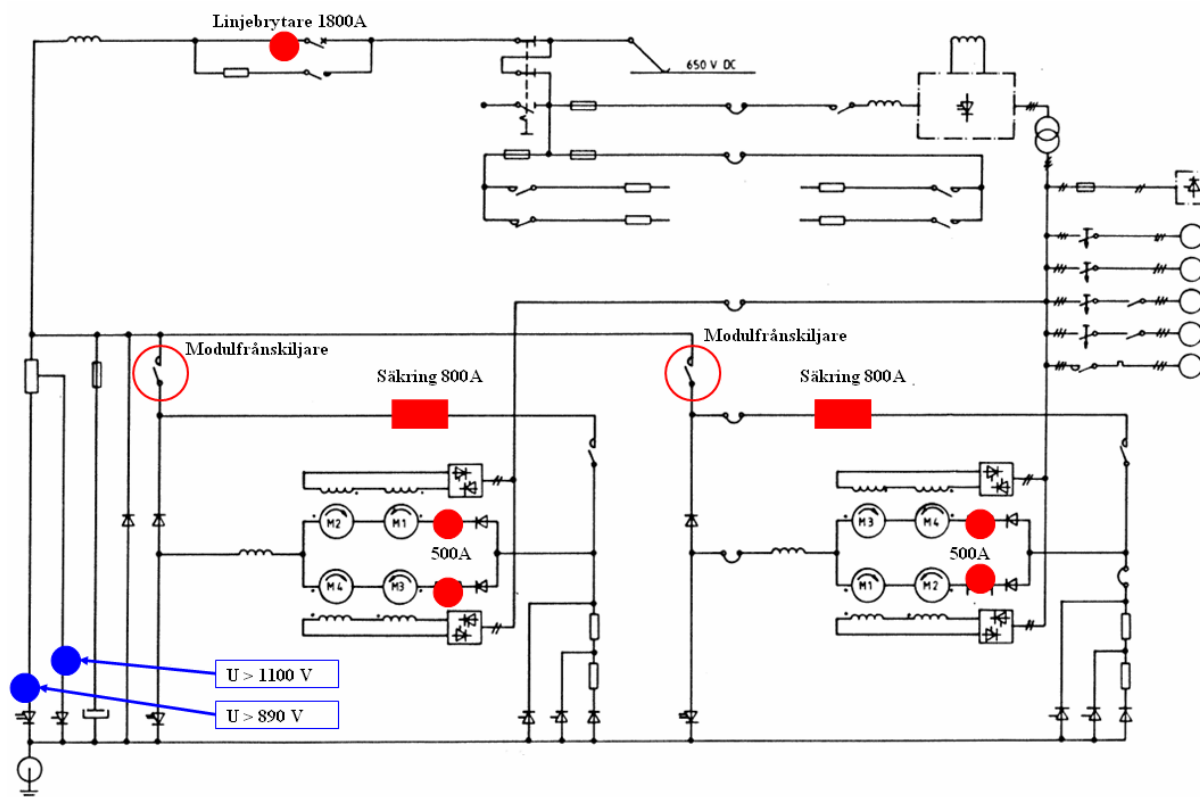


Fig. 25 Skydd mot överström och överspänning i traktionskretsen.

Skydd mot överspänning

Överspänningsomriktaren har fasta skyddsnivåer och ska skydda mellanledet mot skadliga spänningsnivåer. Överspänningsomriktaren är kopplad i serie med bromsmotståndet. Vid överspänning leds en ström genom bromsmotståndet och energin omvandlas på så sätt till värme. Det finns även ett katastrofskydd som har en högre ingreppsnivå än överspänningsomriktaren. Katastrofskyddet kortsluter, med hjälp av en tyristor, mellanledet genom halva bromsmotståndet, samtidigt bryts spänningen till linjebrytarens manöverspole.

För C14/15 registreras i drift många fel från överspänningsomriktaren och bromsmotstånden är ofta överhettade. Sannolikt fungerar skyddet som det ska, men p.g.a. driftmiljön och/eller för snäva ingreppsnivåer utsätts det för en högre belastning än vad det är dimensionerat för. Överbelastningen leder till en hög felfrekvens och överhettade bromsmotstånd.

Trots att skyddet överbelastas uppfyller det sannolikt sin funktion. Om skyddet inte fungerat och släppt igenom skadliga spänningar borde exempelvis skador på mellanledets kondensatorer ha varit vanligt förekommande. Det har inte framkommit något som tyder på detta.

Felindikeringsystem (FI-Systemet)

Fordonen är utrustade med ett mikrodatorbaserat felindikeringsystem som kan användas både passivt och aktivt. I det passiva läget fungerar det som en databas som registrerar och lagrar de på fordonet uppkomna felen. I det aktiva läget utför systemet automatiskt skyddsåtgärder utifrån de fel som inträffar. Logiken i det aktiva systemet bygger på att ett specifikt fel bara skall få inträffa ett visst antal gånger inom en given tidsperiod. Om den satta nivån överskrids vidtar systemet

skyddsåtgärder, exempelvis blockerar tillslag av linjebrytaren eller frånskiljer en av drivmodulerna.

Systemet används endast i passivt läge och det har sannolikt varit så sedan strax efter introduktionen av fordonet. Att använda det aktiva läget innebar för stora driftstörningar och används därför inte. Ett väl fungerande aktivt system hade troligtvis höjt säkerheten utan att äventyra tillgängligheten.

12.4.3 Skyddsfunktioner i fasta elsystemet

Varje effektbrytare har ett automatiskt skydd som möjliggör att den på egen hand kan bryta och blockera matningen till strömskenan. Det automatiska skyddet har olika villkor för att lösa ut:

- Överström, löser ut då strömmen överskrider 7kA
- Strömsprång, löser ut om strömmen ökar 3kA eller mer momentant
- Strömstegring, löser ut om strömmen ökar med minst 20A/s under minst 40ms

Villkoren för utlösning har olika räckvidd. Med räckvidd avses det avstånd från likriktarstationen till ett fel på matningssträckan, på vilket ett fel normalt kan detekteras. Strömsprångsskyddet har en räckvidd på ca 1km, överströmsskyddet ca 2,5 km och strömstegringsskyddet 5-6 km.

Vid utlöst effektbrytare görs automatiskt tre återkopplingsförsök. Det första efter fem sekunder och övriga med 30 sekunders intervall. Efter tre misslyckade återkopplingsförsök i rad, går effektbrytaren i blockad och måste efter det återkopplas manuellt. Eldriftcentralen får då larm om avvikande driftläge. Om ett inkopplingsförsök efter att en effektbrytare har löst ut lyckas, nollställs sekvensen och effektbrytaren har på nytt tre försök innan blockad.

12.4.4 Fordonens användning ändras

Fordonen flyttades från gröna linjen till blåa linjen som både har högre spänning och högre största tillåtna hastighet. Det var känt hos SL, Tågja och Connex att vagnarna ”drog” dåligt och att bromsmotstånden kunde bli överhettade efter flytten till den blåa linjen. Även om bromsmotstånden blev överhettade ansågs detta inte innebära någon brandrisk.

Vad SHK erfar gjordes inte någon dokumenterad riskanalys inför flytten av fordonen till blåa linjen.

12.5 Barriäranalys

Trolig händelse

Ett överslag från 700V i AL1 var med största sannolikhet den utlösande händelsen för de omfattande skadorna. Ljusbågar från ett överslag i AL1 har sedan utvecklats och spridits vidare i underredet.

Det har också inträffat överslag från 700V i Y1 vid skyddsdiöd Y.1.16. Mycket talar för att detta kan ha inträffat i ett tidigt skede av händelseförloppet.

Barriärer

Oavsett om det sker överslag i AL1 eller i Y1 ska felet detekteras och frånskiljas av högspänningskretsens överströmsskydd. Överströmsskyddet utgörs av kombinationen av vagnens linjebrytare samt de skydd som finns i banmatningens likriktarstationer. Det är dock alltid skydden i banmatningen som ytterst ska se till att fordonet blir spänningslöst om skyddet i vagnen misslyckas eller inte har möjlighet att frånskilja felet.

Barriärerna mot den troliga händelsen är således linjebrytaren i AL1 samt skydden i banmatningen.

Vid en eventuell kortslutning i, eller ett överslag vid, diod Y1.16 ska vagnens linjebrytare lösa ut för överström. Normalt ska brytningen av strömmen ske innan banmatningens skyddsnivåer uppnås. I och med att linjebrytaren löser ut för överström blockeras den och ett nytt frånslag är förhindrat tills att den återställs med Å-knappen. I ett läge då linjebrytaren löst ut för överström kan blockeringen ses som en barriär, men då användandet av Å-knappen inte var begränsat, och mer eller mindre skedde på rutin, är det sannolikt att barriären generellt inte fungerar. Om en linjebrytare återställs utan att orsaken till dess överströmsutlösning har undersökts finns det risk att ett primärt fel vidareutvecklas och följdfelet uppstår.

I AL1 skyddas kretsen *efter* linjebrytaren av linjebrytaren och skydden i banmatningen, kretsen *innan* linjebrytaren skyddas enbart av skydden i banmatningen. Då skadorna är omfattande är det omöjligt att avgöra var i AL1 som det inledningsvis skedde överslag. Det går därför inte att avgöra om vagnens linjebrytare överhuvudtaget hade möjlighet att frånskilja felet.

Både vid Rissne och Rinkeby tunnelbanestationer reagerade skydden i Ls Löten och Ls Rinkeby. De reagerade då med största sannolikhet på överslaget i AL1 lådan. Vagnens linjebrytare hade då misslyckats att bryta bort felet eller så hade den inte haft möjlighet.

Oavsett om barriären linjebrytaren fallerat eller ej är det i detta läge banmatningens skydd som skall gripa in och bryta spänningen.

På grund av det avvikande kopplingsläget var den barriär som skulle koppla bort felet satt ur spel. Att skadorna blev omfattande berodde helt och hållet på att banmatningens spänning inte bröts förrän efter en lång tid.

Ls Löten och Ls Rinkeby är de likriktarstationer som enbart skulle ha varit inkopplade på matningssträckan om banmatningen hade varit i ett normalläge. Att skydden i båda stationerna löste ut visar att sträckan med största sannolikhet skulle ha blivit spänningslös om det inte varit för det avvikande kopplingsläget. Det avvikande kopplingsläget gjorde att sträckan även matades av Ls Hallonbergen som inte hade möjlighet att detektera felet.

Om banmatningen hade varit i ett normalläge hade sannolikt barriären fungerat som tänkt. Felet hade då detekterats i ett tidigt skede och skadorna hade med största sannolikhet varit begränsade till mindre fordonsskador.

Förutsatt att linjebrytaren inte är skadad har den sannolikt inga problem att bryta den felström som skulle uppstå vid en kortslutning i diod Y.1.16. Men, det är en risk att den blir felaktigt återställd och att felet för möjlighet att vidareutvecklas.

Slutsatser

Det är viktigt att förstå att en del av vagnens utrustning enbart skyddas av skydden i banmatningens likriktarstationer, och det är kombinationen av banmatningens skydd och fordonets linjebrytare som utgör det totala skyddet. Brytförmågan i likriktarstationerna måste därför vara anpassade med brytförmågan i vagnens linjebrytare. Om så inte är fallet finns det en risk att linjebrytaren får bryta en ström över dess förmåga. Den kan i så fall inte betraktas som en barriär för alla möjliga felfall.

Förutsatt att banmatningen är i ett normalt läge har det inte framkommit något som talar för att kombinationen av skydden inte fungerar som det är tänkt. Denna utredning har dock inte i detalj studerat hur skydden i likriktarstationerna är matchade med vagnens linjebrytare för nuvarande driftmiljö.

Generellt är avsäkringsnivåerna för kablarna i huvudkretsen högre än enligt dagens normer, men förutom kabeln till linjekondensatorskontaktorn anses risken för ljusbågsbildning vid kortslutningsström som liten.

Sammantaget kan anses att fordonet har en acceptabel skyddsnivå med undantag av kretsen fram till linjebrytaren. Brister i konstruktionen gör att sannolikheten för överslag innan linjebrytaren är stor, det finns då bara en barriär som skyddar mot allvarliga konsekvenser. Det är även mycket som talar för att utlösta skydd blir felaktigt återställda samt att det finnas brister i ingreppsnivåer med hänsyn till den rådande driftsituationen.

Om utlösta skydd blir felaktigt återställda måste detta anses allvarligt. Risken är då stor att ett från början litet fel utvecklas och att följdfel uppstår. Sannolikt har detta ett samband med att skydd löser ut när de inte borde, exempelvis då linjebrytare löser ut för överström vid passage av strömgap.

12.6 Sammanfattande slutsatser

Med all sannolikhet har branden startat genom att ljusbågar har uppstått i underredet. Från primära ljusbågar har sekundära ljusbågar utvecklats och spridits vidare, av värmeutvecklingen från ljusbågarna uppstår brand.

Att ljusbågar ursprungligen uppstått innebär att det måste ha skett ett överslag mellan inkommande 700V och någon elektriskt ledande detalj i det elektriska drivsystemet som normalt inte är spänningssatt och som har förbindelse med jord.

Skadorna på vagn 1301 är så omfattande att det inte är möjligt att avgöra exakt var och varför det ursprungliga överslaget har inträffat. Men trots skadornas omfattning är det möjligt att dra vissa slutsatser.

Ett överslag i AL1 är med all sannolikhet det som orsakat den omfattande fördölsen. Med undantag från överslag i Y1 har övriga skador sannolikt uppkommit p.g.a. sekundära ljusbågar och av värmeutvecklingen i branden.

Det går inte att med säkerhet fastställa händelseförloppet, men troligt är att det i ett första skede sker ett överslag i Y1. Till följd av detta inträffar sedan överslag i AL1, det kan till exempel ha inträffat vid ett försök till att bryta felströmmen vid överslaget i Y1 eller vid försök till uppladdning mot en kortslutning i Y1.

Ett möjligt scenario skulle kunna vara att ett kraftigt överslag inträffade i Y1 mellan Sundbyberg och Duvbo. Linjebrytaren i AL1 löste ut och lyckades bryta felströmmen innan banmatningen detekterade felet. Orsaken till överslaget kunde då vara ett haveri av skyddsdiод Y.1.16 som orsakade överslag och en kortslutning av mellanledet.

Vid start vid Rissne station gjordes uppladdningsförsök mot kortslutningen. Det skedde då ett överslag från linjekondensatorkontaktorn till lådans gods. Linjebrytaren hade då ingen möjlighet att frånskilja felet och banmatningens effektbrytare reagerade. Föraren måste ha tryckt på Å-knappen efter att den hade löst ut för att en ny uppladdning skulle ha kunnat initieras. Innan Rissne station kunde även ett uppladdningsförsök ha gjorts vid det strömgap som passerades vid Ls Löten.

Då banmatningen, p.g.a. det avvikande kopplingsläget, inte hade möjlighet att bryta spänningen kunde felet utvecklas vidare under färden till Rinkeby, möjligtvis uppträdde överslagen till en början intermitterent. Vid Rinkeby fick ljusbågarna ordentligt fäste, de spreds vidare i underredet och brand utvecklades.

Om banmatningen varit i ett normalläge hade matningen sannolikt brutits i ett tidigt skede, skadorna på vagnen hade i så fall inte blivit så omfattande, troligtvis hade det endast blivit begränsade skador från överslag i AL1 och/eller Y1.

Det kontrollprogram som SL genomförde efter händelsen i Rinkeby visade att det systematiskt förekom underhållsrelaterade brister som direkt ökade risken för överslag i AL1. Det var sannolikt att även vagn 1301 hade liknande brister och på så vis sannolikt att det faktiska underhållsläget kunde ha varit en bidragande eller utlösande faktor för ett överslag i AL1.

12.7 Utrymningen

12.7.1 Trafikledningscentralens förmåga att genomföra och leda en effektiv utrymning

När branden inträffade var trafikledningscentralen bemannad med en trafikledare samt en ställverksoperatör med elev. Förutom dessa fanns även en sambandsoperatör på trafikledningscentralen.

Från början uppfattades inte situationen som allvarlig utan betraktades som om det ”bara” rörde sig om en rökutveckling i en vagn. Vid tiden för händelsen var det inte ovanligt med rökutveckling från överhettade bromsmotstånd. Därmed fördröjdes larmning och utrymning av stationen.

För att effektivt kunna genomföra och leda en utrymning behöver trafikledaren först få information om händelsen för att kunna fatta beslut om att utrymning ska ske. När väl beslutet att utrymma är fattat måste trafikledaren utföra ett antal åtgärder för att kunna genomföra och leda utrymningen på ett effektivt sätt. Baserat på den information som trafikledaren har fått ska denne fatta beslut om i vilken riktning utrymningen ska ske, antingen via den ordinarie vägen till stationen eller genom nödutgångar inne i tunnlarna. Om utrymningen ska ske genom tunnlarna måste trafikledaren säkerställa att strömskenan är fränkopplad innan utrymningen kan ske. Därutöver måste trafikledaren larma räddningstjänsten, informera spärrexpeditör och sambandsoperatören, kalla ut resurser enligt larmlista, ombesörja att det görs utrop om utrymning av stationen m.m.

Trafikledaren hade ingen checklista till sin hjälp för att kunna utföra alla de åtgärder som låg på honom. Ställverksoperatören har normalt inte heller någon utbildning för att kunna hjälpa trafikledaren vid en stressad situation. Avsaknaden av en checklista för de åtgärder som ska göras kan medföra att vissa åtgärder glöms bort vid en stressad situation, eller att de utförs i fel ordning.

I stationssäkerhetsinstruktionen anges att stationspersonalen omedelbart ska larma TLC vid kraftig rökutveckling eller brand. Vidare ska bl.a. all inpassering avbrytas trafikanter informeras och stationen utrymmas enligt order från TLC.

När spärrexpeditören fick kännedom om branden från resande som kom upp från tunnelbanan kontaktade han TLC. Istället för att be spärrexpeditören att utrymma stationen bad trafikledaren spärrexpeditören att gå ned till tåget och hjälpa föraren. Spärrexpeditören öppnade grinden för fri passage och på vägen ned till tåget hade han också trafikanter bakom sig som skulle till plattformarna. I och med att grinden öppnades för fri passage fanns det fortfarande en möjlighet för trafikanterna att komma ned till plattformarna trots att det fanns ett brinnande tunneltåg vid plattformen.

Sammantaget kan sägas att vid en komplex och stressad situation såsom en brand i tunnelbana är det många beslut som ska fattas och många aktiviteter som ska göras av trafikledaren själv inom en relativt begränsad tidsperiod. Om trafikledaren blir ”överbelastad” med arbete finns det ingen annan person som har utbildning och kompetens att avlasta trafikledaren med arbetsuppgifter som normalt åligger denne att utföra.

12.8 Räddningsinsatsen

12.8.1 Alarmering och utryckning

Efter att det första larmsamtalet inkom tog det knappt fyra minuter till utlarmningen påbörjades. För att vinna tid och inte fördröja räddningsinsatsen hade utlarmningen kunnat påbörjas redan under det mer än tre minuter långa samtalet med den hjälpsökande. Det var inget som hindrade att en första utlarmning av den närmast belägna brandstationen kunnat påbörjas inom någon minut från besvarat 112-samtal. För att vinna tid kan t.ex. rutinen med s.k. förlarm användas. Det innebär kortfattat att den närmast insatsklara räddningsenheten utlarmas utan att intervjun med den hjälpsökande behöver ha avslutats.

Ledningsoperatören graderade ner larmet till ett s.k. undersökningslarm i samråd med inre befäl. Omprioriteringen gjordes mot bakgrund av hur uppgifterna under 112-samtalet uppfattades. Larmplanen för "brand i tunnelbanan" var dock inloggad i ärendet innan första utlarmning påbörjades. Men planen har sedan inte följts. Ledningsoperatören hamnade i en stressituation när han några minuter senare förstod allvaret i händelsen. I efterhand bedömer ledningsoperatören att han helt enkelt glömt bort att följa upp åtgärderna i larmplanen.

Nedgraderingen av larmet och avvikelser från larmplanen medförde att otillräckliga och försenade räddningsresurser utlarmades i ett första skede.

Konsekvenserna av att larmplanen inte följdes har inte hindrat genomförandet av nödvändig räddningsinsats trots att det utifrån larmplanen försenades med utlarmning av rökdykare, luftpaket och bårutrustning som förstärkningsresurser. Situationen klarades ändå ut beroende på att räddningsuppdraget inte krävde större resurser än vad som vid tillfället fanns tillgängliga på brandplatsen.

Tidsfördröjningen som uppstod hade varit allvarlig och klart kunnat begränsa en mer omfattande insats som behövts om människor inte kunnat utrymma på egen hand. I det fallet hade krävts omfattande rökdykarinsatser tidigt under insatsen.

12.8.2 Insats på skadeplats

Den mycket långa inträngningsvägen ner till tunnelplanet och uppgiften i inledningsskedet att tre personer saknades ställde stora krav på snabb organisation av skadeplatsen, vilket också genomfördes. Situationen med kraftig rökutveckling från entrén till T-banestationen kombinerat med långa inträngningsvägar och stora utrymmen långt under markplanet innebar särskilda risker och svårigheter i det initiala räddningsarbetet för rökdykarna.

Eftersom utrymningen av T-banestationen i stort sett redan var genomförd när den första räddningsstyrkan från Kista kom till platsen återstod i praktiken uppgifterna att genomsöka och kontrollera om det fanns personer kvar och att lokalisera och släcka branden i tunnelbanetåget.

Instruktioner och tillgängliga planer har i stort sett följts under insatsarbetet och samverkan med polis, sjukvård och SL/Connex fungerade väl. De mindre avvikelser som gjordes från säkerhetsinstruktionen för rökdykning berodde på den resursbrist på rökdykare som rådde initialt och den stress som upplevdes i början när uppdraget innebar livräddning. Avstegen var medvetet gjorda och har inte inneburit några betydande risker för berörd räddningspersonal.

I ett annat läge där utrymningen inte varit genomförd utan flera personer hade befunnit sig kvar i tåget, på plattformen, i rulltrappor eller i biljetthallen hade situationen varit helt annan och räddningsarbetet hade fått en mycket allvarligare karaktär. Även en mer omfattande brand i tunnelbanevagnen hade inneburit en situation med större mängd rök som försvårat utrymningen och räddningsinsatsen. Rökdykare hade då saknats och man hade inte haft resurser för akut omhändertagande av rökskadade.

Av brandens förlopp framgår att ett scenario med personer kvar i T-banestationen och/eller en mer omfattande brand inte kan betraktas som omöjligt. När de sista resenärerna tog sig upp via rulltrapporna och ut via biljetthallen var sikten endast 1-2 meter och rökridån i rulltrapporna kompakt.

Bristen på räddningsresurser inledningsvis hade medfört betydande konsekvenser för räddningsarbetet. Det kan inte uteslutas att människor i ett läge med en mer omfattande brand kunnat skadas allvarligt eller omkommit.

Även med stora räddningsresurser på platsen har brandförsvaret begränsade möjligheter att i samband med en brand rädda ett större antal människor som själva är oförmögna att ta sig ut ur en T-banestation. Förmågan med en omfattande rökdykarinsats påverkas givetvis av antalet och avstånden till de nödställda samtidigt som brandens omfattning och möjlighet till brandgasventilation ger olika förutsättningar att lyckas. I samband med olyckan saknades väsentliga förutsättningar i gällande planläggning, utbildning, taktik och det byggnadstekniska utförandet för att lyckas rädda fler än enstaka medvetlösa människor från ett rökfyllt tunnelplan.

Det är inte realistiskt att en brand i T-banans underjordsanläggningar ska behöva leda till att en manifest livräddningssituation tidigt ska behöva uppkomma. Räddningsinsatser måste kunna planeras utifrån ett scenario där ett större antal människor själva har förmågan att ta sig ut i det fria. Anläggningssäkerheten måste därför utformas på ett sådant sätt, exempelvis genom byggnadstekniska eller andra förebyggande åtgärder, så att en snabb utrymning kan genomföras av människor på egen hand utan att hindras av rökutvecklingen och utan att behöva livräddas av räddningstjänstens rökdykare.

12.8.3 Brandventilation och utrymning

Förhållandet att primära utrymningsvägar från tunnelplanet via rulltrapporna även fungerade som brandventilationsschakt var direkt olämpligt. Konsekvenserna av ett sådant utförande innebär att värme och brandgaser leds ut samma väg som används för resenärernas utrymning. En sådan utrymningsväg kan snabbt bli omöjlig att använda för personer som behöver sätta sig i säkerhet. Redan en begränsad brand, som fallet var i Rinkeby, genererar tillräckligt med brandgaser för att utrymningen tidigt ska äventyras. Situationen som uppstår kan beskrivas som utrymning av resenärer genom en ”skorsten” med rök. En utrymningsväg för trafikanterna från tunnelplanet, t.ex. rulltrapporna, måste hållas fri från brandgaser under minst den tid som krävs för en säker utrymning.

Trafikpersonalen har en nyckelroll vid en brand. Rätt agerande från tunneltagförrare och spärrvakter kan bidra till att en utrymning genomförs tidigt, snabbt och i rätt riktning i förhållande till riskerna från branden.

12.8.4 Övning och utbildning för insatser i tunnelbanan

Stockholms brandförsvaret saknade vid tiden för olyckan en samlad strategiskt formulerad utbildnings- och övningsplanering som återspeglade de risker eller riskmiljöer som fanns och som räddningsstyrkorna hade att möta i sitt arbete.

Som framgår av faktaredovisningen fanns brister i genomförandet av både metod- och tillämpningsövningar för tunnelbanan. Undantaget var de återkommande orienteringsövningar som räddningsstyrkorna gjorde framförallt på objekt inom sina egna utryckningsdistrikt.

Det är högst motiverat att, mot bakgrund av tunnelbanans kvalificerade risker, prioritera brandförsvarets utbildning och träning för just den här typen av anläggningar. Det kan samtidigt noteras att behovet av samordnade insatser från samhällets räddningsorgan bedöms ha ökat i och med olika terrorhändelser utomlands de senaste åren. Här bör givetvis Stockholm Brandförsvaret tillsammans

med sjukvården, Polismyndigheten, SL och trafikentreprenören samt Stockholms kommun vara förberedda och tränade för en ev. komplex och allvarlig olycka eller extraordinär händelse.

För att få en samlad syn och tillämpning på strategiskt viktiga utbildningsmoment bör det vara mer effektivt för Stockholms Brandförsvaret att organisera dessa utbildningsfrågor centralt inom förvaltningen istället för att lämnas till respektive distrikt utan närmare styrning eller uppföljning. Centrala utbildningsprioriteringar kan då göras utifrån riskanalyser i kommunen och kompetensanalyser i organisationen. Samordning i viktiga utbildnings- och övningsfrågor bör även som nämnts ovan göras tillsammans med andra samverkande räddningsorgan. Utbildning och övning är strategiskt avgörande komponenter för att kunna genomföra kvalificerade räddningsinsatser.

12.8.5 *Ledningsstöd under insatsen*

Från det yttre och inre stabsarbetet utfört på skadeplatsen och i ledningscentralen finns endast summariska anteckningar att ta del av. Anteckningarna redovisar inte fattade beslut och andra väsentliga åtgärder som vidtagits under insatsen. De operatörer och andra som deltog i ledningsarbetet befann sig givetvis under tidspress i samband med den komplexa insatsen och hade därför svårt att hinna notera skeendet på ett tillförlitligt sätt. Det är dock väsentligt att kunna följa upp lednings- och räddningsarbetet både under insatsen och efteråt. Det höjer effektiviteten och säkerheten i räddningsarbetet och det minimerar riskerna för dubbelarbete och bristande resursutnyttjande. Brandförsvaret kan öka sin förmåga genom att förbättra formerna för ledningsdokumentationen vilken kan användas som ett viktigt stöd i ledningsarbetet och för att kunna följa upp räddningsarbetet. Dokumentationen behövs också för den egna utredningen som ska utföras efter avslutad insats enligt 3 kap 10 § i LSO.

12.8.6 *Taktik och metoder för räddningsinsatser i tunnelbanan*

Förhållandet att Stockholms Brandförsvaret i samverkan med sjukvård och polis samt SL och Connex saknade gemensam taktisk planering för olika olycksscenarioer i tunnelbanan och inte heller tränade för sådana insatser innebar risk för begränsad kvalitet och effektivitet vid behov av ett mer komplext räddningsuppdrag.

Den erfarenhet och kompetens som räddningsledning och räddningspersonal förvärvat under årens lopp och som i första hand grundar sig på mindre insatser av incidentkaraktär har utvecklat ett taktiskt förfarande och en praxis som används vid insatser i tunnelbanan. Denna praxis användes även vid aktuell brand i Rinkeby.

Vid en mer komplex olycka och räddningsinsats med mer dramatiska utrymningsförutsättningar och eventuellt samtidig brand kommer räddningsstyrkan att hamna i ett taktiskt underläge. För att motverka detta krävs väl genomförda förberedelser och träning för denna typ av situationer. Detta saknades till väsentliga delar före branden. Om planering och övning för den här typen av händelser inte kommer till genomförande kan betydande skador uppstå i onödan vid en ev. kommande olycka samtidigt som det också kan innebära att räddningspersonalen utsätts för onödiga risker.

Nödvändiga åtgärder bör ske i samverkan mellan Stockholms Brandförsvaret, sjukvården, Polismyndigheten, SL/Connex och Stockholms kommun.

12.8.7 Sammanfattning av räddningsinsatsen

- a) Det tog knappt fyra minuter från första larmsamtal till dess att utlarmningen påbörjades
- b) Larmplanen för ”brand i tunnelbanan” följdes inte
- c) Insatskortet användes under räddningsinsatsen
- d) Medvetet avsteg gjordes från säkerhetsinstruktionen vid rökdykning
- e) Utrymning av stationen var redan gjord när räddningstjänsten kom till platsen.

12.9 Säkerhetsstyrningen för tunnelbanesystemet

12.9.1 Analyskriterier – vad är en god säkerhetsstyrning?

En god säkerhetsstyrning innebär att företaget har kontroll över den verksamhet som företaget bedriver, den verksamhet som entreprenörer bedriver samt kontroll över de produkter av betydelse för säkerheten som används. Säkerhetsstyrningssystemet är avsett att trygga en säker verksamhet. Vidare ska ett system för säkerhetsstyrning bl.a. innehålla regler och rutiner, beskriva roller och funktioner som är av betydelse för säkerheten, rutiner vid olyckor och tillbud.

För att kontrollera hur säkerhetsstyrningssystemet fungerar används systemrevisioner som innebär systematiska undersökningar för att kunna avgöra om bl.a. säkerhetspåverkande aktiviteter och tillhörande resultat överensstämmer med vad som har planerats.

En grundläggande förutsättning för god säkerhetsstyrning och säkerhetskultur är att det finns en tydlig avtals- och regelstruktur som anger ansvar för säkerhetsfrågor och som också sätter gränser för vad som är säkert beteende. Gällande föreskrifter för tunnelbana och spårväg anger att det ska finnas ett system för säkerhetsstyrning, det ska utövas av ledningen, följas upp och dokumenteras och vidare att entreprenörers verksamhet ska följas upp med avseende på säkerhet. Likaså ska samarbetsförhållanden som påverkar säkerheten definieras och dokumenteras. Föreskrifterna ger inte en konkret vägledning om vad detta innebär och hur det ska genomföras.

12.9.2 SL som beställare

SL har ett övergripande ansvar för kollektivtrafiken i Stockholms län.

SL Infrateknik var spårinnehavare för tunnelbanans spår samt tillhandahöll tunnelbanevagnarna, dvs. hyrde ut dem till trafikentreprenören.

Enligt BV-FS 1996:1 var det SL Infrateknik som hade ansvaret för säkerhetsstyrningen av verksamheten för tunnelbanans infrastruktur. Detta innebar att SL Infrateknik skulle utfärda regler, instruktioner m.m. som entreprenörerna var skyldiga att följa såsom trafiksäkerhetsinstruktionen och underhållsföreskrifter.

Enligt SL ställde de krav i avtalen på att entreprenörerna skulle bryta ned SL:s säkerhetspolicy till mätbara mål.

SL genomför veckovis besök hos trafikutövare och entreprenörer för att se hur verksamheten fungerar.

12.9.3 Ägarstyrning, avtal och säkerhetsorganisation för fordonsunderhåll

Det var SL Infrateknik (numera SL:s Teknikenhet) som ägde de fordon som användes i tunnelbanan medan det var trafikutövaren, i detta fall Connex, som hade ansvaret för att de fordon som användes i verksamheten var av sådan beskaffenhet att skador till följd av verksamheten förebyggdes.

Fordonen underhölls av Tågia som ägdes gemensamt av SL, Connex och dåvarande Adtranz. I detta fall kunde det uppstå en intressekonflikt mellan de olika intressenterna i företaget eftersom Tågia och Adtranz skulle vara vinstdrivande medan SL skulle ha ett nollresultat.

Det upprättades ett avtal mellan SL, Connex och Tågia som innebar att Tågia skulle för SL:s räkning ansvara för spårfordonen och genomföra visst underhåll. Tågia skulle sedan till Connex tillhandahålla driftfärdiga och driftsäkra tåg.

Avtalsstrukturen mellan de olika parterna upplevdes som rörig och komplicerad, äldre avtal måste sammanfogas med nya avtal.

Connex upplevde att SL Infrateknik gjorde tekniska konstruktionsförändringar direkt gentemot Tågia utan att Connex fick kännedom om dessa. Att Connex inte fick kännedom om förändringarna kunde innebära att Connex inte fullständigt kunde ta det ansvar som denne hade som trafikutövare.

I flera intervjuer som har genomförts av MTO-Psykologi har det framkommit att det fanns en uppfattning om att Connex inte hade något ansvar för de fordons-tekniska frågorna och inte behövde ha någon kompetens för detta.

12.9.4 Connex säkerhetsorganisation

Connex hade som trafikutövare ett eget system för säkerhetsstyrning som förutom de av SL utgivna reglerna även innehöll Connex trafiksäkerhetsinstruktion, handböcker m.m. Säkerhetsordningen innehöll även en säkerhetspolicy som hade undertecknats av VD. Dock innehöll säkerhetsordningen inga rutiner för internrevisioner och uppföljningar.

Hos Connex fanns en gemensam säkerhetschef för hela Sverige samt fyra säkerhetsinspektörer var avdelade för verksamheten i Stockholm.

MTO Psykologis rapport visar att det vid tiden för händelsen fanns brister i säkerhetsstyrningen hos Connex. Bl.a. saknades rutiner för internrevisioner och uppföljning av verksamheten.

12.9.5 Tågias säkerhetsorganisation

Det fanns vid tiden för händelsen en säkerhetschef men denne hade inget tydligt mandat och Tågias säkerhetsstyrning var inte utvecklad. Det saknades uttalade säkerhetsmål och säkerhetspolicy från ägarna. Tågia arbetade enligt SL:s föreskrifter och den egna säkerhetsordningen.

12.9.6 Drift och underhåll m.m. för det fasta elsystemet och banmatningen

SL Infrateknik hade lagt ut ansvaret för underhållet av elsystemet på entreprenören Banverket Produktion. Dock hade SL Infrateknik valt att inte delegera ansvaret för kopplingslägen till Banverket Produktion eftersom det var en relativt ny entreprenör. Ansvaret låg istället på en utpekad person på SL:s eldriftcentral.

12.9.7 Roller och ansvar

MTO Psykologis rapport (bilaga 3) visar att det har skett omorganisationer och förändringar i olika steg hos SL och i tunnelbanan. De avtal som har upprättats mellan beställare och leverantör har förändrats och det har inte funnits tid att utvärdera vad de olika avtalen har inneburit. Roller och ansvar har varit otydliga och det har varit otydliga ansvarsförhållanden och gränsdragningar mellan de inblandade parterna. T.ex. gjorde SL som fordonsägare beställningar hos underhållsentreprenören Tågia som påverkade Connex utan att Connex fick information om förändringen.

I rapporten framkommer vidare att det fanns oklarheter om vilka fel och brister som krävde ombyggnader och konstruktionsförändringar för att de inte skulle betraktas som säkerhetsfarliga. Det fanns även oklarheter beträffande vilka brister som kunde hanteras med underhållsåtgärder. Problemen med C14-vagnarna ansågs som driftsrelaterade och inte som säkerhetsrelaterade. Kända problem som i sin tur kunde medföra säkerhetsproblem, såsom användandet av ”Å-knappen”, åtgärdades inte.

Det har saknats en heltäckande struktur för säkerhetsstyrning med förankring framför allt mellan företagen för hantering av gemensamma risker, men även inom företagens högsta ledning, då främst hos Tågia och Connex.

Enligt MTO-Psykologis rapport ansåg de flesta att AB SL hade ett helhetsansvar för säkerheten eftersom det var de som var avtalspart i förhållande till kunderna. Det saknades tillräckliga metoder och verktyg för att ta helhetsansvaret och också för att hantera delade risker. Säkerheten hade utövats med hjälp av interna instruktioner som utgivits av SL stab säkerhet som övriga entreprenörer är skyldiga att följa och i vissa fall, t.ex. för Connex hade egna tilläggsföreskrifter tagits fram.

12.10 Myndigheternas tillståndsgivning och tillsyn

12.10.1 Ansvarsfördelning enligt respektive lagstiftning

Enligt vid händelsen gällande BV-FS 1996:1 var det respektive verksamhetsutövare som själv hade ansvaret för sin egen verksamhet och skulle utöva säkerhetsstyrningen.

AB SL, som varken var spårinnehavare eller järnvägsföretag, utfärdade regler som skulle följas av spårinnehavaren och trafikutövaren. Dessa skulle i sin tur utfärda egna regler för att kunna trygga en säker verksamhet. AB SL hade vid tiden för händelsen inget tillstånd som spårinnehavare utan detta var SL Infrateknik. SL Infrateknik tillhandahöll fordonen åt trafikutövaren (trafikentreprenören), i detta fall Connex.

Trafikutövaren hade i sin tur ansvaret för att planera och genomföra trafiken och tillse att fordonen var i trafiksäkert skick. För att kunna ta det ansvaret behöver trafikutövaren kunna ha kontroll över underhåll och ombyggnader av fordon.

Det fanns ingen som hade det totala ansvaret för säkerhetsstyrningen inom tunnelbanan utan varje verksamhetsutövare hade ansvaret för sin egen del av verksamheten.

12.10.2 Utvecklad lagstiftning

De krav som idag finns för säkerhetsstyrning inom tunnelbana och spårväg är alltför övergripande. Kraven bör konkretiseras och utvecklas. Eftersom tunnelbanan idag består av flera olika verksamhetsutövare finns det ett behov av att en verksamhetsutövare har ansvaret för att hantera gemensamma risker inom ett system. Detta krav finns exempelvis på en infrastrukturförvaltare inom järnväg.

13 SLUTSATSER

13.1 Orsaker till olyckan

Den direkta orsaken till olyckan var ett elektriskt överslag i fordonet kombinerat med att banmatningens skyddsfunktioner var satta ur spel.

Bakomliggande orsaker var att frånskiljare 3335-33411 hade lagts i avvikande läge (sluten) i samband med förberedande arbeten för SNOK-systemet och inte påverkades av den räddningsfrånkoppling som trafikledaren utförde.

Organisatoriska orsaker var att det inte fanns ett system som säkerställde att kopplingslägen var korrekta utifrån planerat läge. Det saknades en integrerad säkerhetsstyrning för de företag som verkade inom tunnelbanan vilket innebar att gemensamma risker inte hanterades.

13.2 Övriga iakttagelser

Om det hade varit behov av att genomföra en rökdykarinsats för att släcka branden eller livrädda personer som kunde ha befunnit sig kvar i tåget hade en sådan insats fördröjts eftersom den trycksatta slangen inte räckte längre än till början av plattformen.

När trafikbefälet kom till plattformen i Rinkeby fanns det fortfarande trafikanter på plattformen. Trots att flera trafikanter på väg ned till tunnelbanan i Rinkeby både såg rök och uppfattade röklukt fortsatte de ned till plattformen.

14 VIDTAGNA ÅTGÄRDER

14.1 Genomförda åtgärder

Enligt AB SL har SL vidtagit bl.a. följande åtgärder tillsammans med Connex gällande fordon av typen C14/C15:

- Sekvensövervakning på fordon
- Genomfört kontrollprogram
- Oberoende riskbedömning av C14 gällande kombinationen fordon – bana - underhåll

Enligt SL har följande åtgärder vidtagits på banmatningssystemet:

- Eldriftövervakningssystemet ENOK har ersatts med ett nytt system
- Återinkopplingen av de till banan utmatande likströmsbrytarna har byggts om så att de går i blockad efter tre inkopplingsförsök som sker inom en minut
- Eldriftledningen har kopplingsansvaret och leder alla kopplingar som utförs på SL:s banor
- I tunnelbanan pågår installationen av nya fjärrmanövrerade och fjärrindikerade frånskiljare. De nya frånskiljarna styrs av eldriftledningen.

Connex har utfärdat restriktioner för användandet av Å-knappen. Föraren måste begära tillstånd av trafikledaren för varje gång som Å-knappen skulle användas och uppgifterna registrerades.

15 REKOMMENDATIONER

Transportstyrelsen rekommenderas att se över behovet av en tydligare reglering för krav på säkerhetsstyrningssystem, godkännande av tekniska system och hantering av gemensamma risker för verksamheter där det finns flera olika verksamhetsutövare, exempelvis tunnelbanan (*RJ 2009:10 R1*),

Transportstyrelsen och Elsäkerhetsverket rekommenderas att tillse att trafikutövaren granskar konstruktionen av C14-fordonen för att säkerställa fordonens funktion under hela dess återstående livslängd (*RJ 2009:10 R2*),

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSB, rekommenderas att:

- tillse utarbetande av en taktisk insatsplanering som medför möjlighet till brandsläckning och livräddning/utrymning av fler än ett fåtal skadade personer från en tunnelbanestations plattformsnivå (*RJ 2009:10 R3*),
- tillse att riktlinjer fastställs i samverkan med Arbetsmiljöverket och Boverket för att säkerställa nödvändiga utrymningsmöjligheter i komplexa miljöer för allmänheten som är förlagda under jord, som t.ex. befintlig tunnelbana, genom att tydliga anvisningar lämnas angående bl.a. (*RJ 2009:10 R4*):
 - att utrymningsvägar, t.ex. schakt för rulltrappor, säkerställs mot rökfyllnad,
 - utrymningssignal,
 - utgångsmarkeringar och nödbelysning,
 - att nödutrymningsvägar finns tillgängliga.
- tillse att tillsynsarbetet prioriteras i syfte att tydligt belysa hur kommunens räddningstjänst organiseras och planeras så att räddningstjänsten kan påbörjas inom godtagbar tid och genomföras på ett effektivt sätt. I tillsynen bör bl. a. följas upp hur kommunen samverkar med övriga intressenter avseende planering, utbildning, insatsövningar, taktisk utformning av insatser och alarmering för att kunna hantera omfattande och komplexa insatssituationer som t. ex olyckor i tunnelbanan (*RJ 2009:10 R5*).

Bilaga 1. BESKRIVNING AV TUNNELVAGN C14

1 Allmän översikt

Här används följande förkortningar/beteckningar:

Tabell 7. Sammanställning av förkortningar och beteckningar.

AL1 – Apparatlåda med linjebrytare	I1 och I2 – Induktorlåda Traktion	KA - Automatkoppel
AL2 och AL 4 – Apparatlåda Traktion	I3 Induktorlåda Hjälpkraft	KB – Semipermanentkoppel
AL3 – Apparatlåda Hyttssignaler	LA - Kompressoraggregat	M1-M4 Traktionsmotorer
AL5 – Apparatlåda Hjälpkraft	TMV - Tidmagnetventil	MP - Manöverpulpet
B - Batterilåda	Y1 - Traktionsomriktare	S1-S6 - Apparatskåp
	Y2 - Hjälpkraftomriktare	
HF - Huvudfrånskiljarlåda	R - Bromsmotstånd	

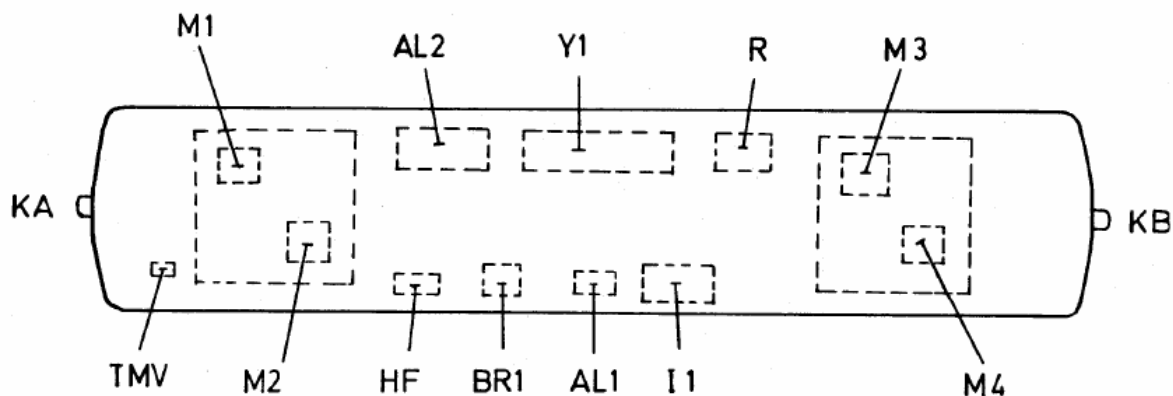


Fig. 26 Vagn 1, översikt av utrustningens placering i underredet.

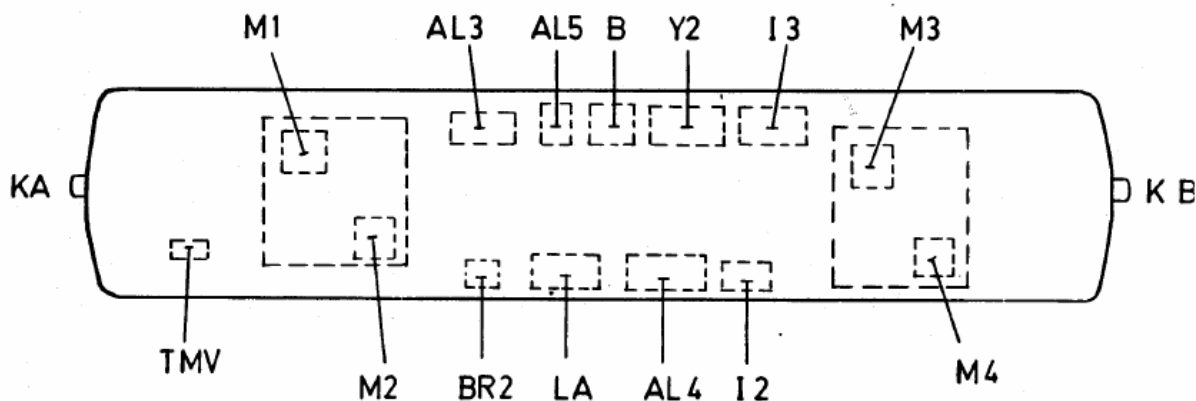


Fig. 27 Vagn 2, översikt av utrustningens placering i underredet.

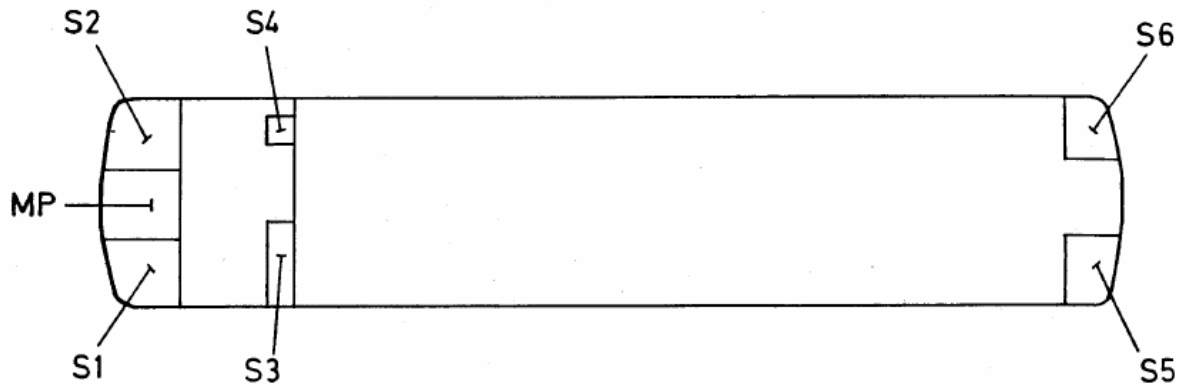


Fig. 28 Vagn 1 och 2, översikt av skåpens placering i kupé.

Figurerna 26 – 28 är hämtade från ASEA Traction's fordonsbeskrivning elektrisk del C14 och C15, december 1986.

AL1 – Apparatlåda linjebrytare (vagn 1)

Lådan är tillverkad i strängpressad aluminium. Lådan var ursprungligen isolerat upphängd i underredet; detta gäller även enheter AL2, AL4, I1, I2, R och Y1. Den har två avtagbara sidoluckor som gör åtkomst möjlig från vagnssidan och vagnsmitt.

Lådan har en utblåsöppning för linjebrytaren, öppningen är skyddad av en avtagbar skärm i isolermaterial. Lådan innehåller linjebrytare, linjekondensatorer, uppladdningsmotstånd för nätkondensator (2 st), samt 3 st reläer.

Linjebrytaren är av fabrikat Holec typ GMMS 415/56 (enligt ASEA dokument TK 6133-190, Dec-86). Det är en elektromagnetisk enpolig linjebrytare med överströmsskydd i form av en utlösningsspole. Vid utlöst överströmsskydd blockeras kontaktorn mekaniskt i öppet läge. Blockeringen hävs genom aktivering av återställningsspolen (Å-knappen). Linjebrytarens överströmsskydd är inställt på 1800 A.

Märkdata:

Enligt Holec GMMS serie 400, Beskrivning & Servicehandbok, utgåva april 1985 (stycklista i detta dokument refererar till linjebrytare typ GMMS 416.11 BBB)

- Nominell spänning: 750 VDC
- Max spänning: "Enligt överenskommelse"
- Max tillslagsström 8000 A
- Frånslagstester: 35 kA = 60ms vid 750 VDC
- Tillslagstid: 200-600 ms
- Frånslagstid: ca 80 ms
- Fördröjning vid överströmsavkänning: 5-9 ms
- Justerområde för överströmsskydd: 800-2000 A

Enligt ASEA ritning 5346 303-B, sida 2, reviderad 1984 vecka 32

- Märkspänning: 650 VDC
- Maxspänning: 750 VDC (770 VDC vid inbromsning)
- Högsta slutström vid nominell tillslagsspänning: 8000 A
- Inställningsområde överström: 1000-1800A
- Brytförmåga vid maxspänning: I =12 kA vid t=80 ms, I =20 kA vid t=60ms (I=prospective current)
- Tillslagstid: 265 ms
- Frånslagstid, utan strömbelastning: 80 ms
- Frånslagstid, överströmsutlösning: 5-9 ms

*Enligt kapitel 4:12 i dokument "Tekniska bestämmelser för tillverkning och leverans av tunnelvagnar typ C15 enligt ritning HA 181 0325 till AB Storstockholms Lokaltrafik (SL)." ställs specifika krav på skyddsutrustning som skall ingå i fordonet: "1. En linjebrytare kapabel att bryta högsta förekomna överström, 2*10 kA. Efter utlösning av brytaren skall den spärras i fränslaget läge. Spärren skall kunna lossas genom att en tryckknapp på förarbordet trycks in".*

Linjekondensatorkontaktorn är av fabrikat Kiepe typ GL 201. Det är en elektromagnetisk enkelpolig likströmskontaktör. Märkdata enligt ASEA:

- Spolspänningen 36 VDC
- Termisk märkström 200A
- Isolationsmärkspänning 800 VDC
- Märkdriftspänning 750VDC

Märkdata för linjekondensatorkontaktorn enligt Kiepe:

I produktinformationen från Kiepe framgår att kontaktorns förmåga att bryta en ström är beroende av lastens induktans. Olika klassningar på brytförmågan utifrån lastens induktiva tidskonstant (L/R) anges; 1 ms för DC1, 2,5 ms för DC2-3 och 15 ms för DC4-5. Kategorier DC3 och DC5 gäller för en kontaktör i utförande med två poler, kontaktör i AL1 är enpolig.

Vid uppladdning mot ett kortslutet mellanled utgörs lasten (kablarna försummade) av uppladdningsmotståndet och linjeinduktorn, det ger en tidskonstant på ca 0,16 ms ($T = 0,68\text{mH}/4,16\text{Ohm}$). Enligt Kiepe ger detta klassning DC1, det innebär märkdriftström 90A och max brytström 140A.

Kablar för högspänning

- Inkommande kabel till linjebrytaren: 2 * 120 mm²
- Kabel från linjebrytare till linjeinduktor: 2 * 120 mm²
- Kabel från linjebrytare till linjekondensatorkontaktör: 16 mm²

Uppladdningsmotståndet (2 st), kopplas in vid uppladdning av nätkondensatör. Resistans 2,08 ohm/st.

Reläerna utgörs av ett *nollspänningsrelä*, ett *tillslagsrelä* för linjebrytaren samt ett *tidsrelä* för fördröjt fränslag av linjekondensatorkontaktör.

AL2 – Apparatlåda Traktion (vagn 1)

Lådan är tillverkad i strängpressad aluminium. Den har fyra avtagbara sidoluckor som gör åtkomst möjlig från vagnssidan och vagnsmitt. Lådan var ursprungligen isolerat upphängd i underredet.

Lådan innehåller utrustning för det elektriska drivsystemet på vagn 1. Utrustningen omfattar fältströmriktare (2 st), fartkontaktör, mättdon med mätshuntar för motorström och motorspänning, diodenhet för motorkretsarna samt strömreläer för överströmsindikering i motorkretsarna (500A).

Fartkontaktör, fabrikat HOLEC typ GMC 301. Elektromagnetisk enkelpolig likströmskontaktör. Märkdata:

- Spolspänningen 36 VDC
- Maximal driftström 350A
- Märkdriftspänning 750VDC
- Maximal driftspänning 800 VDC

AL 3 – Apparatlåda Hyttssignaler (vagn 2)

Lådan är tillverkad i strängpressad aluminium. Lådan innehåller utrustning som avkodar informationen från spårledningarna i signalsystemet.

AL 4 – Apparatlåda Traktion (vagn 2)

Lådan innehåller vagnparets batteriladdare och är i övrigt fullt jämförbar med AL2. Lådan var ursprungligen isolerat upphängd i underredet.

AL 5 – Apparatlåda Hjälpkraft (vagn 2)

Lådan är tillverkad i strängpressad aluminium och försedd med två avtagbara luckor. Den innehåller separata reläramverk för högspänning och lågspänning, kontaktorer för hjälpkraftomriktare och hjälpstartoscillator samt högspänningssäkringar för nollspänningsrelä och hjälpkraftoscillator.

HF – Huvudfrånskiljarlåda (vagn 1)

Huvudfrånskiljarlådan är tillverkad i glasfiberarmerad plast. Dess funktion är att distribuera banmatningens spänning till det elektriska drivsystemet, hjälpkraftomriktaren och värmekretsarna.

Lådan innehåller 3 säkringar för värme i vagn 1 och 2 samt för matning till hjälpkraftströmriktaren. Lådan innehåller också verktyg för demontering av säkringarna samt en frånskiljare.

Frånskiljaren har två lägen, ”DRIFT” och ”PROV”. I läge ”DRIFT” matas både elektriska drivsystemet och hjälpkraftomriktaren från strömvatagarskenen, i läge ”PROV” är matning till elektriska drivsystemet bortkopplad medans matning till hjälpkraften sker genom externt ansluten verkstadsmatning.

Data för berörda komponenter:

- *Frånskiljarens* huvudpol 1200A och 750V, hjälpkraftpol 600A och 750V
- *Högspänningssäkringar Värme*, fabrikat LK-NES, 100A och 1600V
- *Högspänningssäkringar hjälpkraft*, fabrikat LK-NES, 160A
- *Inkommande högspänningskabel till huvudfrånskiljare*: 4 * 120 mm²
- Kabel från huvudfrånskiljare till hjälpkraftomriktare: 16 mm²
- Kabel från huvudfrånskiljare till linjebrytare: 2 * 120 mm²

B – Batterilåda (vagn 2)

Lådan är tillverkad i stålplåt, den består av en nedfällbar lucka samt gejdor som möjliggör enkel åtkomst. Batteriet består av 2st 12V batterier samt 1 10V batteri.

Y1 – Traktionsomriktare (vagn 1)

Lådan är uppbyggd av stål och klädd med ytförstorad aluminium (jämför kylflänsar). Lådan var ursprungligen isolerat upphängd i underredet.

Lådan är helt sluten och värmeavledningen sker via lådans väggar, en internfläkt cirkulerar luften inuti lådan och säkerställer att det inte uppstår punktvis förhöjd temperatur.

Innanmätet består av insticksenheter som ansluts till skensystemet i lådans bakplan genom klokopplingar. Insticksenheterna är åtkomliga genom 4st gångjärnsförsedda dörrar, samtliga krafthalvledare är monterade på dörrarna. Halvledarna isoleras från dörren genom ett tunt värmeledande laminatskikt.

Krafthalvledarna är enhetsvis monterade på dörrarna, det finns 2 fasenheter, en överspänningseenhet samt en bromsenhet.

Insticksenheterna består av 1 kontaktorenhet (innehållande modulkontaktorer för vagn 1 och 2), 1 mätdonsenhet, 3 kondensatorenheter (parallellkopplade och utgör tillsammans linjekondensatorn), 3 st reaktorenheter samt 3 kommuteringskondensatorenheter.

Y1-lådan innehåller även den skyddsdiode (Y1.16.1) som skall säkerställa att linjekondensatorn inte utsätts för negativ spänning.

Y2 – Hjälpkraftomriktarlåda

Lådan är uppbyggd på samma sätt som Y1-lådan. Den har två svängbara, dörrar där den ena är bestyckad med krafthalvledare, och 5 st insticksenheter.

I1 – Induktorlåda Traktion (Vagn 1)

Lådan består av en stålram klädd med ett klippnät, den innehåller fasinduktorn för vagn 1 och linjeinduktorn. Lådan var ursprungligen isolerat upphängd i underredet.

Lidningen för de båda induktorerna är lindad på en glasfibercylinder och är på utsidan isolerad med amidplats. Lindningsändarna är igengjutna med silikonmassa. Komponentdata:

<i>Fasinduktor</i>	1,72mH, $I_{\text{eff}}=415\text{A}$
<i>Linjeinduktor</i>	0,69mH, $I_{\text{eff}}=650\text{A}$

I2 – Induktorlåda Traktion (Vagn 2)

Lådan är uppbyggd enligt samma princip som I1, innehåller fasinduktorn för vagn 2. Lådan var ursprungligen isolerat upphängd i underredet.

I3 – Induktorlåda Hjälpkraft (Vagn 2)

Lådan är uppbyggd enligt samma princip som I1 och I2 men monteras till underredet utan isolatorer. Lådan innehåller mellanledsinduktor och linjeinduktor för hjälpkraftomriktaren, hjälpkrafttransformator, batteriinduktor samt filter för fältströmsomriktarnas sekundärlindning.

R – Bromsmotstånd (Vagn 1)

Det finns två varianter av bromsmotstånd levererade för C14/C15. Lådan var ursprungligen isolerat upphängd i underredet. Den ena är av fabrikat Cutler-Hammer och satt ursprungligen på vagnspar 1261 tom. 1301. Den andra typen är av fabrikat ASEA och monterades på vagnar från 1303 och framåt. Båda typerna är fartvindskylda och uppbyggda av samma ingående delar:

- Motståndsbank, uppdelat i seriemotstånd för de båda fasmodulerna, samt bromsmotstånd som inkopplas av överspänningsomriktaren.
- Termostat för överhettningsskydd, inställning Cutler-Hammer = 200C, inställning ASEA = 250C
- Serieinduktor för bromsmotståndskretsen, båda fabrikaten med induktans 50uH.

2 Tunnelvagnar C14, elektrisk uppbyggnad

Elektriska drivsystemets funktion

Fordonet är utrustad med separatmagnetiserade likströmsmotorer, samtliga åtta axlar i ett vagnspar har drivning.

I princip består det elektriska drivsystemet av två drivmoduler med 4st motorer vardera. I varje drivmodul ingår en traktionsomriktare och två fältströmsomriktare för att reglera motorernas ankar- respektive fältström.

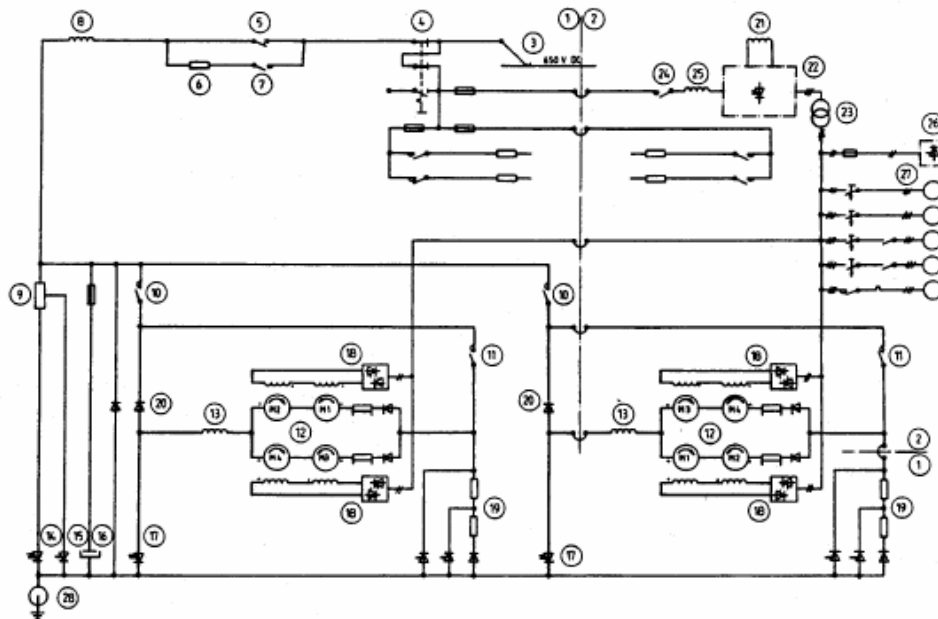
För att motorerna skall utveckla vridmoment krävs att ström flyter i både ankar- och fältlindning.

Det elektriska drivsystemet driver inte enbart vagnen framåt utan används också som el-dynamisk broms. I broms arbetar motorerna som generatorer och deras motstånd bromsar tåget. Om banmatningen är receptiv vid bromstillfället återmatas effekt till nätet. Om nätet inte är receptivt så leder överspänningsomriktaren ström genom bromsmotståndet, energin blir på så sätt istället omvandlad till värme. Nätet är receptivt om andra accelererande tåg finns på samma sträcka av banmatningen. Den el-

dynamiska bromsen är aktiv ned till 8 km/h, i lägre hastigheter används enbart mekanisk broms (tryckluftsbroms).

Traktionsomriktaren är en likspänningsomriktare som reglerar strömmen i ankarkretsen genom att med tyristorteknik ”hacka upp” spänningen från banmatningen. Traktionsomriktaren benämns vanligtvis ”chopper”, detta kommer från engelskans ”chop” som betyder just ”hacka”. Det är en avancerad reglering där utrustningen utgörs av ett antal elektronikkort kompletterat med relälogik.

Fältströmsomriktarna är en växelströmsomriktare som matas av hjälpkraftomriktaren, liksom traktionsomriktaren använder den också avancerad elektronik för sin reglering. Fältströmsomriktaren skapar en likström från en 3-fasspänning, riktningen på fältströmmen kan således växlas beroende på om fordonet är i driv eller broms.



- | | |
|----------------------------|--------------------------------------|
| 1 Vagn 1 | 15 Katastroftyristor |
| 2 Vagn 2 | 16 Linjekondensator |
| 3 Strömavtagare | 17 Traktionsomriktare |
| 4 Huvudfrånskiljare | 18 Fältströmriktare |
| 5 Linjebrytare | 19 Seriemotstånd med kortslutnings- |
| 6 Linjekondensatormotstånd | tyristorer |
| 7 Linjekondensatorkontakt | 20 Frihjulsdiod |
| 8 Linjefilterinduktor | 21 Mellanledsinduktor hjälpkraftom- |
| 9 Bromsmotstånd | riktare |
| 10 Modulkontaktor | 22 Hjälpkraftomriktare |
| 11 Fartkontaktor | 23 Transformator |
| 12 Traktionsmotor | 24 Omriktarkontaktor |
| 13 Fasinduktor | 25 Linjeinduktor hjälpkraftomriktare |
| 14 Överspänningsomriktar | 26 Batteriladdare |
| | 27 3-Fas motorer |
| | 28 Återledningsdon |

Fig. 29 Schema över elektrisk utrustning i vagnpar typ C14/C15.

Strömförsörjning

Vagn 1 har fyra strömavtagare som från strömskenan överför energi till fordonet från banmatningen. I vagnen är strömavtagarna med kablar förbundna med huvudfrånskiljaren (HF). Från huvudfrånskiljaren matas avsäkrat och med separata anslutningar två värmekretsar och hjälpkraftomriktaren. Huvudfrånskiljaren matar även linjebrytaren och linjekondensatorkontaktorn. Linjebrytaren och linjekondensatorkontaktorn matar i sin tur linjefiltret bestående av linjekondensatorn och linjeinduktor. För att skydda linjefilterkondensatorn mot negativ spänning är en skyddsdiode (Y1.16.1) ansluten parallellt över kondensatorn.

Linjefiltret har till uppgift att:

- Begränsa den växelström som kan återföras till banmatningen (nätåverkan)
- Skydda mot transienta spänningar
- Ge traktionsomriktaren en låg impedans att arbeta mot
- Utgöra energireserv för traktionsomriktaren

Linjefiltret är genom modulkontaktorer anslutet till traktionsomriktarna. Modulkontaktorer möjliggör att drivmodulerna kan frångöras separat, det innebär att fordonet kan fortsätta att verka med 50 % prestanda.

Katastrofskydd (överspänningskydd)

Utöver överspänningskyddet i överspänningsomriktaren finns också ett katastrofskydd som löser ut linjebrytaren vid 1100 +-50 VDC. Utlösning sker dels genom en hjälpkontakt som bryter spänningen till linjebrytarens manöverspole och dels genom brytarens överströmsutlösare. Vid aktivering av skyddet öppnas hjälpkontakten, samtidigt tänds en tyristor som genom halva bromsmotståndet kontrollerat ”kortsletter” mellanledet med jord (DC -).

Uppladdning av linjefilterkondensator

Linjefilterkondensatorn ingår i mellanledet. Vid aktivering av vagnen är linjefiltret oladdat, dvs. det saknar spänning.

Villkoret för uppladdning är att linjespänning är detekterad samt att föraren begär drivning eller att hastigheten är > 1,5 km/h.

För att begränsa den initiala strömmen så laddas linjefilterkondensatorn upp genom linjekondensatormotståndet. Då uppladdning begärs sluter linjekondensatorkontaktorn, när spänningen över linjekondensatorn är ca 440V sluter linjebrytaren varvid linjekondensatorkontaktorn öppnar. Linjebrytaren ligger sluten så länge villkoren för uppladdning är uppfylla.

Denna funktionalitet gör att linjebrytaren alltid är öppen när fordonet stannar på en station och sluter igen vid ny körorder. Om spänningen är >440 V vid ny körorder sluter linjebrytaren direkt utan inkoppling av linjekondensatormotståndet.

Vid uppladdning måste spänning nå 440 volt inom 1 sekund, om inte det sker så öppnas linjekondensatorkontaktorn och sekvensen avbryts. Tidsbegränsningen är satt för att förhindra överhettning i linjekondensatormotståndet.

Linjekondensatorspänning

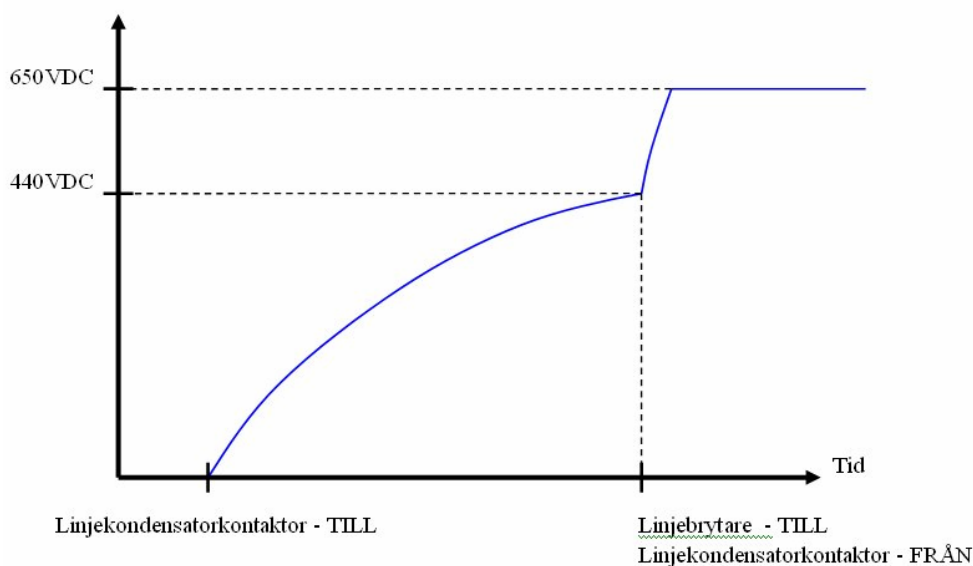


Fig. 30 Uppladdning av linjekondensator.

3 Tunnelvagnar C14, skyddsfunktioner

Spänningsskydd – Överspänningsomriktare

Överspänningsomriktaren är seriekopplad med bromsmotståndet och parallellt ansluten med linjefilterkondensatorn. Överspänningsomriktarens uppgift är att kontrollera strömmen genom bromsmotståndet vid el-dynamisk broms samt att begränsa spänningen över linjekondensatorn.

Omriktaren har två inbyggda skyddsnivåer för linjekondensatorspänningen samt ett genomtändningsskydd:

Nivå 1: ≤ 890 V ger momentan tändning av omriktarens huvudtyristorer som leder till att spänningen sjunker ner till 820 V

Nivå 2: ≤ 910 V eller att +24 V matningen till styrpulsförstärkarna understiger 20V. Ger frånslag av linjebrytaren, momentan deaktivering av traktionsomriktarna samt momentan tändning av överspänningsomriktarens huvudtyristorer.

Överströmsskydd – Linjebrytare

Linjebrytaren löser ut vid 1800A. Om linjebrytaren löses ut pga. överström så spärras den mekaniskt och måste först återställas innan nytt inkopplingsförsök kan göras. Linjebrytaren återställs med "Å – knappen".

Överströmsskydd – Ankarström

Ankarströmmarna mäts kontinuerligt i de 4 de fyra ankarkretsarna. Om någon av strömmarna överstiger 500A kopplas linjebrytaren från. Frånkopplingen görs med relälogik och kan återställas genom att föraren trycker på återställningsknappen (Å-knappen). Frånkopplingen återställs också genom avaktivering av fordonet.

Överströmsskydd – Modulsäkring

Säkringen är placerad mellan modulfrånskiljaren och fartkontaktorn, den löser ut termiskt vid 800A.

Överspänningsomriktare

Genomtändning: $Inät > Ifas1 + Ifas2 + 100$ A ger frånslag av linjebrytaren. Genomtändningsskyddets uppgift är att koppla bort nätet vid ett fel som ger 100A större linjeström än summan av ankarströmmarna.

Skyddsfrånskiljning – Modulfrånskiljare

Modulfrånskiljaren manövreras manuellt från strömställare i vagn 1 eller automatisk av FI-systemet vid detekterat fel i huvudkretsen (förutsatt att FI-systemet är i aktivt läge). Denna möjliggör frånkoppling av en felaktig traktionsmodul, på så sätt kan 50 % av vagnparets prestanda bibehållas.

4 Tunnelvagnar C14, Bromssystem

C14/15 är utrustade med ett pneumatiskt bromssystem. Bromssystemet har två genomgående tryckluftledningar i tåget, nödbromsledningen och driftbromsledningen.

Vid uppstart av ett tåg fylls nödbromsledningen till 7,8 bars tryck varvid nödbromsventilen, en i varje vagn, slår om till icke nödbromsat läge. Driftbromsledningen är i detta läge fylld, till 6,0 bars tryck. Vid start sänks trycket till noll och den mekaniska bromsen släpper.

Vid inbromsning (driftbromsning) höjs trycket i driftbromsledningen och bromsning sker genom en kombination av elektrisk och mekanisk broms.

Det är det pneumatiska bromssystemet som reglerar så att den totala bromsverkan motsvarar den begärda. Som yttersta funktion i bromssystemet finns nödbromsningen. Nödbromsning kan tillgripas av föraren eller passagerare, vagnens hyttsignalsystem (vid för hög hastighet), men även vid exempelvis isärkoppling kommer den bortkoppla-

de vagnen att nödbromsas automatiskt. Vid nödbromsning töms nödbromsledningen varvid nödbromsventilerna, en i varje vagn, slår om till nödbromsat läge. Därigenom ansätts ovillkorlig tryckluftbroms med fullt tryck (ca 3,5 bar) på alla vagnar.

5 Hjälpkraftsystem

Hjälpkraftsystemet uppgift är att omforma banmatningens spänning till andra spänningar och strömarter som krävs för olika belastningsobjekt i vagnsparet. Fyra olika system förekommer:

- 650 VDC nominellt
- 3 * 400 VAC, 50 Hz (trefassystem)
- 3 * 525 VAC, 50 Hz (fältkretsar)
- 36 VDC

Vagnsparets hjälpkraftomriktare är placerad under vagn 2. Den matas från huvudfrånskiljaren genom en säkring. Det är en statisk omriktare som omvandlar banmatningens likspänning till en trefasspänning med 50 Hz frekvens.

Hjälpkraftsomriktaren utspänning är ansluten till en trefastransformator. Transformatorn åstadkommer en galvanisk isolering mellan banmatningen och trefassystemet, dessutom skapas en trefasnolla för anslutning av enfasbelastningar.

Fältströmskretsarna matas via en separat trefaslindning och batteriladdaren via en separat enfaslindning.

6 Felindikeringsystem (FI-system)

Fordonet är utrustat med ett felindikeringsystem. Det är ett mikrodatorbaserat indikeringsystem som i princip består av en centralenhet och två displayenheter. Centralenheten är placerad i skåp S6 i vagn 1 och displayenheten finns i övre delen av skåp S3 i de båda förarhytterna.

Alla felsignaler (från överströmsreläer, överspänningsreläer säkringar, tryckvakter etc.) är via digitala ingångar anslutna till centralenheten, totalt blir det ca 120 felsignaler.

FI – systemet lagrar de 255 senaste felindikeringarna i minnet, varje indikering lagras med en tidsangivelse då felet inträffade. Centralenheten innehåller ett uppladdningsbart batteri som i upp till en vecka säkerställer att minnet inte raderas då tåget är avaktiverat. De lagrade felen kan antingen avläsas direkt på displayerna eller skrivas ut på en skrivare som ansluts till centralenheten.

Förutom felregistrering innehåller FI-systemet en aktiv del som automatiskt kan gripa in vid fel. Med hjälp av digitala utgångar på centralenheten kan bl.a. modulfrånskiljarna öppnas och tillslag av linjebrytaren förhindras. FI - systemet används bara i passivt läge eftersom många driftstörningar uppstod med systemet i aktivt läge.

Centralenheten innehåller programmerad logik som använder felindikeringarna som insignaler. Logiken är programmerad så att om ett visst fel uppträder ett visst antal gånger inom ett visst tidsintervall så aktiveras en frånskiljning eller förregling. Exempelvis tillåts överström i en traktionsmotorgrupp 1 gång inom tio minuter, om antalet överströmmar överskrider inom detta intervall så öppnas modulfrånskiljaren automatiskt.

Med en strömställare i S6 skåpet går det att koppla från och till den aktiva delen i FI systemet.

Bilaga 2. Beskrivning av simuleringsmodell

Simuleringsmiljö

Utvecklingen har gjorts i PSCAD/EMTDC, en kommersiell PC applikation för systemstudier och kretssimulering. Modellen har skapats genom en schematisk uppbyggnad av det aktuella traktionssystemets ingående komponenter och elektriska förbindningar. Komponenterna och ledningarna har placerats utifrån sin funktion och fysiska placering i vagnen.

Kraftelektroniken har förenklats till att innehålla de huvudsakliga komponenter som bestämmer vilka strömbanor och strömriktningar som kan förekomma under olika driftförhållanden och feltillstånd. De ingående komponenternas elektriska egenskaper har samlats in och har överförts till parametrar i modellen.

Modellens uppbyggnad

För att få en bra översikt är simuleringsmodellen uppdelad i olika moduler. Överst ligger en huvudmodul och under den ligger ett antal undermoduler. Respektive undermodul kan även ha egna undermoduler.

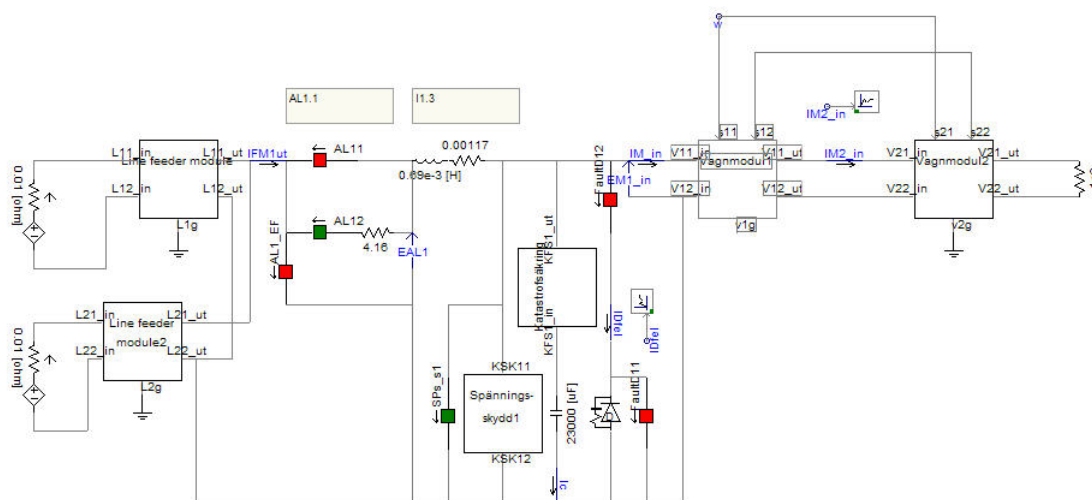


Fig. 32 Schema över huvudmodul med banmatning, huvudkrets och undermoduler.

Huvudmodulen utgörs av systemets huvudkrets med matningskälla för banmatningen. I kretsen är undermodulerna representerade av ”fyrkanter” med markerade anslutningspunkter.

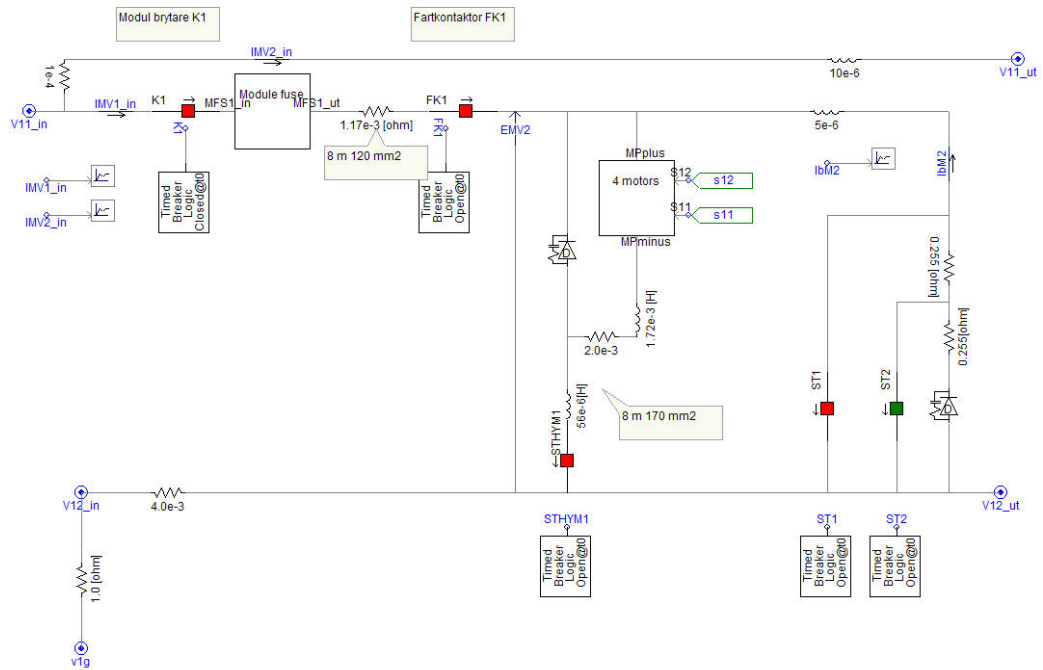


Fig. 33 Schema över vagnmodul för den ena vagnen.

Det finns två identiska vagnmoduler som simulerar respektive vagns drivmodul. Ingående komponenter är bl.a. traktionsströmriktare, fartkontaktor och modulfrånskiljare. Den innehåller undermoduler för modulsäkring och motorkretsarna.

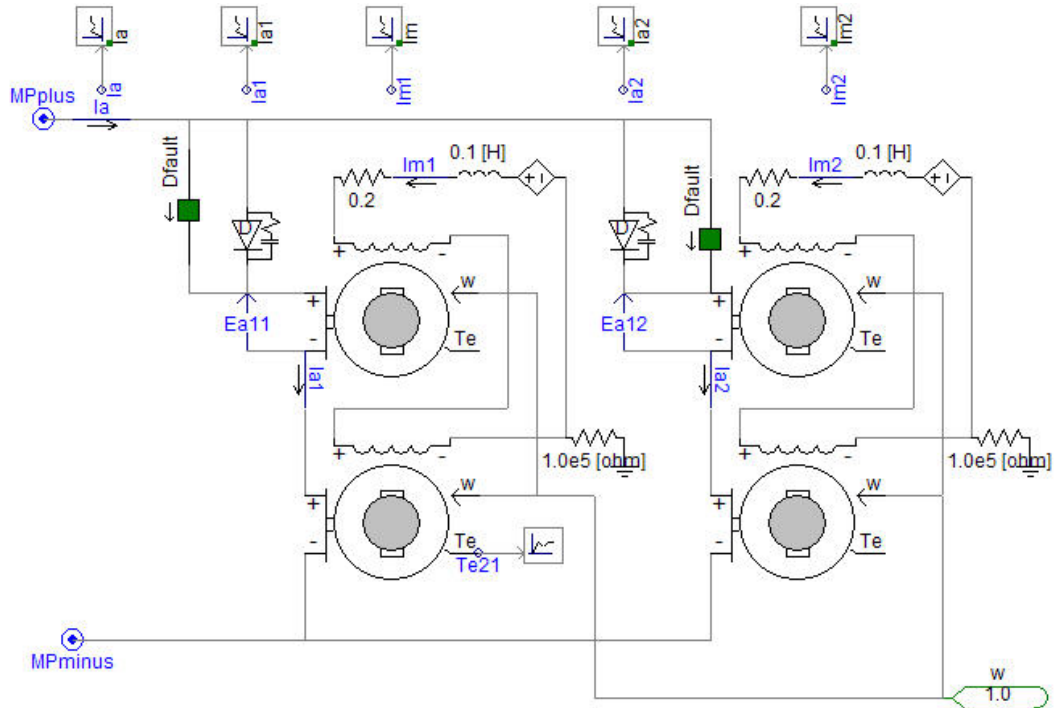


Fig. 34 Schema över undermodul till vagnmodul med motorkrets.

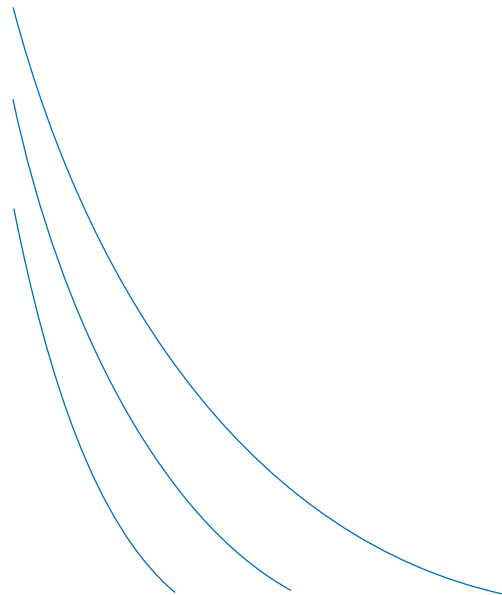


Organisation och säkerhetsstyrning för Stockholms tunnelbana

- Förhållanden vid brand i tunneltåg vid Rinkeby station den 16 maj 2005

Rapport mars 2009

Författare: Lena Kecklund



Organisation och säkerhetsstyrning för Stockholms tunnelbana

Författare: Lena Kecklund



MTO Psykologi är ett företag som utifrån ett systemperspektiv på arbetsmiljö och säkerhet, det vill säga samspelet mellan

- Människa (M)
- Teknik (T)
- Organisation (O)

tillämpar specifik beteendevetenskaplig kunskap och metodik för att förbättra arbetsmiljö, säkerhet, hälsa och kvalitet.

Med MTO-metodik omsätts kvalificerad analys och kompetens i praktiska hanterbara lösningar som är långsiktigt hållbara och ger mervärde i verksamheten.

För mer information se vår hemsida www.mtop.se

Innehållsförteckning

1	INLEDNING	11
1.1	Bakgrund	11
1.1.1	Säkerhetsstyrning	11
1.2	Syfte.....	12
1.3	Metod för analys av säkerhetsstyrning i tunnelbanesystemet.....	13
1.3.1	Datainsamlingen	13
1.3.2	Frågeområden i intervjuerna.....	13
1.4	Avgränsningar	14
1.5	Rapportens upplägg.....	14
2	SÄKERHETSSTYRNING OCH SÄKERHETSKULTUR ..	16
2.1	Säkerhetskultur	16
2.2	Säkerhetsstyrningssystem	17
3	FÖRESKRIFTSKRAV PÅ SÄKERHETSSTYRNING.....	19
3.1	Krav på säkerhetsstyrning för tunnelbana och spårväg.....	19
3.2	Krav gällande för järnvägsföretag och infrastrukturförvaltare.....	20
4	TUNNELBANESYSTEMET OCH FÖRHÅLLANDENA MELLAN DE ENSKILDA FÖRETAGEN	22
4.1	SL:s uppdrag och säkerhetsansvar i förhållande till resenären.....	22
4.2	Företagen i tunnelbanesystemet.....	22
4.3	Förändringar i SL-trafikens organisation - historik.....	23
4.4	Vagnförsörjning och tunnelbanevagnarna	24
4.5	Rollfördelning mellan SL – trafikentreprenör – underhållsentreprenör.	25
4.6	Gällande avtal och struktur vid olyckstillfället	26
4.7	Resultat från intervjuer	27
4.7.1	Ansvaret för säkerheten	27

4.7.2	Bildandet av Tågia.....	27
4.7.3	Avtalen	28
5	AB SL.....	29
5.1	Organisation och säkerhetsstyrning.....	29
5.1.1	Trafikenheten.....	30
5.1.2	Marknadsenheten.....	30
5.1.3	Teknikenheten	30
5.2	Resultat från intervjuer med medarbetare vid AB SL	32
5.2.1	SL:s uppdrag.....	33
5.2.2	Upphandlingar	33
5.2.3	Roller i företaget.....	34
5.2.4	Avtalen	34
5.2.5	Uppföljning av entreprenörer och avtalen	35
5.2.6	Driftsäkerhetsproblem för vagn C14	36
6	SL INFRATEKNIK.....	37
6.1	Organisation och säkerhetsstyrning.....	37
6.2	Resultat från intervjuer med medarbetare vid SL Infrateknik.....	37
6.2.1	Avtalen	38
6.2.2	Tillämpning av avtalen	38
6.2.3	Tillämpning av avtalet.....	39
6.2.4	SL Infratekniks uppföljning av leverantörer.....	39
6.2.5	Rapportering internt inom SL-koncernen.....	39
6.2.6	Driftsäkerhetsproblem för vagn C14	39
7	CONNEX	41
7.1	Organisation och säkerhetsstyrning.....	41
7.1.1	Säkerhetsordningen för Connex	42

7.2	Resultat från intervjuer	42
7.2.1	Connex uppdrag och roll	42
7.2.2	Connex säkerhetsarbete	43
7.2.3	Driftsäkerhetsproblem för vagn C14	44
7.2.4	Avtalen och relationer mellan parterna.....	44
8	TÅGIA	47
8.1	Organisation och säkerhetsstyrning	47
8.2	Resultat från intervjuer	48
8.2.1	Tågias uppdrag och ägarförhållanden.....	48
8.2.2	Säkerhet och kvalitet inom Tågia	48
8.2.3	Ansvar och roller mellan parterna	49
8.2.4	Avtalen	49
8.2.5	Driftsäkerhetsproblem för vagn C14	50
9	ANALYS AV SÄKERHETSSTYRNING FÖR TUNNELBANESYSTEMET	52
9.1	Inledning	52
9.2	Avtalen mellan parterna	52
9.3	Roller och ansvar	54
9.4	Kommunikationsvägar	55
9.5	Fokus på kostnader	56
9.6	Problemen med vagn C14	57
9.7	Riskanalyser	58
9.8	Brister i dokumentation	58
9.9	Prioritering och resurser	58
9.10	Kravbilden	59
9.11	Ansvaret för säkerheten	60

9.12	Säkerhetskultur	60
10	SLUTSATSER	61
11	REKOMMENDATIONER	63
12	REFERENSER	64

Förkortningar

AB SL	AB Storstockholms Lokaltrafik
SL I	SL Infrateknik
C14	Typbeteckning på den vagn som brann vid Rinkeby tunnelbanestation
C20	Typbeteckning på ny vagnsmodell i tunnelbanan
A32	Typbeteckning på spårvagnsmodell på Tvärbanan

Ordlista

Infrastrukturförvaltare	Den som förvaltar järnvägsinfrastruktur och driver anläggningar som hör till infrastrukturen
Järnvägsföretag	Den som med stöd av licens eller särskilt tillstånd tillhandahåller dragkraft och utför järnvägstrafik
Spårinnehavare	Definieras i denna rapport såsom den som innehar tillstånd att driva och förvalta spåranläggningen
Säkerhetsstyrning	Säkerhetspåverkande aktiviteter rörande organisation, ansvar, rutiner, processer och resurser som krävs för att leda och styra verksamheten.
Säkerhetskultur	Säkerhetskultur omfattar attityder, kultur, utrustning, utbildning och andra förutsättningar som direkt eller indirekt påverkar säkerheten i en verksamhet.
Trafikutövare	Definieras i denna rapport såsom den som innehar tillstånd att bedriva trafik på spåranläggningen
Verksamhetsutövare	Den som bedriver den aktuella verksamheten

1 Inledning

1.1 Bakgrund

På morgonen den 16 maj 2005 utbröt en brand i Stockholms tunnelbana på den blå linjen mellan Kungsträdgården och Hjulsta. Ett tunnelbanetåg av den äldre vagntypen C14 började brinna och blev stående vid Rinkeby tunnelbanestation. Händelsen var ur personskadesynpunkt den svåraste i Stockholms tunnelbanas historia, då minst 12 personer behövde uppsöka vård i direkt anslutning till branden.

Händelsen utreds av Statens Haverikommission (SHK) och MTO Psykologi fick i uppdrag att bl.a. utreda de inblandade företagens säkerhetsstyrning och företagens gemensamma hantering av risker.

1.1.1 Säkerhetsstyrning

Företag och organisationer inom verksamhetsområden med betydande risker ska ha system för säkerhetsstyrning. Sådana myndighetskrav finns idag i de flesta branscher med höga säkerhetskrav, där syftet är att tillgodose nödvändiga säkerhets- och kvalitetskrav på verksamheten. I flera branscher, t.ex. kärnkraftindustrin är säkerhetsstyrning och säkerhetskultur en viktig beståndsdel i företagens verksamhetsledningssystem och i kvalitetsarbete.

Ett exempel på en modernare kravbild för säkerhetsstyrning är de nya föreskrifter för säkerhetsstyrning för järnvägsföretag och infrastrukturförvaltare (järnvägslagen (2004:519), JvSFS 2007:1 och 2007:2) baserat på det europeiska järnvägssäkerhetsdirektivet (2004/49/EG) som infördes år 2007. Dessa föreskrifter ställer mer omfattande och tydligare krav på järnvägsföretagens och infrastrukturförvaltares säkerhetsstyrning. Dessa föreskrifter gäller dock inte tunnelbana och spårväg.

Tunnelbana och spårväg omfattas av lagen om säkerhet vid tunnelbana och spårväg (1990:1157). För tunnelbana och spårväg gällde vid olyckstillfället tillsynsmyndigheten Järnvägsstyrelsens (nuvarande Transportstyrelsen) föreskrift om internkontroll genom säkerhetsstyrning (BV-FS 1996:1), som idag motsvaras av JvSFS 2007:5, Järnvägsstyrelsens föreskrifter om internkontroll för

tunnelbana och spårväg.¹

Sammanfattningsvis kan man konstatera att kraven på säkerhetsstyrning för järnvägsföretag och infrastrukturförvaltare för den del av järnvägsnätet som inte är tunnelbana och spårväg är modernare och harmoniserad i Europa och har ett tydligt fokus på säkerhetsstyrning. Ingen sådan motsvarande modernisering har gjorts av kravbilderna för tunnelbana och spårväg.

Då de nya föreskrifterna för järnvägsföretag och infrastrukturförvaltare (JvSFS 2007:1 och 2007:2) mer utförligt uttrycker moderna krav som avspeglar ett aktuellt kunskapsläge för ledningssystem, säkerhetsstyrning och säkerhetskultur har kraven i dessa föreskrifter också använts som referensram i den aktuella analysen. Det ska understrykas att dessa föreskrifter inte gällde tunnelbana och spårväg vid olyckstillfället.

1.2 Syfte

Syftet med denna rapport är att beskriva och bedöma säkerhetsstyrning och säkerhetskultur för tunnelbanan i sin helhet vid brandtillfället. Särskilt fokus ligger på de inblandade företagens ansvar och roller samt ansvarsfördelningen mellan inblandade företag. Detta ska vara underlag för rekommendationer om säkerhetsförhöjande åtgärder.

Syftet med analysen av säkerhetsstyrning och säkerhetskultur i tunnelbanesystemet var att:

- 1 Kartlägga och analysera de aktuella förhållandena hos inblandade företag och för tunnelbanesystemet i sin helhet baserat på:
 - Gällande krav på säkerhetsstyrning i föreskrifter för tunnelbanan (BV-FS 1996:1 Järnvägsstyrelsens föreskrift om internkontroll genom säkerhetsstyrning).
 - Det aktuella kunskapsläget inom områdena

¹ Andra föreskrifter som också berör företagets säkerhetsstyrning är bl.a. de för hälsoundersökning och hälsotillstånd (BV-FS 2000:4) och om utbildning för personal med arbetsuppgifter av betydelse för trafiksäkerheten (BV-FS 2000:3).

säkerhetsstyrning och säkerhetskultur, samt de nya och mer detaljerade krav på säkerhetsstyrningssystem som gäller för järnvägsföretag och infrastrukturförvaltare.

- 2 Bedöma den existerande kravbilden för spårväg och tunnelbana i förhållande till den kravbild som gäller för järnväg och ”state-of-the-art”-krav på säkerhetsstyrning.

Syftet med denna jämförelse har varit att ge en referensram för bedömning om hur en bättre säkerhet skulle kunna uppnås, samt underlätta för identifiering av säkerhetshöjande åtgärder.

1.3 Metod för analys av säkerhetsstyrning i tunnelbanesystemet

1.3.1 Datainsamlingen

Datainsamlingen innebar följande:

- Genomgång av styrande dokument för verksamheten i sin helhet och för de enskilda företagen.
- Den huvudsakliga informationskällan har varit intervjuer med chefer och arbetsledare vid följande företag
 - AB SL (3 personer)
 - SL Infrateknik (4 personer)
 - Connex (4 personer)
 - Tågia (6 personer)

1.3.2 Frågeområden i intervjuerna

I intervjuerna behandlades nedanstående frågeområden:

- Verksamhetsstyrning, säkerhetsstyrning och organisation
- Kravbild, och hur företagen arbetar för att uppfylla gällande krav
- Säkerhetskultur och hantering av säkerhetsfrågor
- Underhåll och avvikelshantering

Frågeområdena redovisas mer i detalj i bilaga 1.

1.4 Avgränsningar

I denna rapport beskrivs förhållanden som är av betydelse för säkerhetsstyrningen hos de enskilda företagen och för tunnelbanesystemet i sin helhet. Beskrivningar, analyser och slutsatser bygger på de förhållanden som gällde vid tiden för branden. Flera och viktiga förändringar har skett efter branden, men ingen sammanfattning av dessa redovisas i rapporten.

Beskrivningarna av de olika företagens säkerhetsstyrning och organisation görs på en övergripande nivå. Detta innebär en övergripande beskrivning av de enskilda företagens organisation och ledningssystem, säkerhetsregler och rutiner samt systematik för detta. Fokus i rapporten har inriktats mot att beskriva och analysera gränstorna mellan de olika företagen.

Intervjuer har genomförts med ett begränsat antal personer, resultaten sammanfattas i rapporten och ska betraktas som erfarenheter, bedömningar och ”bilder” från olika representanter för företag snarare än som en representativ bild för hela företaget.

Detaljer redovisas där de bedöms vara av särskild betydelse.

Det har i denna utredning inte gjorts någon fullständig och representativ kartläggning av säkerhetskulturen i företagen som helhet eftersom inga intervjuer eller enkätundersökningar med medarbetare genomförts. Säkerhetskulturen berörs i viss omfattning i denna rapport, men fokus ligger på beskrivning av säkerhetsstyrningen.

1.5 Rapportens upplägg

Rapporten inleds med en grundläggande beskrivning av kunskapsläget gällande säkerhetskultur och säkerhetsstyrning i kapitel 2. I kapitel 3 redogörs för de krav som ställs på säkerhetsstyrning i föreskrifter som gäller för tunnelbanan, samt viktiga skillnader i de föreskrifter som gäller för infrastrukturförvaltare och järnvägsföretag.

Därefter redovisas i de följande kapitlen aktuella förhållanden vid olyckstillfället med avseende på verksamhetsstyrning, säkerhetsstyrning och ansvarsförhållanden, dels för respektive inblandade företag och dels för tunnelbanesystemet i sin helhet.

Redogörelsen av dessa förhållanden baseras på intervjuer med personalen inom berörda företag samt beskrivningar av företagets system för verksamhetsstyrning. Intervjuerna redovisas enskilt för varje företag. I enstaka fall har resultat och/eller kommentarer från intervjuer med personer på andra företag också tagits med i de enskilda redovisningarna. Detta eftersom de sinsemellan varit direkt relaterade och berört samma fråga.

En sammanfattande bedömning av säkerhetsstyrningen för tunnelbanan i sin helhet presenteras slutligen i kapitel 9. I analysen bedöms förhållandena i tunnelbanesystemet vid olyckstillfället i förhållande till de föreskriftskrav som gäller för tunnelbanesystemet, den nyare kravbild som gäller för järnvägstrafik, samt erfarenheter och aktuellt kunskapsläge gällande säkerhetskultur och säkerhetsstyrning.

Slutligen presenteras slutsatser och rekommendationer.

2 Säkerhetsstyrning och säkerhetskultur

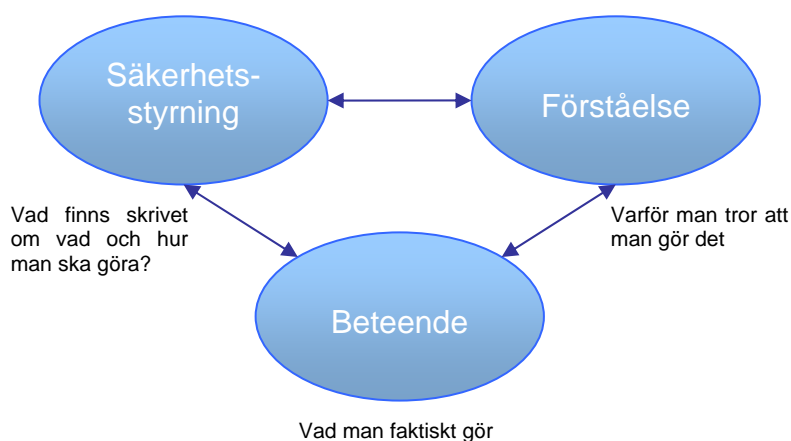
I detta kapitel ges en övergripande introduktion till kunskapsläget inom områdena säkerhetsstyrning och säkerhetskultur.

2.1 Säkerhetskultur

Begreppet säkerhetskultur används för att beskriva de aktiviteter som krävs för att skapa säkerhet i en verksamhet.

Säkerhetskultur omfattar attityder, kultur, utrustning, utbildning och andra förutsättningar som direkt eller indirekt påverkar säkerheten i en verksamhet. Säkerhetskultur definieras av engelska Health and Safety Executive (HSE, 1997, förf. övers.) som: ”En organisations säkerhetskultur är produkten av individers och gruppers värderingar, attityder, perceptioner, kompetenser och beteendemönster som bestämmer engagemanget för och effektiviteten hos en organisations säkerhetsledning. Organisationer med en positiv säkerhetskultur karaktäriseras av kommunikation baserad på ömsesidigt förtroende, av en gemensam uppfattning om säkerhetens betydelse och av förtroende för effektiviteten hos preventiva åtgärder.”

För att kartlägga säkerhetskulturen i en organisation finns en enkel modell som består av tre samverkande element: *system för säkerhetsstyrning*, *förståelse* samt *beteende* (Skriver, 2004).



Figur 1. Modell över de samverkande delar som påverkar säkerhetskulturen (Skriver, 2004).

Säkerhetsstyrning innebär hur styrning och organisation omhändertar säkerhetsfrågorna. Detta är ”hårdvaran” som består av regler, rutiner, ledningssystem, checklistor och dokumentation. Säkerhetsstyrningen

ska se till att organisationen lever upp till externa och interna krav.

Förståelse innebär inställning till och kunskap om säkerhetsstyrningen i organisationen och hos dess medarbetare på alla nivåer, d.v.s. till de regler och rutiner som finns i verksamheten. Detta innebär att det finns såväl kunskap som motivation för att följa uppsatta regler och rutiner och för att förstå att säkerhet har en hög prioritet i verksamheten.

Beteende innebär det faktiska handlandet och hur man i det förhåller sig till säkerhet. Det innebär hur ledningen och de anställda tar hand om säkerhetsfrågorna i det praktiska vardagliga arbetet, i beslut som fattas och prioriteringar som görs.

För att försäkra sig om att organisationen har en positiv säkerhetskultur måste alla dessa tre delar finnas och samverka. Baserat på denna modell kan man se vad som är positivt respektive negativt för säkerhetskulturen.

Några viktiga slutsatser från forskningen om säkerhetskultur (se bl.a. Rosness m.fl., 2005, Karlsen & Roesok 2003, Paries 1995, Amalberti 2001, Fernández-Muñiz m.fl. 2007, och von Bonsdorff & Larsson 2007) visar att:

- Omfattande förändringar skapar oro och störningar i den dagliga driften.
- Nedskärningar och omorganisation av arbetsuppgifter kan leda till ökad risk för organisatoriska och individuella olyckor.
- Snabba förändringar i operativa och organisatoriska prioriteringar försämrar säkerhetsmarginalerna
- Ledningens engagemang påverkar säkerheten. Bristande ledarskap är ofta en bidragande faktor vid olyckor.

2.2 Säkerhetsstyrningssystem

En av de viktiga delarna för att uppnå en god säkerhetskultur är således säkerhetsstyrning.

Ett säkerhetsstyrningssystem är ett verktyg för att identifiera och hantera risker i den egna verksamheten på ett systematiskt och spårbart sätt. Detta innebär att även hantera de gränssytor som uppstår mellan olika aktörer.

Ett säkerhetsstyrningssystem innehåller regler, rutiner roller och

funktioner men också utrustning och verktyg – den ”hårda” delen för att styra säkerhet. Ett effektivt säkerhetsstyrningssystem hjälper organisationen att identifiera och hantera risker effektivt. Det är ett sätt för organisationen att visa sin kapacitet för att nå säkerhetsmål och möta säkerhetsmyndighetens krav. Säkerhetsstyrningssystem handlar om att identifiera, värdera och kontrollera risker och att ha ett systematiskt och spårbart arbetssätt är för att uppnå detta.

I ett järnvägssystem är det särskilt viktigt att hantera de gränssytor som uppstår mellan olika aktörer eftersom aktörerna och gränssytorna är många. Europeiska järnvägsbyrån (ERA) definierar säkerhetsstyrningssystemet som en metod som har införts av ett järnvägsföretag eller en infrastrukturförvaltare i syfte att på kontinuerlig basis trygga en verksamhet (ERA, 2007).

3 Föreskriftskrav på säkerhetsstyrning

I detta kapitel ges en beskrivning av de föreskriftskrav angående säkerhetsstyrning som gäller för tunnelbanan. Nya krav har införts för järnvägsföretag och infrastrukturförvaltare som ett led i en europeisk harmonisering av regelverken. Det finns viktiga skillnader mellan dessa föreskrifter, och dessa pekas ut i detta kapitel. Utförligare beskrivning av föreskrifternas krav finns i bilaga 2.

3.1 Krav på säkerhetsstyrning för tunnelbana och spårväg

Vid olyckstillfället gällde tillsynsmyndigheten Järnvägsstyrelsens föreskrift om internkontroll genom säkerhetsstyrning, BV-FS 1996:1. Dessa motsvaras idag av JvSFS 2007:5 Järnvägsstyrelsens (nuvarande Transportstyrelsen) föreskrifter om internkontroll för tunnelbana och spårväg.

System för säkerhetsstyrning definieras i föreskriften (BV-FS 1996:1) som de säkerhetspåverkande aktiviteter rörande organisation, ansvar, rutiner, processer och resurser som krävs för att leda och styra verksamheten.

Föreskriften uttrycker bl.a. följande krav:

- Kraven på säkerhetsstyrning omfattar utöver verksamhetsutövarens egen verksamhet även verksamhet som utförs av entreprenörer samt produkter av betydelse för säkerheten
- Verksamhetsutövarens ledning ska utöva säkerhetsstyrning och denna ska följas upp.
- I en stor och komplex verksamhet ska ett system för säkerhetsstyrning etableras. Uppföljning av systemet ska ske genom systemrevisioner.
- Ovanstående ska dokumenteras och även vid behov brytas ner. Dokumentation ska redovisa policy, mål, normer, medel och metoder rörande säkerhetsstyrningen.
- Det ska finnas väl dokumenterade rutiner för att fånga upp olyckor, tillbud och avvikelser.
- Arbetsuppgifter, befogenheter och samarbets- och samrådsförhållanden som påverkar säkerheten ska definieras

och dokumenteras.

- Det ska finnas tillräckliga resurser för att uppnå de operativa säkerhetskraven.
- Ny teknik och väsentliga förändringar i organisation ska riskanalyseras eller riskbedömas.

3.2 Krav gällande för järnvägsföretag och infrastrukturförvaltare

I rapportens syfte beskrevs att den gällande kravbilden för tunnelbana och spårväg (BV-FS 1996:1) skulle jämföras mot en modernare kravbild. De krav som för närvarande gäller för järnvägsföretag och infrastrukturförvaltare har därför valts för en sådan jämförelse och beskrivs nedan.

År 2007 infördes nya föreskrifter om säkerhetsstyrningssystem och övriga säkerhetsbestämmelser för järnvägsföretag och infrastrukturförvaltare (JvSFS 2007:1 och 2007:2) baserade på det europeiska järnvägssäkerhetsdirektivet (2004/49/EG). Dessa föreskrifter ställer mer omfattande och tydligare krav på järnvägsföretagens och infrastrukturförvaltares säkerhetsstyrning. De omfattar dock inte tunnelbanan.

Det finns viktiga skillnader mot de krav som gäller för tunnelbanan. Generellt är kraven på vad ett säkerhetsstyrningssystem ska innehålla tydligare och mer konkret uttryckta för järnvägsföretag och infrastrukturförvaltare.

Särskilt viktiga skillnader att lyfta fram i detta sammanhang är att JvSFS 2007:1/2007:2 uttrycker krav på att information som är viktig för säkerheten förmedlas till andra aktörer, samt att samråd med andra aktörer ska ske så att gemensamma risker hanteras. Dessa innebär att:

- Förfaranden som säkerställer att information som är vital för säkerheten tas om hand på relevant nivå i organisationen och förmedlas till andra aktörer/järnvägsföretag på samma järnvägsnät
- Järnvägsföretag ska samråda med andra aktörer som verkar inom samma järnvägsnät och infrastrukturförvaltare ska samråda med de järnvägsföretag som är verksamma på förvaltarens järnvägsnät samt med förvaltare av angränsande

järnvägsnät, så att det säkerställs att gemensamma risker hanteras på ett betryggande sätt.

4 Tunnelbanesystemet och förhållandena mellan de enskilda företagen

Flera företag har olika ansvarsområden som påverkar trafikanternas säkerhet. I de kommande kapitlen ges en beskrivning av säkerhetsstyrning och ansvar och roller för tunnelbanesystemet i sin helhet men också för de enskilda företagen. Beskrivningarna baseras på dokument, presentationsmaterial och intervjuer med företrädare för de olika företagen.

Beskrivningarna baseras på förhållandena vid brandtillfället.

4.1 SL:s uppdrag och säkerhetsansvar i förhållande till resenären

Det övergripande ansvaret för kollektivtrafiken inom ett län har den s.k. *trafikhuvudmannen*. I Stockholms län är detta AB Storstockholms Lokaltrafik (AB SL), som är ett av landstinget helägt aktiebolag med en politiskt sammansatt styrelse. Ett av landstingets tre huvuduppdrag är kollektivtrafik. Inom SL-området bedrivs kollektivtrafik i form av pendeltåg och lokaltåg på järnväg, tunnelbanetrafik, spårvägstrafik, busstrafik och även sjötrafik.

För att utföra uppdraget agerar landstinget beställare och träffar avtal med olika utförare som sedan ansvarar för att driva hela eller delar av verksamheten samt att handla upp trafik och följa upp ingångna avtal. Den dagliga driften av trafikverksamheten sköts idag helt av privata verksamhetsutövare. Det är SL:s uppgift att utveckla och hitta nya lösningar för kollektivtrafiken. SL äger infrastrukturen som fordon, hållplatser och tunnelbanestationer.

SL:s affärsidé är att erbjuda alla i Stockholms län en väl utbyggd, attraktiv och lättillgänglig, prisvärd och pålitlig kollektivtrafik. Alla resor ska vara säkra och trygga. Säkerhet beskrivs som en förutsättning för att nå målet om fler och mer nöjda resenärer.

4.2 Företagen i tunnelbanesystemet

Företag med ansvar för områden som påverkar säkerheten i tunnelbanesystemet vid olyckstillfället var:

- AB SL
- Connex

- Tågia
- SL Infrateknik, ett dotterbolag till AB SL
- Flera underhållsentreprenörer, bl.a. Svensk banproduktion

4.3 Förändringar i SL-trafikens organisation - historik

Förändring av ansvar och roller och uppdelningen i flera företag med påverkan på säkerheten i tunnelbanan har skett successivt under flera år. Nedan presenteras därför en kort historisk översikt av betydelse för den fortsatta beskrivningen.

SL har sin historiska bakgrund i AB Stockholms Spårvägar, som i slutet av 1960-talet ombildades till AB Storstockholms Lokaltrafik. I slutet av 1980-talet inleddes en period med omfattande förändringar av SL och dess verksamhet som innebar att bolaget delades upp i ett moderbolag och ett antal dotterbolag, vart och ett med sin trafikuppgift. Dessa var bl.a. trafikföretagen SL Tunnelbanan AB, SL Buss AB och SL Tåg AB (lokaljärnvägar) och anläggningsförvaltarna SL Bansystem AB och SL Fastigheter AB.

Efter år 1994 omorganiserades bl.a. tunnelbaneverksamheten så att de tre bansystemen gröna, röda och blå linjerna kom att utgöra affärsområden inom SL Tunnelbanan AB med ansvar för både trafik och fordon. Ägandet av spårtrafikfordonen överfördes till SL Bansystem AB.

Under senare delen av 1990-talet fortsatte utvecklingen mot att renodla AB SL till en beställarorganisation och dotterbolagen på trafiksidan såldes helt eller delvis till andra ägare eller avvecklades efter förlorade upphandlingar. Produktionsavdelningen inom SL Bansystem bröts ut i ett eget bolag, Svensk Banproduktion AB. Resterande förvaltande delar av SL bansystem slogs samman med motsvarande enheter inom fastighetsbolaget till SL Infrateknik AB.

60 % av aktierna i SL Tunnelbanan AB såldes i slutet av 90-talet till det franskägda CGEA, sedermera Connex Transport. Bolaget ändrade först namn till Connex Tunnelbanan AB och därefter till Connex Sverige AB. SL sålde senare resterande aktiepost till Connex.

När SL Tunnelbanan AB bildades tecknades avtal med AB SL och SL Bansystem om bl.a. fordonsförvaltning och underhåll. Enligt ursprungsavtalet skulle SL Tunnelbanan AB svara för allt underhåll och kostnader för detta. I samband med försäljningen till Connex

aktualiserades frågan om det långsiktiga fordonsunderhållet, eftersom en trafikentreprenör med en begränsad avtalslängd inte kan förväntas ansvara för detta. Lösningen blev att tydliggöra fordonsägarens, SL Infrateknik, roll som garant för att fordonen vidmakthålls på sikt och trafikutövarens, Connex, roll att svara för det dagliga underhållet.

Som ett led i att effektivisera och modernisera tågunderhållet bildade SL, Connex och dåvarande Adtranz (det sistnämnda företaget sedermera uppköpt av Bombardier Transportation) år 2000 ett gemensamt bolag, Tågria AB, med uppgift att som entreprenör åt både SL och Connex m.fl. bedriva all sorts fordonsunderhåll och viss konstruktionsverksamhet på beställarnas uppdrag. Verkstadspersonal, verkstäder och viss teknisk personal fördes över till Tågria från såväl Connex som SL Infrateknik.

Under senare delen av år 2005 (efter branden i Rinkeby) införlivades dotterbolaget SL Infrateknik i moderbolaget AB SL som en av tre enheter – med namnet teknikenheten eller SL Teknik.

Sammanfattningsvis har omfattande förändringar skett och ansvarsområden har fördelats mellan olika aktörer.

4.4 Vagnförsörjning och tunnelbanevagnarna

Genom åren har det funnits 15 modeller av tunnelbanevagnar. Äldre vagnar byts successivt ut mot den nya vagn 2000 (C20), men fortfarande körs vagnar av äldre modell. Branden inträffade i en vagn av typen C14.

En vagnförsörjningsplan för spårfordonen anger dess tekniska livslängd och ägarna (d.v.s. Landstinget) får genom denna plan information om när olika fordon ska bytas ut. Ett nyanskaffningsprojekt tar ca 3-4 år innan de nya fordonen finns i trafik. För vagn C20 finns en underhållsplan som sträcker sig över 20 år och föreskriver underhållet för de flesta på fordonet förekommande funktioner och utrustningar. För vagn C14 finns inte motsvarande mängd underhållsaktiviteter föreskrivna för motsvarande funktioner och utrustningar och motsvarande långsiktig underhållsplan saknades därför för vagn C14.

Livslängden på fordonen kan förändras om Landstinget behöver pengar till annat. Om det saknas pengar till nyanskaffning kan följden bli att vagnförsörjningsplanen inte kan följas. Detta blir i så fall en svår situation att hantera – att behålla fordon som man avsett att byta ut och genomfört underhåll baserat på detta. I fallet med vagn C14

kunde inte vagnförsörjningsplanen följas vid tiden för branden. Anledningen var att inga nya vagnar av modell C20 skulle köpas in och vagn C14 fick därför användas längre tid än planerat. Utfört underhåll på vagn C14 var inte anpassat till denna förlängning.

4.5 Rollfördelning mellan SL – trafikentreprenör – underhållsentreprenör

Genom de ovan beskrivna förändringarna och andra strukturella justeringar har ansvaret för de olika verksamheterna som tillsammans utgör SL-trafiken och påverkar säkerheten i denna fördelats på ett flertal företag.

Som tidigare påtalats är det den upphandlande parten, d.v.s. AB SL som har det övergripande ansvaret för säkerhetsstyrningen (enligt BV-FS 1996:1). Detta hanteras genom att AB SL är utgivare för instruktioner som de olika entreprenörerna ska följa, t.ex. trafiksäkerhetsinstruktion för tunnelbanan (Tri Tub) som trafikutövaren ska följa och underhållsinstruktioner som underhållsleverantören Tågia AB ska följa.

Trafiksäkerhetsmässigt är det trafikutövaren som har ansvar för att bedriva en säker verksamhet och som behöver tillstånd för detta. I trafikutövarens ansvar ligger att planera och genomföra trafiken och att ta ansvar för att de använda fordonen är i trafiksäkert skick. Detta ansvar finns hos den trafikutövare som innehar trafiktillståndet. Vid olyckstillfället var Connex innehavare av trafiktillståndet.

Spårinnehavaren behöver tillstånd och har ansvar för att den upplåtta banan är säker att trafikera och är underhållen på ett riktigt sätt. Vid olyckstillfället var SL Infrateknik AB innehavare av detta tillstånd

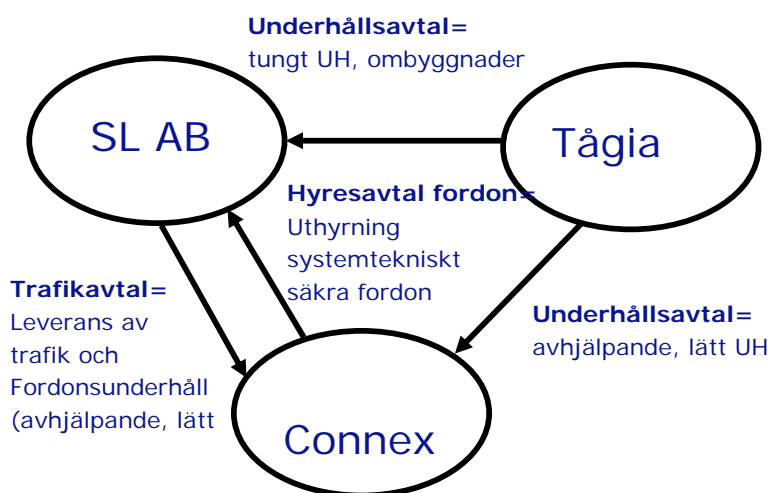
I fallet med tunnelbanan betraktades fordonen som en del av infrastrukturen, d.v.s. att fordonen tillhandhålls av beställaren (i detta fall SL Infrateknik) till entreprenören (i detta fall Connex). Det har tidigare rått viss oklarhet kring rollfördelning och ansvar när det gäller t.ex. ombyggnader av fordon eller beslut om dispenser för överskridande av tekniska gränsvärden etc. I april 2004 gjordes efter ett uppkommet behov ett förtydligande av de affärsmässiga överenskommelserna och en ekonomisk reglering mellan SL Säkerhet, SL Infrateknik, Connex och Tågia av kostnader för fordonsunderhåll. Ett visst förtydligande av ansvarsförhållandena gjordes. Bakgrunden till avtalsförhållanden och överenskommelser redovisas i avsnittet nedan.

4.6 Gällande avtal och struktur vid olyckstillfället

AB SL upphandlar tjänster och produkter från olika underleverantörer som i sin tur kan ha ytterligare underleverantörer. Nedan presenteras översiktligt de avtal som finns och som definierar de olika företagens ansvar och roller. I figur 2 nedan presenteras den avtalsstruktur som förtydligades i diskussioner mellan parterna år 2004. Till avtalen tillkom vissa tillägg och praxis etablerades för vissa områden.

Förhållandet mellan parterna reglerades av fyra avtal, se figur 2 nedan. Avtalen är:

- **Trafikavtal** mellan AB SL och Connex (reglerar att trafik och lättare, avhjälpande fordonsunderhåll levereras)
- **Underhållsavtal för tungt underhåll** mellan AB SL och Tågia (omfattar det tyngre underhållet inklusive ombyggnader och investeringar)
- **Underhållsavtal för lätt underhåll** mellan Tågia och Connex (omfattar det avhjälpande, lättare underhållet)
- **Hyresavtal för fordon** mellan AB SL och Connex (reglerar hyra av spårfordon från AB SL)



Figur 2. Avtalsstruktur mellan AB SL, Tågia och Connex.

En utförligare beskrivning av avtalen finns i bilaga 3.

4.7 Resultat från intervjuer

Nedan redovisas resultat från intervjuer med personal från alla företag angående säkerhetsansvar och avtalsstrukturer som berör flera företag. I kapitel 5 presenteras resultat för enskilda företag.

4.7.1 Ansvaret för säkerheten

I intervjuerna med personal från alla inblandade företag tillfrågades intervjupersonerna om var de ansåg att helhetsansvaret för trafikanternas säkerhet fanns. Samtliga ansåg att detta fanns hos SL, förutom enstaka intervjupersoner på Connex som ansåg att helhetsansvaret fanns hos den som är innehavare av trafikillståndet, i detta fall Connex.

4.7.2 Bildandet av Tågia

Syftet med att skapa underhållsbolaget Tågia var att skapa bättre förutsättningar för att hantera fordonsparken och att optimera service och underhåll för denna, men också att skapa möjligheter för en bättre styrning och kontroll av underhållskostnaderna. Avtalet innebar att det nya bolaget Tågia skulle, för dåvarande SL Infrateknik AB:s räkning, ansvara för spårfordon och genomföra främst värdebevarande och säkerhetsuppehållande underhåll. Tågia skulle till trafikutövaren Connex tillhandhålla avtalat antal fullt driftfärdiga och driftsäkra tåg för trafik vid avtalade tidpunkter.

I intervjuerna framkom att när Tågia bildades och avtalet togs fram saknades information om hur mycket underhållsåtgärderna skulle komma att kosta. Under avtalstiden förekom problem när det gäller gränsdragning mellan förebyggande/avhjälpanande underhåll och särskilda mer omfattande underhållsåtgärder/investeringar men även om kostnader och vilken part som skulle betala. Intervjuerna ger en samlad bild av ett större fokus på kostnadsfrågor och mindre fokus på drift- och säkerhetsfrågor.

I aktieägaravtalet skrevs in att prissättningen skulle avspegla Tågias verkliga kostnader och att SL och Connex skulle ersätta Tågia för sådana kostnader som härrörde från tiden före övertagandet om man kunde visa att sådana kostnader fanns. Tågia skulle följa upp sådana kostnader. Det förekom kontinuerligt diskussioner om vilken part som skulle ansvara för vilka kostnader.

Eftersom det saknades uppgifter om kostnadsläget för olika poster då

Tågria bildades tillkom en formulering i avtalet om att kontrollera om prissättningen i avtalen mellan Connex och Tågria respektive Infrateknik och Tågria var den rätta. Avsikten var att justera priserna om det vid en genomgång framkom att Tågria skulle få för låg eller för hög ersättning för utförda tjänsten.

4.7.3 Avtalen

Avtalen löper över längre tidsperioder och förändringar av avtalen tar därför också relativt lång tid. Om det finns behov av förändringar så tar, enligt uppgifter från intervjuer, en förnyelse av hela avtalsfloran ca 5-10 år.

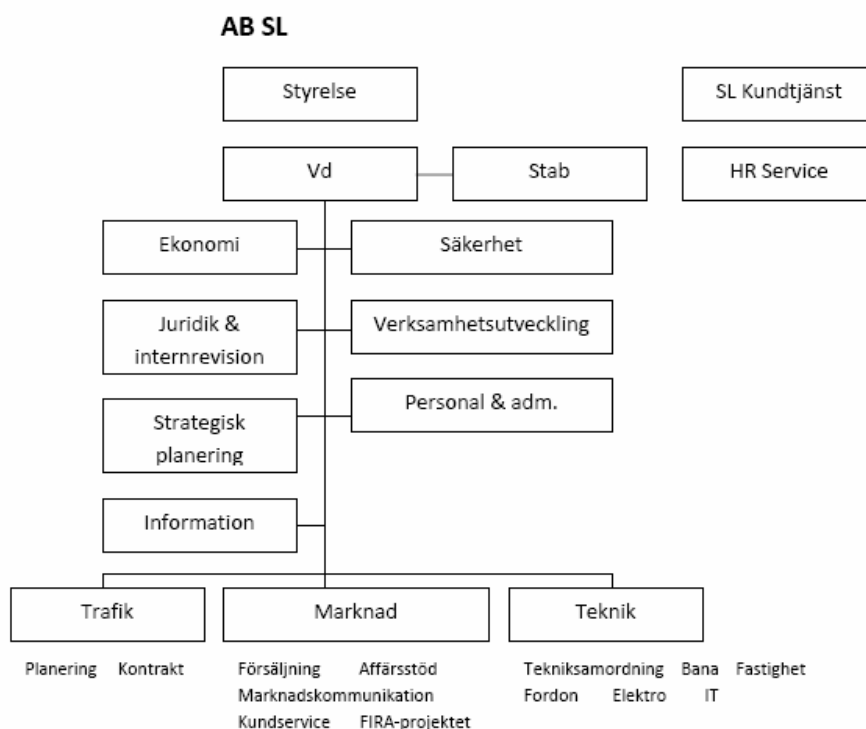
Beställarens drivkrafter bakom avtalen har förändrats över tid och det har i intervjuer med företrädare för AB SL beskrivits som att under perioden 1993-1998 utformades avtalen för att minska kostnaderna och att det i slutet av 1990-talet togs ett strategiskt beslut inom AB SL att satsa mer på kvalitet, tidshållning och goda leverantörsrelationer snarare än att minska kostnaderna. Det har successivt skett en förskjutning från kostnadsminskningar till kvalitetsfrågor där kvalitetsfrågorna väger tyngre idag än tidigare. Vid intervjuer med företrädare från Tågria framkom att SL haft samma kostnadsfokus under hela tidsperioden men att fokus på kvalitet ökat, från en låg nivå till en "normal" nivå. Detta avspeglas i SL:s uppfattning om att underhållsstatus för vagn C14 inte skulle förbättras, trots att underhållsansvariga på Tågria framförde denna uppfattning.

5 AB SL

Nedan ges en beskrivning av organisation och säkerhetsstyrning, ansvarsfördelning och i viss mån avtalsförhållanden för företaget i sin helhet och för vissa delar av företaget mer specifikt. Först beskrivs organisation och säkerhetsstyrning utifrån information som hämtats från olika dokument, och därefter presenteras resultat från intervjuer med företrädare för företaget.

5.1 Organisation och säkerhetsstyrning

AB SL är en beställarorganisation som ansvarar för att planera, marknadsföra och upphandla kollektivtrafiken till lands i Stockholms län. Upphandlingarna görs av respektive enhet inom SL, men det är styrelsen som beslutar i strategiska frågor, t.ex. om stora upphandlingar, liksom om större projekt och investeringar, t.ex. inköp av nya spårfordon.



Figur 3. Organisationsstruktur för AB SL

Det övergripande arbetet leds av en verkställande direktör, som till sin hjälp har en stab. VD lyder direkt under SL:s styrelse.

I företagets beställarfunktion finns tre enheter: trafikenheten, marknadsenheten och teknikenheten. Inom varje enhet finns flera avdelningar. Vid tillfället för branden var teknikenheten ett eget bolag, SL Infrateknik AB. År 2005, efter branden, införlivades detta bolag i moderbolaget AB SL som teknikenheten.

Utöver de tre enheterna finns gemensamma stabsenheter, varav en är Säkerhet.

Flera bolag är också helägda eller delägda av SL-koncernen. Av intresse för denna utredning är att SL Infrateknik AB till 100 % ägdes av AB SL. I Tågria AB hade AB SL 33 % ägande, och i Svensk Banproduktion AB 40 %.

5.1.1 Trafikenheten

Trafikenheten planerar, handlar upp och följer upp AB SL:s trafikerbjudande och har hand om de flesta frågor som rör AB SL:s samarbete med entreprenörerna och med länets kommuner.

På enheten hanteras avtal och beställningar mot olika entreprenörer. Uppgiften är att definiera omfattningen på trafikutbudet och sedan handla upp och följa upp baserat på detta. Entreprenörerna rapporterar till Trafikenheten genom månadsmöten. Där finns ingen särskild punkt för säkerhetsfrågor men de kommer ofta upp och då engageras koncernstab Säkerhet för frågan. I större affärer deltar koncernstab Säkerhet tillsammans med andra experter, t.ex. vid upphandlingar.

5.1.2 Marknadsenheten

Marknadsenheten har hand om marknadsfrågor som försäljning och kundservice.

5.1.3 Teknikenheten

Teknikenheten är den största enskilda enheten på AB SL. Vid tiden för olyckan var det som idag är teknikenheten ett helägt dotterbolag med namnet SL Infrateknik. SL Infrateknik beskrivs senare i kapitel 6.

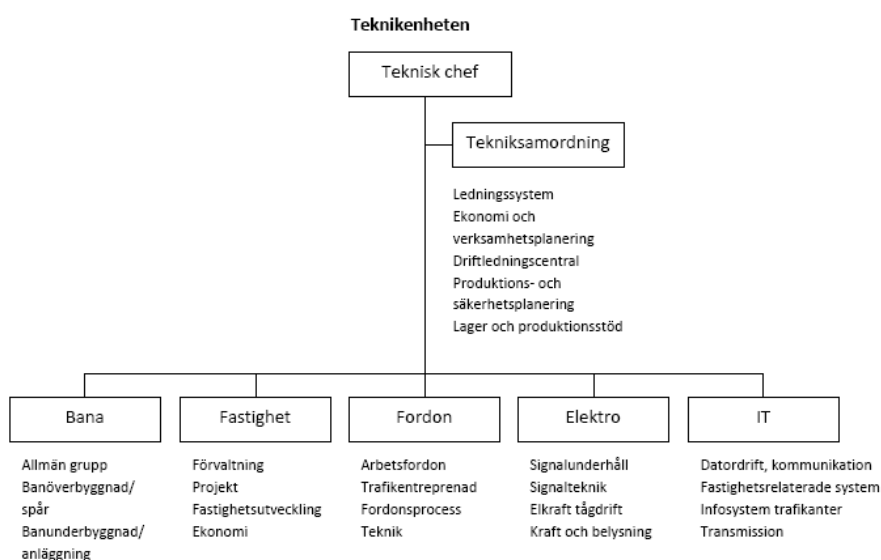
Teknikenheten bestod efter organisationsförändringen (från SL Infrateknik till en enhet inom AB SL) av sex avdelningar. Avdelningar av betydelse för olyckan är banavdelningen, elektroavdelningen och fordonsavdelningen.

Banavdelningen är tekniskt ansvarig för banvall, stomkonstruktioner samt räls och växlar till tunnelbanor och lokalbanor.

Elektroavdelningen är tekniskt ansvarig för el- och signalanläggningar inom spårtrafiken. När teknikenheten upphandlar ställs krav på entreprenörerna att det ska ha resurser för egenkontroll.

Fordonsavdelningen ansvarar för förvaltning och utveckling av samtliga spårfordon i SL-trafiken samt de arbetsfordon AB SL äger. Det innebär sammanlagt cirka tusen fordon. Uppgiften är att till SL-trafiken tillhandahålla och leverera spårgående fordon, strategiska utbytesenheter till spårfordon, supportsystem, t.ex. fordonstekniskt underhållssystem och teknisk dokumentation.

I avdelningens verksamhet ingår bl.a. att upphandla och avtala om de tjänster som krävs för objekten och att följa upp och övervaka objektens säkerhet, funktion, värde och skötsel. AB SL har ett fordonstekniskt IT-system för underhåll och dokumentation.



Figur 4. Teknikenhetens organisation inom AB SL

Entreprenadgruppen inom fordonsavdelningen ansvarar för förvaltningen och utvecklingen av spårfordon för persontransporter. I funktionsbeskrivningen för gruppen ingår att optimera och utveckla fordonens underhåll med avseende på säkerhet, att ansvara för kontrakterade trafik- och underhållsentreprenörer i fordons- och depåfrågor, förvalta avdelningens avtal, att övervaka att gällande

underhållsplaner leder till avsett underhåll, göra kvalitetsrevisioner hos entreprenörer.

Gruppen fordonsteknik ansvarar för förvaltningen och utvecklingen av AB SL spårfordons fordonstekniska system och delsystem samt fordonsteknisk dokumentation. Gruppen ansvarar för att upprätthålla kompetens på detta område, och för att utveckla fordonens tekniska system och utrustningens prestanda avseende trafiksäkerhet, driftsäkerhet, funktion och fordonsvärde.

En avdelning för teknksamordning finns även.

Sedan år 1999 följer alla avdelningarna inom SL Infrateknik/teknikavdelningen upp driftstörningar varannan vecka och tar upp detta med Connex. Vid intervjuer med Connex framkom att det var de som tagit initiativ till regelbundna lunchmöten för sådana uppföljningar och att intresset från SL Infratekniks sida tidvis varit begränsat. Huvudsyftet med dessa möten var, enligt Connex, att följa upp ansvarsfördelningen när det gäller inträffade störningar och hur dessa kan förebyggas.

Enheten SL Säkerhet har som uppdrag att medverka till SL:s övergripande mål om fler och nöjda resenärer genom att skapa förutsättningar för en ökad upplevd trygghet och avsaknad av olyckor med nollvisionen som säkerhetsmål.

SL Säkerhet har interna kunder främst från enheterna Trafik och Teknik. På enheten finns fyra funktioner, en administrativ funktion och en säkerhetschef, totalt 11 personer. En funktion arbetar med revision, riskanalys och brand, en annan med spårtrafik, en tredje med vägtrafik och spårväg och en fjärde med egendomsskydd och trygghet. Staben rapporterar direkt till VD. Säkerhetsfrågor rapporteras av säkerhetschefen direkt till styrelsen på begäran.

SL Infrateknik mottar föreskrifter och krav på infrastruktur och spårfordon från SL Säkerhet. SL Infrateknik omsätter de krav och mål som Säkerhet fastställer för att nå nödvändig säkerhetsnivå. Säkerhet ger ut trafiksäkerhetsföreskrifter och regler för hur arbeten trafiksäkerhetsmässigt ska bedrivas. Sådana ges ut till Connex såväl som till SL Infrateknik. AB SL är ägare av Trafiksäkerhetsreglerna för tunnelbanan (Tri-tub). Connex är skyldig att följa dessa regler.

5.2 Resultat från intervjuer med medarbetare vid AB SL

I detta avsnitt redovisas resultat från intervjuer med personal från

samtliga enheter inom AB SL, förutom teknikenheten.

5.2.1 SL:s uppdrag

Alla intervjuade företrädare från AB SL:s högsta ledning beskriver att AB SL har ett helhetsansvar för produkten mot resenären eftersom det är AB SL som har avtalet med trafikanten som ingår i och med biljettköpet. Anlitade entreprenörer har ansvar för att agera enligt regler och föreskrifter. AB SL ska kontrollera att entreprenören uppfyller sitt åtagande.

Spårinnehavaren har ett strikt ansvar för det som händer i det tekniska systemet. Fordonen betraktas som en del av infrastrukturen, vilket skiljer AB SL från andra spårinnehavare. Nya entreprenörer kan inte förväntas ha egna fordon och kompetensen kring hur fordonen samverkar med det fasta systemet är viktigt. AB SL har tagit ett strategiskt beslut om att hantera samspelet mellan fordon och övrig infrastruktur genom att behålla fordonen i egen ägo och på detta sätt ha kvar systemansvar och långsiktighet. Introduktion av nya system kräver godkännande från Järnvägsstyrelsen (nuvarande Transportstyrelsen).

När säkerhetsfrågor kommer upp i styrelsen finns det ett bra stöd för detta och det är sällan några problem p.g.a. ekonomi. Säkerhet är en stående punkt på dagordningen i företagets ledningsgrupp. Inför styrelsemöten avrapporterar varje avdelning skriftligt.

Ledande företrädare anser att AB SL har en hög säkerhetsnivå med få säkerhetsrelaterade olyckor och tillbud. Stockholms Läns landsting har utfärdat ett policydokument "Trygg och säker trafik", men det är AB SL som utformar detaljerna inom sitt ansvarsområde. En tydlig prioritering av säkerhet anges i intervjuer med högsta ledningen som innebär att hellre ställa in tåg än att köra med potentiellt säkerhetsfarliga fordon. De intervjuade tog också upp att det finns ett starkt stöd i styrelsen för säkerhetsfrågorna.

Intervjuade personer från andra företag tog upp att AB SL:s ledning efter olyckan hade inställningen att "hitta ett sätt att tursätta så att vagnarna kommer i trafik igen."

5.2.2 Upphandlingar

I början av 1990-talet gjordes upphandlingar med entreprenörer med en affärsmodell som innebar att minska kostnaderna och pressa entreprenörernas priser, vilket man också lyckades med. Ledande företrädare för AB SL menade att ett fortsatt fokus på

kostnadsreduktioner skulle innebära en risk för försämrad kvalitet och utarmning av lönsamheten i branschen. Detta medförde en affärsmodell med ökat fokus på kvalitet i slutet av 1990-talet, men det tar tid för målsättningen att genomsyra hela verksamheten.

Enligt intervjuer med företrädare för SL:s ledning finns det formuleringar i avtalen med entreprenörer som fastslår att målsättningen för säkerhetsarbetet är en nollvision.

5.2.3 Roller i företaget

Under perioden före branden fanns ett arbetssätt kvar inom AB SL som innebar att det inte gjordes några tydliga gränsdragningar när det gamla SL delades upp i bolag. Relationerna mellan de som efter uppdelningen skulle ha rollerna som kund respektive leverantör blev otydliga eftersom ett arbetssätt som innebar att man tillsammans löste problem kvarstod, istället för en tydlig specifikation och beställning av tjänster och en uppföljning av att dessa faktiskt har utförts.

Flera av de intervjuade tog upp att inarbetade arbetssätt och personliga band mellan de som arbetat i SL-sfären och nu arbetar på olika företag bidrog till att göra det svårare att klara ut och definiera roller.

5.2.4 Avtalen

När uppdelningen gjordes mellan SL och SL Tunnelbanan genomfördes en inventering av statusen på fordonsparken. En utredning genomfördes av behovet av förbättringsåtgärder. Därefter gavs ett uppdrag inom AB SL att göra en standardhöjning av denna. Parterna, Connex och AB SL, var överens om att återföra fordonen till den status ett fordon med denna ålder borde ha ur ett säkerhets- och driftsäkerhetsperspektiv. Åtgärder genomfördes för att förbättra fordonen. Ambitionen var att samla AB SL:s underhållsresurser och verkstad och samverka med en fordonsleverantör som var intresserad av eftermarknaden. På detta sätt bildades bolaget Tågäta för att samla kompetens och intressenter. AB SL hade tidigare provat flera underhållsmodeller. Syftet med bolaget Tågäta var att skapa former för ett effektivt och värdebevarande fordonsunderhåll som skulle vara oberoende av byte av entreprenör.

Alla de intervjuade ansåg att Tågäta gjort ett bra arbete utifrån de förutsättningar som gavs men att det fanns en hel del olösta frågor och förutsättningar när bolaget startades. Starten av bolaget blev för snabb eftersom ingen av parterna hade tillräckliga kunskaper om de ekonomiska förutsättningarna och man hade på detta sätt inte klart för sig vilka ekonomiska resurser som verksamheten skulle kräva. Detta

innebar att de ekonomiska diskussionerna om olika ersättningar har varit dominerande i diskussionerna mellan parterna. Vid starten tog de ekonomiska diskussionerna den mesta kraften och energin.

Det har i intervjuerna framförts att Tågia kan ha levererat bra utifrån givna förutsättningar men att ett fortgående ”gräl om pengar” mellan ägarna i styrelsen helt har överskuggat kvalitetsdiskussioner. Samarbetet på handläggarnivå har dock fungerat väl. Om det behöver vidtas åtgärder på fordonen som kan störa trafiken ska Connex som trafikutövare inte drabbas och även här måste diskussioner om ekonomi föras.

Ägarna i Tågia hade också olika intressen; AB SL ville ha ett långsiktigt värdebevarande underhåll, Connex ville ha rätt underhåll för trafiken, men också tursättning av vagnar och Bombardier Transportation AB ville skaffa sig drifterfarenheter av en ny fordonstyp. Även AB SL:s högsta ledning tog i intervjuerna upp att upplägget för ägandeaftalet för Tågia är ”omöjligt”. Det innebar svårigheter i ägandeförhållanden för Tågia där två av ägarna är vinstdrivande medan den tredje, AB SL, ska ha ett nollresultat.

När de första avtalen tillkom för ca femton år sedan så fanns ingen reglering för beställar- och utförarrelationen. Under en femtonårsperiod har det skett en utveckling av beställare-utföraremodellen. Detta har inneburit att avtalen över tid har byggts på och delvis förändrats. Att en äldre avtalsmassa måste sammanfogas med nya avtal till ett sammanhängande dito ger en komplicerad avtalsstruktur. Trafikavtalen har dock inte förändrats utan där ligger ansvaret tydligt på trafikutövaren.

5.2.5 Uppföljning av entreprenörer och avtalen

SL Säkerhet gör varje vecka besök som inte annonseras i förväg hos trafikutövare och entreprenörer. I vissa sådana fall görs en genomgång av entreprenörens interna uppföljningar.

I intervjuerna framfördes att det fanns goda möjligheter att kontrollera Connex verksamhet. När det gäller fordonsuppföljningen var ansvaret delat mellan Stab Säkerhet och teknikavdelningen/fordon. På senare tid hade fordonsavdelningen blivit mer aktiva i sin uppföljning.

I intervjuerna framfördes att tydliga avtal med en uppdelning mellan företag med olika ansvarsområden ger en bättre säkerhet eftersom det leder till att var och en tar sitt ansvar och diskussionerna om gränssnitten och ansvar i dessa kommer upp till ytan. Gränssnitt och ansvarsgränser visar sig direkt och måste då regleras. Det är viktigt att

inte dela upp i alltför små avtalsområden utan de måste vara stora nog för att skapa kompetens och långsiktighet hos anbudsgivare.

AB SL ställer krav på trafikutövarna i avtalen att de ska bryta ner AB SL:s säkerhetspolicy i mätbara mål. I avtalen ställs också krav på att trafikutövaren ska ha en säkerhetsorganisation.

Myndighetskontakter hanteras av SL Säkerhet förutom för elsäkerhet där det finns en personlig delegering.

5.2.6 Driftsäkerhetsproblem för vagn C14

I intervjuerna framkom att den frekventa användningen av återställningsknappen när linjebrytare löst ut inte betraktades som särskilt anmärkningsvärt eller direkt säkerhetsfarligt. Man menade att det fanns andra barriärer för att förhindra att en brandsituation som i Rinkeby ska uppstå. Säkerhetsstandard i detta fall och vilka krav som man ställer på fordonens kortslutningsegenskaper kan variera i olika länder.

Vid intervjuer efter olyckan framfördes att fordonet C14 kan användas minst 15 år till. Det skulle dock krävas omfattande investeringar som inte uppfattades som lönsamma att satsa på. Vid dessa intervjuer framkom att en diskussion hade startats angående hur fordonet skulle hanteras i framtiden.

När vagnparken överlämnades till Tågia genomfördes en besiktning och utvärdering och vissa åtgärder genomfördes för att förbättra driftstatus och tillgänglighet. Vid intervjuer med personal från Tågia framkom att Tågia inför överlämnandet av vagnparken, genom brev, erbjudit SL att höja vagnens tekniska status. SL sade nej till detta erbjudande.

6 SL Infrateknik

Nedan ges en beskrivning av organisation, säkerhetsstyrning, ansvarsfördelning och avtalsförhållanden för SL Infrateknik. Först beskrivs organisation och säkerhetsstyrning utifrån information som hämtats från olika dokument, och därefter presenteras resultat från intervjuer med företrädare för företaget.

6.1 Organisation och säkerhetsstyrning

Det som idag är SL:s teknikenhet var vid tiden för branden AB SL:s helägda dotterbolag, med namnet SL Infrateknik AB (nedan kallat SL Infrateknik), se figur 5.1 över AB SL:s organisation. SL Infrateknik innehade vid tidpunkten för olyckan Järnvägsstyrelsens tillstånd som spårinnehavare för tunnelbanan och för övriga spåranslagningar. SL Infrateknik hade till uppgift att ansvara för infrastrukturen inklusive fordon i enlighet med tillståndet ovan och hade uppdraget att vara en tekniskt och affärsmässigt kompetent beställarorganisation. SL Infrateknik skulle följa upp att de entreprenörer som har trafikavtal och övriga avtal uppfyller sina åtaganden.

Efter olyckan överfördes hanteringen av SL Infratekniks tillstånd som spårinnehavare till SL Säkerhet.

Vid olyckstillfället fanns flera underentreprenörer till SL Infrateknik med olika ansvarsområden för bana och fordon. För banan var Svensk Banproduktion en underleverantör och för fordon var Tågria underleverantör.

SL Infratekniks uppdrag var att i enlighet med hyresavtalet för fordon hyra ut systemtekniskt säkra fordon till trafikutövaren (i detta fall Connex). SL Infrateknik hade på detta sätt ett systemansvar för fordonen. Connex skulle upprätthålla säkerheten på de fordon som de ansvarade för, och Connex köpte underhåll av Tågria för detta. SL Infrateknik ansvarade för grunddokumentationen som avser fordonen. Tågria ansvarade, enligt muntliga uppgifter för att utveckla underhållsinstruktioner för det lågfrekventa, tunga underhållet.

6.2 Resultat från intervjuer med medarbetare vid SL Infrateknik

I detta avsnitt redovisas resultat från intervjuer med personal från SL Infrateknik.

6.2.1 Avtalen

Vid tidpunkten för olyckan fanns en medvetenhet inom SL Infrateknik om att det fanns ett förändringsbehov för hela avtalsmassan. Anledningen var att det fanns otydligheter i vissa avsnitt men framförallt att det skett förändringar i uppgifter och roller och att avtalen inte uppdaterats mot bakgrund av dessa. Detta medförde oklarheter om när olika parter skulle engageras i olika frågor. Ett ytterligare problem var att SL Infrateknik i förhållande till Tågia både hade rollen som kund och som ägare, i den sistnämnda med ansvar för bolagets ekonomi. SL fick en ny teknisk direktör i början av år 2005 som påtalade denna konflikt. Den tekniske direktören fanns därför inte med i styrelsen för Tågia vilket företrädaren varit. Detta för att skapa en ökad tydlighet. Efter olyckan genomfördes en utredning för att förändra avtalsmassan och resultatet blev att relationer och ansvarsområden mellan de tre parterna förtydligades, d.v.s. mellan Connex, Tågia och SL.

I intervjuerna framkom också att det finns ett behov av att förbättra avtalen när det gäller säkerhetsstyrning för underhåll. Beställarrollen behöver utvecklas när det gäller hur SL Infrateknik följer upp entreprenörerna med mål och kriterier för vad som ska avrapporteras.

När det gäller relationerna mellan parterna fungerade dessa inte som relationerna mellan kund och leverantör fullt ut. AB SL hade fortsatt agera som ett "huvudkontor" i relationen till sina leverantörer genom att ta på sig ett stort ansvar och genom att engagera sig i olika detaljfrågor, och Connex och Tågia betraktade också AB SL på detta sätt. En annan svårighet har varit att ansvarsfrågan är otydlig. Som ett exempel presenterades frågan om extremt hjulslitage – detta är en fråga som ska hanteras för bana, fordon eller trafik. Ansvarsfördelningen var till en början oklar och frågan hamnade slutligen inom fordonschefens ansvarsområde.

6.2.2 Tillämpning av avtalen

Av intervjuerna framkom att SL Infrateknik under en period före olyckan hade hanterat frågor om tekniska konstruktionsförändringar direkt mot Tågia. På detta sätt kunde förslag till tekniska förändringar tas fram och införas utan att trafikutövaren Connex fick kännedom om detta eller hade möjlighet att vara delaktig eller lämna synpunkter. På detta sätt gick man förbi avtalsparten Connex. Bakgrunden till detta angavs vid intervjuer med personal från SL Infrateknik som att det fanns en osäkerhet kring Connex ansvarstagande men också att Connex hade saknat den tekniska kompetensen för att kunna bedöma t.ex. förslag till konstruktionsförändringar. SL Infrateknik upplevde därför att de måste hantera sådana frågor genom att "ta hem" dem till

AB SL. Efter personalförändringar inom AB SL: s teknikavdelning i början av år 2005, som beskrivs ovan, förtydligades dessa ansvarsområden efter en dialog mellan SL och Connex.

6.2.3 Tillämpning av avtalet

Connex hade under avtalsperioden, i sin roll som trafikutövare, det formella ansvaret för att se till att fordonen var systemtekniskt säkra för att kunna gå i trafik. Att Connex inte fick kännedom om tekniska förändringar eller fick vara delaktiga i dessa har också framkommit i intervjuer med personal från Connex. Genom att Connex, enligt egen uppgift, inte fick insyn i, eller undanhölls information om de tekniska frågorna, så saknade de i praktiken information för att kunna utöva sitt ansvar fullt ut.

I intervjuer med företrädare på ledande befattningar i flera av företagen har det också framkommit att det fanns en uppfattning före branden att Connex inte hade något ansvar alls för de fordonstekniska frågorna och därför inte behövde ha motsvarande teknisk kompetens eftersom andra parter skulle hantera de tekniska frågorna. Efter branden uppmärksammades behovet av en utökad teknisk kompetens hos Connex och därefter utökades både teknisk kompetens och resurs hos Connex.

6.2.4 SL Infratekniks uppföljning av leverantörer

SL Infrateknik följde upp sina underentreprenörers verksamhet med kvalitetsrevisioner och stickprovskontroller. Säkerhetsrevisioner genomfördes av AB SL:s säkerhetsavdelning. Månadsvisa uppföljningsmöten genomfördes med Connex. Connex rapporterade avvikelser till SL Infrateknik.

6.2.5 Rapportering internt inom SL-koncernen

Internt fick chefen för SL Infrateknik skriftlig veckorapportering från avdelningscheferna när det gäller trafikpåverkande händelser.

AB SL:s ägare följde upp verksamheten genom rapportering till styrelsen. I övrigt skedde ingen detaljstyrning från ägaren. SL:s styrelse fick ingen regelbunden rapportering av säkerhetsfrågorna genom någon stående punkt på agendan, frågor togs upp vid behov. Fordonsbristen under perioden togs också upp.

6.2.6 Driftsäkerhetsproblem för vagn C14

Att det fanns problem med driftsäkerheten för fordonet C14 var känt hos SL Infrateknik och även att det förekom elektriska överslag som

medförde att automatsäkringarna löste ut. Förarna hanterade detta genom att använda Å-knappen (återställning av automatsäkringarna) mycket frekvent för att kunna köra vidare. Det saknades fastställda kriterier för hur och när knappen fick användas. Det var känt att det fanns behov av en konstruktionsförändring, bl.a. mot bakgrund av att underhållet på dessa vagnar i ett historiskt perspektiv inte varit tillräckligt. Vid flera intervjuer med personal från alla inblandade företag framkom att man betraktade denna fråga som ett tillgänglighetsproblem och inte som ett säkerhetsproblem.

SL Infratekniks uppdrag var att hyra ut systemtekniskt säkra fordon till Connex som sedan skulle acceptera dessa. Det har uppstått diskussioner kring vagn C14 eftersom Connex inte ansett sig vilja acceptera vissa fordon. Detta har inneburit en mer noggrann felsökning och arbete med att rätta mindre fel. Detta har medfört högre krav på Tågja.

7 Connex

Nedan ges en beskrivning av organisation, säkerhetsstyrning, ansvarsfördelning och avtalsförhållanden för Connex. Först beskrivs organisation och säkerhetsstyrning utifrån information som hämtats från olika dokument, och därefter presenteras resultat från intervjuer med företrädare för företaget.

7.1 Organisation och säkerhetsstyrning

Connex Sverige AB (Connex) var trafikutövare vid tillfället för branden. Företaget drev (senare under namnet Veolia Transport Sverige AB) trafiken i tunnelbanan och viss övrig spårbunden lokaltrafik i Stockholm.

Connex Sverige var sedan år 2003 indelad i en i huvudsak geografisk organisation som utgjordes av en division (division Sthlm) och sex affärsområden under ledning av varsin affärsområdeschef. Varje affärsområdeschef hade totalansvar för all verksamhet och personal inom sitt område (trafikdrift, trafikledning och stationsdrift) Divisionschefen rapporterade direkt till bolagets VD. Inom ett affärsområde bedrevs också busstrafik.

Under ett av affärsområdena (gröna linjen) fanns organisatoriskt placerad en teknikstab som bestod av tre personer, med en teknisk chef. Anledningen till denna placering var att den tekniska kompetensen redan fanns inom detta affärsområde. Teknikstaben hade ansvar för hantering av alla fordonsspår samt för uppföljning av det tågunderhåll som utförts av Tågia, men också för att vara ett stöd i fordonstekniska frågor till divisionsledningen och till de olika affärsområdena. Teknikchefen rapporterade till en affärsområdeschef. Ansvar för fordon fanns hos teknikchefen och ansvar för säker drift låg hos affärsområdescheferna.

Det fanns en gemensam säkerhetschef för hela Connex Sverige AB. Fyra säkerhetsinspektörer var avdelade för verksamheten i Stockholm med rapportering direkt till den företagsgemensamma säkerhetschefen.

Genom denna uppdelning saknades en direkt organisatorisk kontaktväg mellan den tekniske chefen och säkerhetschefen.

Delegeringar för drift- och säkerhetsansvar gick från VD till säkerhetschefen och vidare till divisionschefen i Stockholm. Delegeringar avseende arbetsmiljö gick från VD till divisionschefen för Stockholm och vidare till respektive affärsområdeschef och

därefter till underställd operativ chef, respektive platschef och i vissa fall vidare till underställda enhetschefer.

7.1.1 Säkerhetsordningen för Connex

Vid tillfället för branden var det styrande dokumentet ”Säkerhetsordning för spårbunden trafik inom Division Stockholm”. Dokumentet pekar ut de trafiksäkerhetsinstruktioner som används enligt krav från Järnvägsstyrelsen. Exempel på sådana instruktioner är också den av AB SL utgivna trafiksäkerhetsinstruktionen för tunnelbanan (Tri Tub) och stationssäkerhetsinstruktion för tunnelbanan (Sti Tub).

I säkerhetsordningen redovisas att Connex har en säkerhetspolicy som undertecknats av VD. Inriktningen i denna är att ständigt arbeta för att höja säkerheten för medarbetare, resenärer och övriga som befinner sig i dessa verksamhetsmiljöer. I övrigt beskrivs avvikelshantering och analys av olyckor och tillbud och tillsyn och uppföljning av personal. Efter olyckan omarbetades säkerhetsordningen väsentligt för att i större omfattning och tydligare visa på säkerhetsstyrningen. Säkerhetsorganisationen i Stockholm förstärktes efter branden och även teknikkompetensen i företaget. Säkerhetsmål följs upp varje månad.

7.2 Resultat från intervjuer

I detta avsnitt redovisas resultat från intervjuer med personal från Connex.

7.2.1 Connex uppdrag och roll

När det gäller underhåll ansvarar Connex för det lätta underhållet medan AB SL ansvarar för tunga investeringar/moderniseringar. Detta innebär att Connex ska bevaka att Tågias leverans av fordon uppfyller ställda krav på daglig leverans av säkra vagnar så att Connex uppfyller sin del av trafikillståndet. Connex kan skicka tillbaka vagnar och belägga dem med körförbud om de anser att vagnarna inte uppfyller säkerhetskraven. Ansvaret övergår från Tågia AB till Connex när de tar ur tågen ur depån. När tågen lämnas tillbaka övergår ansvaret från Connex till Tågia AB.

Flera av de intervjuade tog upp att det varit svårt att finna rollerna mellan SL Infrateknik och Connex när det gäller teknikfrågorna, bl.a. för att rollerna har förändrats. En annan svårighet har varit när AB SL skulle ta större ansvar för fordonsunderhållet, och en tredje svårighet att Connex inte hade tillräckliga tekniska resurser. Högsta ledningen

för Connex beskrev dock att denne inte fått signaler om att resurserna inte skulle vara tillräckliga – flera intervjuade beskrev att de skickat sådan information uppåt i organisationen.

En annan svårighet har varit att dra gränsen mellan fel som kunde vara säkerhetsfarliga eller inte, de som indirekt kan ge säkerhetskonsekvenser – ”gråzonfel”. När felet inte kan definieras som den ena eller den andra typen är det svårt att peka ut den ansvarige.

7.2.2 Connex säkerhetsarbete

Det fanns en gemensam säkerhetschef för hela företaget. I intervjuerna framkom att resurser för säkerhet men även för teknikfrågor i bolaget var otillräckliga. Likaså var rollerna oklara och beslutsvägarna långa för säkerhetsfrågorna. Vid tiden för olyckan fanns brister även när det gällde att följa upp och lyfta fram saker i ledningsgruppen. Även rollfördelning mellan Connex säkerhetschef och chef för division Stockholm i samband med branden uppfattades som oklar.

Som tidigare nämnts fanns resursbrist även för teknisk kompetens hos Connex. Exempelvis var samma person säkerhets- och teknikchef vid branden, vilket innebar en konfliktsituation. Vid intervjuer med högre chefer inom Connex har framkommit att man inte uppfattat att resursbristen varit så stor som personer på lägre nivåer framfört i intervjuerna. Ledningen framförde att denne ansåg att säkerhetsfrågor har en hög prioritet men att detta budskap inte nått ut i hela organisationen och att det fanns ett glapp i kommunikationen när det gällde att nå ut med detta budskap till alla. Division Stockholm hade under åren före olyckan fört fram önskemål om en egen säkerhetschef i Stockholm och i samband med detta fördes säkerhetsinspektörer över för att arbeta specifikt med Stockholm. En särskild säkerhetschef för division Stockholm (där tunnelbanan ingick) tillsattes hösten 2005, som en direkt följd av erfarenheterna från branden. Tre säkerhetsinspektörer fördes över till denna funktion för att specifikt arbeta med tunnelbanan och Stockholmsverksamheten.

SL Säkerhet tillhandahöll säkerhetsordning och trafiksäkerhetsinstruktion för Connex tunnelbanetrafik. Connex hade också egna instruktioner för några områden, t.ex. för dörrsäkerhet och utrymning. Innehållet i Connex internkontrollsystem som gällde vid olyckstillfället beskrivs i säkerhetsordningen som innehåller säkerhetspolicy, avvikelshantering, tillsyn och uppföljning av personal, information och samverkan samt mötesformer. En internrevision av säkerhetsstyrningen på tunnelbana 2 genomfördes år 2004. Revisioner genomfördes också för andra trafikslag, t.ex. för

busstrafiken.

Kompetenskrav och krav på uppföljning av personal beskrivs i säkerhetsordningen. Kompetensen hos all personal i säkerhetstjänst, inklusive stationspersonalen vid bolaget, skall fortlöpande utvärderas. Respektive chef ansvarar för att tillsyn och utvärdering utförs. Utvärderingen skall dokumenteras. Samma förhållande gäller för entreprenörer och dess personal som anlitas av Connex. Till hjälp för vad som skall utvärderas och utövas tillsyn på finns särskilda checklistor som används vid bl.a. arbetsobservationer. Connex säkerhetsavdelning utarbetar de checklistor som skall användas. Av intervjuerna framgick att det var svårt att få tid och resurser till en sådan utvärdering.

AB SL följer upp Connex leverans med månadsmöten och sedan förekommer separata möten med SL Säkerhet ungefär varannan månad. SL Säkerhet gör också egna uppföljningar av alla entreprenörer.

7.2.3 Driftsäkerhetsproblem för vagn C14

I intervjuerna framkom att man konstaterat att C14 när den började köras på blå linje drog sämre och var långsammare och ”trögare” vilket innebar förseningar. Det var känt att dessa problem förekommit under en längre period. Problemen betraktades som driftrelaterade, och kopplingen till säkerhetsmässiga frågor och en eventuell brandrisk gjordes inte. Trots tidigare problem med överhettande bromsmotstånd ansågs inte C14-problemen kunna innebära någon brandrisk.

Det var väl känt att återställningsknappen användes frekvent. Efter olyckan infördes dokumentation av hur ofta knappen användes.

I intervjuerna framkom att det förekom många problem med C14-vagnarna och att det skulle behövas konstruktionsförändringar och omfattande ombyggnader för att lösa dessa problem. Det gick åt mycket resurser och tid på Connex för att hantera problemen med C14.

7.2.4 Avtalen och relationer mellan parterna

Generalklausulen i fordonsavtalet mellan Connex och AB SL innebar att AB SL ansvarar för att fordonen är ändamålsenligt utformade och myndighetsgodkända. Beslutet om konstruktionsförändringar fanns därför hos AB SL eftersom Connex inte kan påverka tågets konstruktion. Connex har det operativa säkerhetsansvaret, och har som ansvar att inte använda ett fordon med brister, t.ex. i konstruktion.

Connex ansvar och mandat innebar att ta beslut om att inte använda den specifika vagnen mot bakgrund av att man ansvarar för att allt som rullar är säkert. AB SL kan inte med ekonomiska styrmedel tvinga Connex att återinsätta vagnar som de inte bedömer som säkra vilket kan innebära att det uppstår en vagnbrist om fordonen inte bedöms som säkra. På motsvarande sätt får Tågia bara leverera tåg som uppfyller kraven till Connex.

Uppgiften för Teknisk chef/controllerer på Connex är att tillse att:

- Tågias dagliga leverans uppfyller ställda krav om säkra vagnar – om så inte är fallet kan vagnarna få körförbud.
- Bevaka Connex krav i förhållande till trafikillståndet.

Om det är svårt att avgöra en fråga om tursättning så sker en dialog mellan Connex teknikansvariga/controllerer på teknik och SL teknik via fordonsavdelningen. I intervjuerna framkom att det under en period före olyckan var svårt för Connex teknikcontrollerer att hinna med och det saknades resurser för att hinna med alla kontroller.

Uppdragen var tydliga; Connex har trafikillståndet och det ansvar som tillhör detta, Tågia ska leverera underhåll. Problemet var snarare att definiera var olika typer av problem skulle hamna. Det fanns en känsla av att AB SL hade tagit på sig mer engagemang i teknikfrågorna än som var avsikten enligt de avtal som fanns vid tiden för branden.

AB SL följer upp Connex arbete på flera sätt, främst med olika typer av möten för fordonsfrågor och Connex har direktkontakter med underleverantörer som AB SL har pekat ut. De problem som fanns under perioden 2000-2004 var att SL Infrateknik inte accepterade Connex roll i fordonsunderhållet utan drev frågor på egen hand och på detta sätt "kortslogs" Connex från underhållsloopen, och många frågor passerade därför förbi Connex. AB SL har uppfattats som en "överavdelning" och rollerna har på detta sätt blivit oklara. Denna hantering gjorde det svårt för Connex att ta sitt ansvar som trafikutövare. En ny tillträd chef på AB SL uppmärksammade situationen år 2004 och drev fram ett tillägg till befintliga avtal

Connex har också haft svårt att definiera var gränsen går för acceptabla brister. Det har saknats resurser för att göra internrevisioner, och för att göra teknisk uppföljning bl.a. mot Tågia. I intervjuer med Connex framkom att Tågia hade haft problem med att styra sitt underhållsarbete. Connex har inte varit nöjda med Tågia, bl.a. har det varit personalproblem i underhållsverkstäderna och det

har uppdagats fusk med dokumentationen. Det har skett en förbättring av säkerhetsfrågornas hantering på Tågia över tid, bl.a. med förstärkta säkerhetsfunktioner genom tillsättandet av en säkerhetschef med tydligt ansvar och befogenheter år 2005.

8 TÅGIA

Nedan ges en beskrivning av organisation, säkerhetsstyrning, ansvarsfördelning och avtalsförhållanden för Tågia. Först beskrivs organisation och säkerhetsstyrning utifrån information som hämtats från olika dokument, och därefter presenteras resultat från intervjuer med företrädare för företaget.

8.1 Organisation och säkerhetsstyrning

Tågia är ett underhålls- och moderniseringsföretag för spårbundna fordon. Verksamheten består i huvudsak av att underhålla, reparera och modernisera tunnelbanevagnar, spårvagnar och övriga fordon för spårbunden trafik i Stockholm.

Tågia bildades år 2000 av ägarna SL, Connex och Adtranz (det sistnämnda företaget sedermera uppköpt av Bombardier Transportation år 2001) med lika stora ägarandelar (33 %). Ägarna AB SL och Connex var också bolagets kunder. Relationen mellan ägarna reglerades i ett aktieägaravtal där också kundrelationerna delvis reglerades. Dessa har tidigare beskrivits.

Tågias uppdrag är att leverera trafiksäkra fordon (d.v.s. ”hela, rena och säkra tåg”) till Connex. Underhållet regleras av de underhållsföreskrifter som skrivs av AB SL. När Tågia bildades saknades information om kostnaderna för verksamheten och ett viktigt motiv för att bilda det nya bolaget var att få en bättre uppfattning om och kontroll över kostnaderna.

Tågias uppdragsgivare för avhjälpande, lättare underhåll är Connex. För moderniseringar och tungt underhåll är AB SL uppdragsgivare och för vagnstyperna C20/A32 sker detta enligt regelbundna intervall som finns specificerat i anvisningar från tillverkaren. För C14 gäller att övrigt tungt underhåll sker på separat beställning från AB SL och att Tågia måste identifiera behov och efterfråga beställning från AB SL. Det saknades vid olyckstillfället således en plan för revisionsintervaller för denna fordonstyp.

Företaget var vid tillfället för branden indelat i tre operativa enheter, en enhet med ansvar för tunnelbanan och dess vagnsdepåer, en annan för lokalbanor och en tredje för moderniseringar. Därutöver fanns fyra stödenheter, bl.a. Teknikenheten och enheten för Personal & Kvalitet där säkerhetsfrågorna ingick under perioden 2004-2005. En säkerhetschef fanns men med otydligt mandat. Efter branden år 2005 inrättade företaget en tjänst som säkerhetschef med en stab som placerades direkt under VD. Senare samma år förstärktes

säkerhetsfunktionen ytterligare.

Företaget arbetar enligt AB SL:s föreskrifter om vagnarna, t.ex. Tri tub och företagens egen säkerhetsordning.

8.2 Resultat från intervjuer

I detta avsnitt redovisas resultat från intervjuer med personal från Tågia.

8.2.1 Tågias uppdrag och ägarförhållanden

I intervjuer framkom att fram till år 1990 hade AB SL en mycket väl organiserad styrning av underhåll. I samband med förändringen i AB SL1990 bröts detta upp så att underhåll och trafik placerades ut i anslutning till de olika banorna, och det utvecklades olika arbetssätt och subkulturer. Likaså gjordes upphandlingar på tre år och man tappade då långtidsfokus i verksamheten.

När Tågia bildades samlades underhållet på nytt i samma organisation. En stor uppgift vid bildandet av ett gemensamt företag var att skapa en gemensam kultur med personal och verksamhet på 12 olika geografiska platser.

8.2.2 Säkerhet och kvalitet inom Tågia

Det saknades uttalade säkerhetsmål och säkerhetspolicy från ägarna före branden. Vid tiden för branden fanns befattningen säkerhetschef men med ett otydligt mandat. I intervjuer uttrycktes att medarbetare på Tågia inte ansåg att säkerhetsstandarden var tillräckligt hög vid tiden för olyckan. Det pågick dock en positiv utveckling av säkerhetsarbetet. Tågias ledningssystem var inte tydligt, det saknades struktur för hur frågor hänger samman. Tydliga definitioner av vad som var säkerhetsfrågor saknades. Det fanns enligt dock en säkerhetshandbok, enligt muntlig uppgift från Tågia.

Det har funnits stora brister i underhållsdokumentationen för de gamla fordonen. Det fanns en oenighet mellan Tågia och AB SL om vem som skulle betala för de omfattande uppdateringarna av dokumentationen. Tågia startade därför med egna resurser ett uppdateringsarbete.

Vid olyckstillfället hade Tågia en högre ambitionsnivå än AB SL i fallet med C14. Problemen med vagnarna hade påtalats vid flera tillfällen till AB SL men i vissa fall fick man inget svar och i andra fall blev svaret att någon ambitionshöjning för underhållet på C14 inte

var aktuell.

8.2.3 Ansvar och roller mellan parterna

Tågria har haft motstridiga krav på sig från både Connex och SL Infrateknik, eftersom företagen är både kunder och ägare.

Det är svårt för Tågria att få ersättning för det som inte explicit finns med i avtalet, bevisbördan på sådana frågor är mycket hög.

I intervjuerna med personal från Tågria framkom att ansvarsförhållanden och roller inte fungerade på det sätt som var avsett enligt kontrakten. En intervjuperson uttryckte det som att AB SL kände ansvar för säkerheten men Connex hade ansvar enligt kontraktet. AB SL agerade då genom att ta kontakter direkt med enskilda leverantörer utan att ta hänsyn till vem som var ansvarig enligt upprättade kontrakt.

Vid intervjuer med personal från Connex har framkommit att de fick kämpa hårt för att få information och insyn i de tekniska frågorna som de behövde för att kunna ta sitt ansvar fullt ut och att de av SL förvägrades insyn i vissa frågor. Som exempel kan nämnas att före mars 2004 skickade AB SL frågor direkt till Tågria eller Connex, och gick förbi övriga berörda aktörer. Detta fungerade inte vare sig från affärs- eller från säkerhetssynpunkt. Personer med erfarenhet från annan verksamhet uttryckte stor förvåning över detta förhållande. Detta sågs som en kvarleva från tiden när allt var samma företag.

8.2.4 Avtalen

Det fanns problem med att tolka avtalet med AB SL. Man ville skapa ett nytt avtal men kunde inte komma överrens i de ekonomiska delarna.

Under bolagets verksamhetstid har det varit ett problem att de olika delarna av aktieägaravtalet inte varit synkroniserade med varandra. Avsikten var att förtydliga detta i tåguppgörelse i april 2004, som tidigare beskrivits under avtalsförhållanden.

Om Tågria upptäcker en brist på vagnen ska AB SL meddelas om detta men Tågria har inga egna möjligheter att ta beslut om förbättrande åtgärder. För att lyfta en sådan fråga till AB SL, t.ex. att påtala en brist, måste Tågria först skriva ett brev eftersom frågan annars inte hanteras över huvud taget. Detta är en omständlig och långsam process.

Ägarbilden har varit svår att hantera. Det är ovanligt att beställaren

sitter som ägare och kan pressa fram ett nollresultat, samt kan få förhandsinformation inför förhandlingar. På detta sätt uppstår en sammanblandning av ägar- och beställarrollerna.

Andra problem har varit gränsdragningen mellan löpande underhåll och tungt underhåll, och vem som ska betala för detta. Varje gång en ny underhållsåtgärd ska säljas in uppstår ekonomiska diskussioner vilket tar mycket tid och energi. En annan fråga är var gränsen går för hur långt man underhålla bort konstruktionsbrister.

8.2.5 Driftsäkerhetsproblem för vagn C14

Vid intervju med Tågias depåansvariga påtalades många problem med C14. Vagnen hade behövt byggas om eftersom den inte var anpassad till spänning för bana 3 (blå linje), vilket medförde överhettningar av motstånd. Tåget drog dåligt för att bromsmotståndet var klen dimensionerat. Exempelvis var driftproblemen så omfattande att en förare fick trycka in återställningsknappen i storleksordningen 20 gånger på ett halvvarv. Tågia skrev ett brev till AB SL år 2004 och påtalade problemens omfattning och föreslog utbyte av bromsmotstånden. AB SL sade nej till denna åtgärd med motiveringen att den nuvarande nivån på fordonet var tillräckligt men att den inte fick sänkas ytterligare. I intervjuerna framkom att Tågia har efterfrågat revisionsintervaller för dessa fordon men att sådana inte fastställts eftersom de saknas i kravbilden från tillverkaren. Underhållet för C14 har mestadels bestått av avhjälpande underhåll.

Det krävdes mycket extra resurser från Tågia för att underhålla C14 och få den i trafik. Man hade inte kapacitet att underhålla enligt de specifikationer som kommer från Connex, vilket skapade stor press på personalen, och högt övertidsuttag. Som exempel kan nämnas att det för att hantera fel före branden krävdes fyra personer. Efter branden, då man inte längre fick trycka bort fel, krävdes fjorton personer, vilket betyder att man tidigare tryckte bort fel i motsvarande grad. Uppföljningen av utfallet var dock svår eftersom verktyg för uppföljning saknades. Vagnen hade ett så stort felutfall att man riskerade att inte lägga märke till en potentiellt farlig trendutveckling.

När C14-vagnarna konstruerades fanns inte livscykelperspektivet på fordonen så något underhållsintervall i förhållande till livslängd angavs inte. Under 1980-talet övergick AB SL från regelbundna revisioner till att göra underhåll vid behov baserat på utfallet men det saknades ett bra system för uppföljning. Översynerna på C14-vagnarna halverades. Det har funnits och finns ett fåtal lågfrekventa revisionsintervall för C14 men de berör inte underhåll som kan kopplas till branden.

För C14 har inte nödvändiga konstruktionsändringar genomförts, betydande och kända konstruktionsfel går inte att hantera med underhåll. Från år 1985 när vagnen levererades förekom så många indikeringar från felindikeringssystemet att AB SL beslöt att bygga in återställningsknappen. Redan då Tågia tog över fordonsunderhållet år 2000 protesterade man till AB SL att dessa fordon inte var dimensionerade för den trafik där de skulle användas. En dålig grundkonstruktion tillsammans med att man saknade ett modernt arbetssätt, t.ex. med uppföljning och underhållsintervaller, bidrog till att förvärra problemen. Tågia påtalade behovet av förbättringar men AB SL ansåg att sådana inte behövdes, och beställde således inte detta.

9 Analys av säkerhetsstyrning för tunnelbanesystemet

9.1 Inledning

Alla företagen har efter branden genomfört betydande förändringar. Några exempel på organisationsförändringar är att SL Infrateknik blivit en avdelning i AB SL och inte ett helägt bolag. Connex har infört en enhet för teknik och säkerhet inom division Stockholm och förstärkt resurser på dessa områden. Konkreta förbättringsåtgärder är att Connex efter branden tillsatte en särskild säkerhetschef för tunnelbanan och Lokalbana i Stockholm. Denne ledde arbetet i den nyinrättade funktionen teknik och säkerhet inom division Stockholm. Likaså har säkerhetschefens roll och mandat utökats på Tågia och företaget har utökat resurser för säkerhetsarbete, bl.a. för att ta fram underhållsinstruktioner.

Det har inte funnits möjlighet att ta hänsyn till dessa senare förändringar i denna analys. Analys och slutsatser som redovisas i detta kapitel har därför avgränsats till de förhållanden som rådde vid tiden för branden, och hänsyn har inte tagits till de förändringar som skett efter branden.

Analysen har lagts upp för att anknyta till de vid tillfället gällande föreskrifterna för säkerhetsstyrning för tunnelbana och spårväg (BV-FS 1996:1, nuvarande JvSFS 2007:5), men eftersom de innehåller relativt generella beskrivningar så har analysen också relaterat till både ”best practice” för säkerhetsstyrning och säkerhetskultur men också till de nyligen utvecklade föreskrifterna för säkerhetsstyrning för järnvägsföretag och infrastrukturförvaltare (JvSFS 2007:1 och 2007:2) som ger mer konkret vägledning för utformning och utvärdering av säkerhetsstyrning och säkerhetskultur.

9.2 Avtalen mellan parterna

Tunnelbanesystemet är en verksamhet där flera företag och organisationer påverkar säkerheten och som kräver samverkan mellan aktörerna. Detta innebär också att det krävs en tydlig avtalsstruktur med roller och ansvar och som också reglerar hur gränzytor mellan olika aktörer och delade risker ska hanteras. I en verksamhet där det är många olika parter som medverkar i systemet och som ansvarar för att utföra olika delar av verksamheten är detta särskilt viktigt.

Resultaten från denna utredning har visat att avtalen vid brandtillfället

varit gällande under relativt lång tid och att det under avtalens giltighetstid skett förändringar som innebar svårigheter att kunna tillämpa avtalen, t.ex. där det funnits oklarheter kring rollfördelning och ansvar och för ombyggnader av fordon och beslut om dispenser för underhåll.

Avtalen har inte uppdaterats efter den tidpunkt då förändringar har skett och arbetet har skett efter avtal som inte kunnat följas, praktiska arbetet har fått utföras på annat sätt. Alla parter har också i intervjuer beskrivit att de varit medvetna om behovet av att revidera avtalen. Sammanfattningsvis kan man konstatera att parterna i tunnelbanesystemet i flera år arbetat med ledning av avtal som inte avspeglat de verkliga förhållanden och som inte kunnat följas som avsett.

Generellt sett har avtalsstrukturen också varit så komplicerad att det varit svårt att få en tydlig överblick över ansvarsförhållanden.

Ett annat problem har varit ägarförhållandena för Tågia där aktieägaravtalet reglerat både förhållandet mellan ägare och bolagets åtagande mot kunderna som tillika är ägare. I detta avtal och i bolagets ledning har det på detta sätt skett en sammanblandning av ägar- och leverantörs- och kundrollerna. Att bolagets ägare också är dess enda kunder innebär också en målkonflikt där samma företag i rollen som ägaren ska ställa krav på lönsamhet, kvalitet och effektivitet och samtidigt formulera och ställa kundkrav på sig själv.

En grundläggande förutsättning för god säkerhetsstyrning och säkerhetskultur är att det finns en tydlig avtals- och regelstruktur som anger ansvar för säkerhetsfrågor och som också sätter gränser för vad som är säkert beteende. Gällande föreskrifter för tunnelbana och spårväg anger att det ska finnas ett system för säkerhetsstyrning, det ska utövas av ledningen, följas upp och dokumenteras och vidare att entreprenörers verksamhet ska följas upp med avseende på säkerhet. Likaså ska samarbetsförhållanden som påverkar säkerheten definieras och dokumenteras. De gällande föreskrifterna ger inte konkret vägledning om vad detta innebär och hur det ska genomföras.

Samtliga företag kan anses ha delar av det som beskrivs ovan, men de var inte fullt utvecklade vid tidpunkten för branden och ambitionsnivån varierade för de olika företagen. När det gäller att definiera och dokumentera samarbetsförhållanden som kan påverka säkerheten så visar resultaten att detta inte genomförts eftersom det fanns betydande oklarheter och skillnader i uppfattningar mellan de olika företagen när det gäller hanteringen av gemensamma säkerhetsfrågor.

Vid en jämförelse med de mer ”moderna” föreskrifterna för järnvägsföretag och infrastrukturförvaltare (t.ex. JvSFS 2007:1 och JvSFS 2007:2) anger dessa tydligt att de risker som delas mellan olika aktörer måste identifieras och hanteras.

I frågan om hanteringen av delade risker har denna utredning pekat på flera flera exempel där delade risker inte har hanterats, t.ex. vad gäller en samlad riskanalys och hantering av de betydande problem som fanns med vagn C14.

Avtalen har haft ett entydigt kostnadsfokus och inte innehållit drivkrafter för kvalitet och säkerhet. Exempelvis beskrivs i intervjuer att diskussionerna om fordonsunderhåll helt dominerats av frågor om en åtgärd är underhåll eller ombyggnad och vem som i så fall ska bära kostanden – det har inte funnits tid eller resurser för att diskutera säkerhetsfrågor.

9.3 Roller och ansvar

Omorganisationer och förändringar av ansvar och roller har skett successivt under flera år. Ansvaret för de olika verksamheter som tillsammans utgör SL-trafiken och påverkar säkerheten i denna har fördelats på flera olika företag.

Täta och omfattande förändringar i organisation, rollfördelning och ägarbild har medfört att det varit svårt att få tid för att omsätta förändringar i nya arbetssätt och att få en förändring att ”sätta sig” innan det är dags för nästa. Forskningen visar också att omfattande och snabba förändringar skapar störningar i driften och försämrar säkerhetsmarginalerna.

Det har också varit tillägg i avtalen över tid. En äldre avtalsmassa har sammanfogats med nya avtal och givit en komplicerad avtalsstruktur. Det har funnits en medvetenhet om behovet av att ändra avtalsmassan och förtydliga avtalen mellan företagen.

Rollerna mellan beställare och leverantör har varit otydliga. Det har varit oklara ansvarsförhållanden och gränsdragningar mellan inblandade parter. Rollspelet mellan de olika företagen försvåras av att personer som tidigare har arbetat i samma företag och på samma avdelning har delats upp i olika företag och organisationer med olika roller. Trots omorganisationer och förändringar har de gamla kontaktytorna funnits kvar. Relationerna mellan de som efter uppdelningen skulle ha rollerna som kund respektive leverantör blev otydliga eftersom ett arbetssätt som innebar att man löste problem

tillsammans kvarstod, och inarbetade arbetssätt och personliga band mellan dem som arbetat i SL-sfären och nu arbetar på olika företag bidrog till att göra det svårare att klara ut och definiera roller. Bl.a. medförde förändring av ansvar och roller att det var svårt att finna rollerna mellan SL Infrateknik och Connex i teknikfrågor. Detta i kombination med snabba förändringar gör att nya arbetssätt aldrig hinner etableras och att man därför fortsätter att arbeta som tidigare. Om dokument för säkerhetsstyrning och verksamhetsstyrning inte tas fram eller uppdateras vid nya förändringar saknas förutsättningar för att skapa nya arbetssätt.

I intervjuerna framkom att relationerna mellan parterna som kund och leverantör inte fungerade fullt ut. AB SL fortsatte agera som "huvudkontor" i relationen till sina leverantörer och engagerade sig i detaljfrågor. SL hade tagit på sig mer engagemang i teknikfrågorna än man skulle göra enligt gällande avtal. Brister i kommunikationsvägar innebar att centrala aktörer inte fick vara med. SL Infrateknik och Tågia gick förbi avtalsparten Connex. SL Infrateknik tog därför på sig ett ansvar som de inte hade.

Ett problem har varit gränsdragningen mellan löpande underhåll och lågfrekvent underhåll (s.k. "tungt" underhåll), och vem som ska betala för det. Även gränsdragning mellan underhåll och investeringar har varit oklar.

9.4 Kommunikationsvägar

Kommunikationen mellan aktörerna i säkerhetsfrågor hade brister. I intervjuerna framkom flera exempel på att SL Infrateknik inte informerat Connex om underhållsåtgärder som beställts från Tågia. Andra exempel är att Tågia i flera brev påtalat problemen med C14 och behovet av ombyggnader för SL. Kommunikationen i sådana ärenden från Tågia till SL måste ske med brev – vilket tar tid. SL beslutade att underhållsåtgärder varit tillräckliga och att inte genomföra ombyggnader. Utredningen har inte tagit del av några riskanalyser som skulle ha legat till grund för ett sådant beslut. Gällande föreskrift för spårtrafik beskriver övergripande att samarbets- och samrådsförhållanden med säkerhetspåverkan skulle definieras och dokumenteras. I den "moderna" föreskriften anges tydligt att det ska finnas "förfaranden som säkerställer att information som är vital för säkerheten tas omhand på relevant nivå i organisationen och förmedlas till andra aktörer...". Det finns en risk för att information om brister som kan få säkerhetskonsekvenser inte samlas på rätt ställe eller på samma ställe. Det blir då svårt att få en överblick över brister som har rapporterats in, och detta kan leda till

en bristande erfarenhetsåterföring. Det har funnits oklarheter gällande gränsdragningen mellan brister som kräver konstruktionsförändringar för att inte leda till säkerhetsksekvenser och brister som kan hanteras med underhållsåtgärder.

Denna utredning kan konstatera att det inte funnits effektiva förfaranden för denna kommunikation och för att utvärdera innehållet i denna kommunikation.

Ett annat exempel är rapporteringsvägarna inom Connex där säkerhetsinspektörer i Stockholm rapporterade direkt till nationelle säkerhetschefen. Teknikchefen rapporterade till en affärsområdeschef som inte ansvarade för den berörda verksamheten. Genom denna uppdelning saknades en direkt organisatorisk kontaktväg mellan den tekniske chefen och säkerhetschefen och en direktrapportering av säkerhetsfrågorna till den berörda verksamhetschefen. Kommunikationsvägarna var långa, och rapporteringsvägarna var således inte särskilt bra, eftersom det finns en risk att frågor kommer bort.

9.5 Fokus på kostnader

I intervjuer har beskrivits att det under mitten av 1990-talet fanns ett kostnadsfokus i avtalen mellan parterna, och att det i slutet av 90-talet togs ett strategiskt beslut inom SL att satsa mer på kvalitet. Att svänga från ett kostnads- till ett kvalitetsfokus tar tid. Det är trögt att genomföra sådana förändringar, och det tar lång tid att få det att genomsyra organisationen.

En affärsmodell som endast fokuserar på pris och kostnadsminskningar kan inte tillämpas i verksamheter med höga säkerhetskrav. Om man ensidigt styr mot ekonomi och det saknas en balans med säkerhet och kvalitet innebär det att man riskerar att tappa kontrollen över säkerhetsfrågorna.

Tågia startades snabbt, utan att man hade analyserat förutsättningarna för bolaget. Det saknades underlag om de ekonomiska förutsättningarna och det gick därför inte att se vilka ekonomiska resurser som skulle krävas. I aktieägaravtalet fastställdes ersättningsnivåer utan kunskap om kostnadsläget, och prissättning på tjänster fastställdes i avtalen mellan bolagen utan att man visste vad tjänsterna kostade. Ekonomiska diskussioner mellan parterna fick därför stort fokus, och har ofta överskuggat kvalitetsdiskussioner.

Det har således gått åt mycket tid till att diskutera kostnader, och

kvalitetsfrågor har inte fått utrymme och resurser. I och med att fokus till stora delar hamnat på ekonomi gav inte ägare och kunder Tågias förutsättningar för att kunna jobba med säkerhetsfrågorna.

9.6 Problemen med vagn C14

Att det fanns driftsäkerhetsproblem med vagnarna av typen C14 var väl känt hos de inblandade företagen. Det fanns också kända konstruktionsproblem med C14. Problemen hade påtalats av Tågias till SL som beslutat att hantera dem med underhållsåtgärder. Problemen ansågs vara driftrelaterade och inte säkerhetsrelaterade. Det har varit svårt att dra gränsen mellan fel som har respektive inte har påverkan på säkerheten, eftersom det kan finnas fel som indirekt kan ge säkerhetskonsekvenser. När det finns fel som är svåra att definiera som den ena eller andra typen är det också svårt att peka ut vem som är ansvarig. När felet är av en sådan omfattning som var fallet med C14 så är det anmärkningsvärt att frågan om en möjlig säkerhetspåverkan inte lyftes fram och att inga riskanalyser genomfördes. Exempelvis är det anmärkningsvärt att en automatsäkring löser ut så frekvent och att man, genom att acceptera att förarna kan kompensera för detta tekniska fel genom att återställa säkringen, lär förarna att en säkring (en säkerhetsbarriär) rutinmässigt kan återställas. En möjlig förklaring är att information fanns i olika företag, i olika delar av företaget och att den inte sammanställdes för en gemensam analys. Att det saknades en säkerhetschef med tydligt mandat på Tågias och att Connex inte direktrapporterade i säkerhets- och teknikfrågor till den högsta operativa liksom resursbrist bidrog förmodligen också till att säkerhetsfrågan inte uppmärksammades.

Ambitionsnivån för underhåll för C14 var inte klar. Tågias och SL hade olika uppfattning om var ambitionsnivån skulle ligga. Det saknades en underhållsplan för vagn C14 och man hade inte ställt upp några mål för underhållsverksamheten. Det hade inte gjorts ordentliga analyser av behovet av underhåll respektive investeringar. Underhåll genomfördes vid behov, utan planer och/eller med förutbestämda intervall.

Att det fanns kända problem som inte åtgärdades, t.ex. problemen med återställningsknappen i vagn C14, visar på tendenser till ”normalisering av avvikelser”, d.v.s. att organisationens beteende gradvis ”glider” mot att acceptera att hantera ett system med fel och brister. Det hade kommit att betraktas som normalt att linjebrytaren löste ut och att föraren måste återställa denna. Detta innebar i praktiken att man accepterade att denna barriär hade mycket dålig tillförlitlighet, och att man förlitade sig på att det fanns andra barriärer

som skulle förhindra en brand. Detta är också förvånande då SL under perioden före branden gjort stora satsningar för att förbättra brandsäkerheten. När problem och avvikelser av sådan karaktär upptäcks bör riskanalyser göras för att undersöka vilka konsekvenser problemen kan få för säkerheten. Några riskanalyser har dock inte gjorts.

9.7 Riskanalyser

Den vagnstyp som drabbades av branden hade flyttats från grön till blå linje. Vagnarna användes därmed på en ny anläggning med nya förutsättningar. Enligt uppgifter från intervjuer ökade problemens omfattning ytterligare. En riskanalys borde genomförts åtminstone i samband med denna förändring.

9.8 Brister i dokumentation

Det fanns brister i underhållsdokumentationen för de gamla vagnarna, och det fanns en oenighet mellan Tågia och SL om vem som skulle betala för uppdateringarna av underhållsdokumentationen.

Tågia bildades för att få bättre kontroll på underhållet och att förbättra styrning och uppföljning i verksamheten, men det gjordes ingen djupare analys av problemens art för att ta fram åtgärder. Inga analyser som grund för de avvägningar som gjorde mellan vilka problem som kunde hanteras med underhåll i förhållande till investeringar har redovisats för denna utredning. Som anledning till avsaknaden av analyser har av Tågia angivits den fokusering på underhållskostnader som blev följden av att gällande avtal gav Tågia ekonomiska problem.

9.9 Prioritering och resurser

Säkerhet har haft hög prioritet inom SL i mer övergripande termer, men det saknas vägledning för konkreta situationer.

En tydlig prioritering av säkerhet uttrycktes i intervjuer med AB SL:s högsta ledning som innebär att hellre ställa in tåg än att köra med potentiellt säkerhetsfarliga fordon. En målkonflikt kan dock uppstå om antalet tillgängliga fordon är starkt reducerat så att man har svårt att uppfylla sitt trafikåtagande. I det här fallet uppstod en konflikt mellan att få fordon tillgängliga för trafik och bedömningen av om fel eventuellt kunde vara säkerhetsfarliga. Säkerhetsmålen på en övergripande nivå måste konkretiseras på lägre nivå för att kunna

fungera och för att undvika att sådana målkonflikter uppstår.

Connex uttryckte också en tydlig prioritering av säkerhetsfrågorna i intervjuerna. Man saknade i viss utsträckning formella strukturer för att kunna lyfta upp säkerhetsfrågor till rätt organisatorisk nivå. Resursbrist och otydligt mandat på det tekniska området innebar att man både saknade resurser och information för att göra heltäckande uppföljningar och bedömningar. Detta i kombination med en komplicerad organisation har inneburit att det funnits vissa brister i säkerhetsstyrningen. Connex internkontrollsystem saknade vissa delar.

Säkerhetsstyrningen på Tågia var inte utvecklad. Vid tiden för branden hade säkerhetschef på Tågia inget tydligt mandat.

Connex och Tågia använde de säkerhetsstyrningsdokument som SL givit ut och som de förbundit sig att följa.

Avtalsrelationer mellan parterna har försvårat en effektiv säkerhetsstyrning, och former för kravställande och uppföljning har inte varit tillräckligt utvecklade.

Sammanfattningsvis så har samspelet mellan de olika parterna varit dåligt utvecklat och otydligt. Formella forum för hantering av viktiga säkerhetsfrågor har saknats vilket inneburit att den samlade hanteringen av olika säkerhetsfrågor inte fått den tyngd och betydelse som de olika parterna, var för sig, har deklarerat att frågorna har. Vid en jämförelse med en modern kravbild kan konstateras att ingen systematisk hantering av delade risker har skett.

9.10 Kravbilden

När det gäller Stockholms tunnelbana har flera aktörer del i säkerhetsansvaret och måste samverka. Säkerheten behöver ses för systemet i sin helhet, vilket innebär att det måste ske samverkan mellan olika aktörer för säkerhetsstyrning i sin helhet.

Den kravbild som gäller för tunnelbanan vad gäller säkerhetsstyrning saknar krav angående hur och vem som ska hantera delade risker, och vem som ska samordna denna hantering.

Kravbilden för tunnelbana och spårväg behöver utvecklas och göras tydligare, särskilt med fokus på delade risker. Denna typ av förtydligade krav gäller idag inom järnvägsområdet, och kraven för tunnelbanan bör utvecklas i linje med dessa.

9.11 Ansvar för säkerheten

De flesta intervjuade har ansett att AB SL har ett helhetsansvar för säkerheten eftersom det är de som är avtalspart i förhållande till kunderna. Det saknades tillräckliga metoder och verktyg för att ta helhetsansvaret och också för att hantera delade risker. Det har utövats med hjälp av interna instruktioner som utgivits av SL stab säkerhet som övriga entreprenörer är skyldiga att följa och i vissa fall, t.ex. för Connex har egna tilläggsföreskrifter tagits fram. Den nuvarande kravbilden i föreskrifter för tunnelbana och spårväg ger inte tillräckligt stöd för att hantera helhetsansvar och delade risker i en komplex verksamhet.

9.12 Säkerhetskultur

Forskning har visat att omfattande förändringar, nedskärningar och omorganisationer kan påverka säkerhetskulturen negativt genom att försämra säkerhetsmarginalerna och öka risken för att olyckor inträffar.

Inom Stockholms tunnelbana har det genomförts förändringar i form av omorganisationer och förändringar i avtalen mellan parterna under en lång tid med följd att ansvarsområden och roller förändrats och blivit otydliga.

Att den heltäckande strukturen för säkerhetsstyrning, i form av regler, instruktioner för hur säkerheten konkret ska utövas på olika nivåer i verksamheten är otydlig innebär att det saknas fastställda normer för vad som gäller och att det därmed saknas viktiga förutsättningar för att kunna etablera en gemensam kunskap och attityd i säkerhetsfrågor och därmed också att etablera och behålla rätta säkerhetsbeteenden.

10 Slutsatser

Sammanfattningsvis kan konstateras att:

- Företagen haft dokument för säkerhetsstyrning och att SL har genomfört uppföljningar och revisioner. Systemet har haft en förankring i SL:s högsta ledning men kunde ha gjorts mer formaliserad där.
- Tågia har haft ett otydligt mandat för sin säkerhetschef. Tågias ledning har inte utövat säkerhetsstyrning och tillämpliga interna verktyg har saknats. Att företaget haft oklara ekonomiska förutsättningar har också försvårat säkerhetsarbetet.
- Connex har haft dokument för säkerhetsstyrning men saknat kopplingen till den högsta operativa ledningen, i detta fall till division Stockholm. Connex har följt SL:s operativa säkerhetsinstruktioner, t.ex. säkerhetsordningen och varit delaktiga i framtagningen av detta.
- Det har saknats en sammanflätad struktur för säkerhetsstyrning och en genom alla tre företagen integrerad säkerhetsstyrning med förankring i högsta ledning både inom och mellan företagen. Detta innebär att delade risker inte har hanterats. Otydliga avtal och roller mellan företagen har bidragit till att försvåra denna hantering.
- Avtalsstrukturen mellanparterna var komplicerad och hade inte reviderats sedan år 1996 trots att det skett betydande förändringar i de olika parternas verksamheter och organisation och i relationerna mellan parterna.
- Det fanns meningsskiljaktigheter om vilka fel och brister som skulle kräva ombyggnader och konstruktionsförändringar för att de inte ska vara säkerhetsfarliga fel och de fel och brister som kan hanteras med underhållsåtgärder.
- Det fanns oklarheter om hur trafikutövaren Connex skulle informeras om de åtgärder som beställdes från Tågia av SL Infrateknik.

- Gällande krav på säkerhetsstyrning för tunnelbana och spårväg är alltför övergripande. Detta bör konkretiseras, och konkret vägledning bör ges i likhet med det som genomförs för ”moderna” föreskrifter för järnvägsföretag och infrastrukturförvaltare.
- Trots att det vid intervjuer med ledningen på SL framkommit att säkerhet haft hög prioritet har detta inte nått ut i den operativa verksamheten. Det saknats tydliga kriterier och styrmedel för att prioritera säkerheten i verksamheten och det finns flera exempel på hur kostnadsfokus har dominerat. Några exempel är att avtal haft ett starkt ekonomiskt fokus och detta har inte balanserats av säkerhets- och kvalitetsfokus. Ett annat exempel är de olika uppfattningar som fanns om behovet av åtgärder för vagn C14, där SL tydligt kommunicerade en lägre ambitionsnivå för underhållsåtgärderna än vad som föreslogs av underhållsleverantören Tågia.

11 Rekommendationer

- Utveckla och förtydliga kravbilden i föreskriften för att motsvara EU:s direktiv för säkerhetsstyrning även för spårtrafik, utforma föreskrifter för att de ska omfatta även tunnelbana och spårväg.
- Tillse att företag har ett heltäckande säkerhetsstyrningssystem som är kopplat till högsta ledningen. I praktiken innebär detta att tillse att kraven i nu gällande föreskrift och att också utvecklingen för säkerhetsstyrningssystem beaktas.
- Tillse att det finns en hantering av delade risker .
- Etablera tydliga kriterier för när riskanalyser alltid ska genomföras, t.ex. vid upprepade problem eller felindikationer.
- Tillse att det finns ett fungerande system för erfarenhetsåterföring som också kan hantera att information måste samlas in från flera företag.

12 Referenser

AB SL. 2004-06-15. Verksamhetsplan 2005-2010 för S.

AB SL Säkerhet. 2005-10-13. SL-2005-2127. Tillsyn av trafikutövarnas verksamhet.

AB SL. (2009). *Företagsinformation från SL:s hemsida*. Hämtad 2009-06-17 från: <http://www.sl.se/templates/Page.aspx?id=1635>

Amalberti, R. (2001). The paradoxes of almost totally safe transportation systems. *Safety Science*, 37, 109-126.

Connex. Säkerhetsordning för spårbunden trafik inom Division Stockholm. 20050408. Utgåva 00:1.

Connex. Säkerhetsordning för spårbunden trafik inom Division Stockholm. 20060301. Utgåva 4.

Fernández-Muñiz, B., Montes-Peón, J.M. & Vazquez-Ordás, C.J. (2007). Safety culture: Analysis of the causal relationships between its key dimensions. *Journal of Safety Research*, 38, s 627-641.

HSE (1997). *Successful Health and Safety Management*. London: Health and Safety Executive, HMSO

Karlsen, J. & Roesok, A. (2003). Come fly with me: Risky flying operations or pilots at risk? I S. Giga, P. Flaxman, J. Houdmont & M. Ertel (Red) *Occupational Health Psychology: Flexibility, Quality of working life and Health. Proceedings of the European Academy of Occupational Health Psychology Conference*. Berlin November 20-21, 2003.

Paries, J. (1995). Changes in European civil aviation: Challenges to safety and perspectives. I N. McDonald, N. Johnston & R. Fuller (Red) *Applications of Psychology to the Aviation System: Proceedings of the 21st Conference of the European Association for Aviation Psychology*. Aldershot, UK: Avebury Aviation.

Rosness, R., Forseth, U., Herrera, I., Jersin, E., Johnsen, S. O., Kviseth Tinmannsvik, R., & Knudsen Tveiten, C. (2005). *Flysikkerhet under omstillingsprosesser* (Rapport STF50 A05102). Trondheim: SINTEF.

Skriver, J. (2004). A Simple Model of Safety Culture. I D. d Waard,

K.A. Brookhuis och C.M. Weikert (Red.) *Human Factors in Design*. Maastricht, NL: Shaker Publishing.

von Bonsdorff, M. & Larsson, L.G. (2007). *Ledarskap för kärnsäkerhet: Insikt – engagemang – förändring*. Stockholm: Förf.

Avtal

Trafikavtal Tunnelbana 3. Gällande trafik från 9408. 1997-01-20. Trafikavtal Tub 3 SL tunnelbanan.

Bilaga 2. Fordonsavtal. Trafikavtal Tub 3 SL tunnelbanan.

Avtal om tillhandahållande av spårfordon. Kontrakt. Bilaga 9 till aktieägaravtalet. Avtal om tillhandahållande av spårfordon. Kontrakt mellan Connex och Tågia. 2000-09-29.

Bilaga 3 till aktieägaravtalet. Avtal om säkerställande av värde och säkerhet för spårfordon.

”Tåguppställning april-04” mellan AB Storstockholms Lokaltrafik, Connex Tunnelbanan AB och SL Infrateknik AB

Sammanfattning av undertecknade avtal mellan Tågia AB och ägarna. Tågia Ekonomienheten.

Lagstiftning

Ds 2005:56 Andra järnvägspaketet m.m.

Europaparlamentets och rådets direktiv 2004/49/EG av den 29 april 2004 om säkerhet på gemenskapens järnvägar och om ändring av rådets direktiv 95/18/EG om tillstånd för järnvägsföretag och direktiv 2001/14/EG om tilldelning av infrastrukturkapacitet, uttag av avgifter för utnyttjande av järnvägsinfrastruktur och utfärdande av säkerhetsintyg

Järnvägslag (2004:519)

Järnvägsinspektionens föreskrifter (BV-FS 2000:2) om säkerhetsordning

Järnvägsinspektionens föreskrifter (BV-FS 1996:1) om internkontroll

genom säkerhetsstyrning

Järnvägsinspektionens föreskrifter (BV-FS 1996:2) om ansökan om tillstånd att driva spåranläggning, spårtrafik eller särskild trafikledningsverksamhet

JvSFS 2007:1 Järnvägsstyrelsens föreskrifter om säkerhetsstyrningssystem och övriga säkerhetsbestämmelser för järnvägsföretag

JvSFS 2007:2 Järnvägsstyrelsens föreskrifter om säkerhetsstyrningssystem och övriga säkerhetsbestämmelser för infrastrukturförvaltare

JvSFS 2007:5 Järnvägsstyrelsens föreskrifter om internkontroll för tunnelbana och spårväg).

Järnvägsstyrelsens vägledning för ansökan om tillstånd – järnvägstrafik, auktorisation, järnvägsinfrastruktur, spårväg och tunnelbana

ERA, Säkerhetsstyrningssystem. Bedömningskriterier för järnvägsföretag och infrastrukturförvaltare. Del A – Säkerhetsintyg och säkerhetstillstånd. NSA, konsekvensanalys. SafeCert-teamet – ERA:s säkerhetsenhet. 31.5.2007.

Bilaga 1

Frågeområden intervjuer

Frågeområden för intervjuer med personal från AB SL, SL Infrateknik, Tågia och Connex.

- Företagets uppdrag, mål, ägarstruktur och styrning
- Företagets organisation och ansvarsfördelning, verksamhetsstyrning och säkerhetsstyrning
- Beställar- respektive utförarroller och ansvarsfördelningen i dessa roller, avtalsförhållanden mellan beställare och entreprenör
- Externa krav på verksamheten, t.ex. från tillsynsmyndigheter
- Hur kraven från tillsynsmyndigheterna och de olika lagstiftningar som ”möts” i tunnelbanedriften hanteras i verksamheten
- Säkerhetspolicy och säkerhetsmål (trafiksäkerhet, brandskydd)
- Hur företagets system för säkerhetsstyrning, policies och regelverk tillämpas från ”topp till botten”
- Säkerhetskultur och attityder till säkerhetsfrågor
- Rutiner för att föra över information till rätt intressenter och hur dessa rutiner fungerar
- Resurser för säkerhetsfrågor
- Uppföljning och utvärdering av säkerhetsfrågor
- Den intervjuades uppfattning om hur brandskyddsfrågor och utrymningsmöjligheter i fordon och tunnlar/stationer hanteras
- Underhållsstrategier
- Länkning mellan dokumentation av upptäckta fel till analys av systemfel
- Rutiner och principer för när upptäckta fel/brister blir ett säkerhetsärende

Bilaga 2 Föreskriftskrav på säkerhetsstyrning

Krav på säkerhetsstyrning för tunnelbana och spårväg enligt BV-FS 1996:1/JvSFS 2007:5

Vid olyckstillfället gällde tillsynsmyndigheten Järnvägsstyrelsens föreskrift om internkontroll genom säkerhetsstyrning, BV-FS 1996:1. Denna motsvaras idag av JvSFS 2007:5 Järnvägsstyrelsens (nuvarande Transportstyrelsen) föreskrifter om internkontroll för tunnelbana och spårväg.

System för säkerhetsstyrning definieras i föreskriften som de säkerhetspåverkande aktiviteter rörande organisation, ansvar, rutiner, processer och resurser som krävs för att leda och styra verksamheten.

Föreskriften uttrycker bl.a. följande krav:

- Kraven på säkerhetsstyrning omfattar utöver verksamhetsutövarens egen verksamhet även verksamhet som utförs av entreprenörer samt produkter av betydelse för säkerheten
- Verksamhetsutövarens ledning ska utöva säkerhetsstyrning och denna ska följas upp.
- I en stor och komplex verksamhet ska ett system för säkerhetsstyrning etableras. Uppföljning av systemet ska ske genom systemrevisioner.
- Ovanstående ska dokumenteras och även vid behov brytas ner. Dokumentationen ska redovisa policy, mål, normer, medel och metoder rörande säkerhetsstyrningen.
- Det ska finnas väl dokumenterade rutiner för att fånga upp olyckor, tillbud och avvikelser.
- Arbetsuppgifter, befogenheter och samarbets- och samrådsförhållanden som påverkar säkerheten ska definieras och dokumenteras.
- Det ska finnas tillräckliga resurser för att uppnå de operativa säkerhetskraven.
- Ny teknik och väsentliga förändringar i organisation ska riskanalyseras eller riskbedömas.

Krav på säkerhetsstyrning för järnvägsföretag och infrastrukturförvaltare

JvSFS 2007:1 och JvSFS 2007:2 (Järnvägsstyrelsens föreskrifter om säkerhetsstyrningssystem och övriga säkerhetsbestämmelser för järnvägsföretag resp. infrastrukturförvaltare) omfattar inte tunnelbanan.

Föreskrifterna innehåller följande bestämmelser om säkerhetsstyrningssystem för järnvägsföretag:

- Säkerhetsstyrningssystemet ska vara grundat på en säkerhetspolitik beslutad av ledningen och väl känd av berörd personal. Ledningen ansvarar för att järnvägsverksamheten/infrastrukturförvaltningen omfattas av ett säkerhetsstyrningssystem.
- Säkerhetsstyrningssystemet ska utgå från kvalitativa och kvantitativa mål, som kan kopplas till resultatet av säkerhetsarbetet.
- Genom säkerhetsstyrningssystemet ska risker som verksamheten ger upphov till, inklusive risker hos anlidade entreprenörer, kunna hanteras på ett betryggande sätt.
- Ett säkerhetsstyrningssystem ska bestå av minst följande delar:
 - Tydlig och känd fördelning av ansvar, arbetsuppgifter och befogenheter för arbete som påverkar säkerheten, samt beskrivning av hur samråd och samarbete ska ske
 - Förfaranden som säkerställer att representanter för berörd personal involveras i planering och utveckling av säkerhetsarbetet
 - Förfaranden som säkerställer att de som utför säkerhetsrelaterade arbetsuppgifter är lämpliga för detta
 - Handlingsplaner som visar hur mål ska uppnås
 - Förfaranden som säkerställer att gällande TSD identifieras och efterlevs

- Förfaranden som säkerställer att gällande bestämmelser och myndighetsbeslut identifieras och efterlevs
 - Förfaranden som säkerställer att det vid förändringar i verksamheten görs en bedömning av om den planerade förändringen påverkar trafiksäkerheten
 - Förfaranden som säkerställer att förändringar som kan påverka trafiksäkerheten riskanalyseras
 - Förfaranden som säkerställer att bedömningar och riskanalyser dokumenteras och att nödvändiga åtgärder vidtas
 - Förfaranden som säkerställer att olyckor, tillbud och andra avvikelser identifieras och rapporteras, dokumenteras, utreds, analyseras samt förebyggande åtgärder vidtas
 - Förfaranden för nödsituationer som samordnats med myndigheter. Förfarandena ska baseras på risk- och olycksanalyser samt säkerställas genom regelbundna övningar
 - Förfaranden som säkerställer att information som är vital för säkerheten tas om hand på relevant nivå i organisationen och förmedlas till andra aktörer/järnvägsföretag på samma järnvägsnät
- Säkerhetsstyrningssystemet ska dokumenteras
 - Järnvägsföretag ska samråda med andra aktörer som verkar inom samma järnvägsnät, och infrastrukturförvaltare ska samråda med de järnvägsföretag som är verksamma på förvaltarens järnvägsnät samt med förvaltare av angränsande järnvägsnät, så att det säkerställs att gemensamma risker hanteras på ett betryggande sätt.
 - Säkerhetsstyrningssystemet ska utvärderas genom regelbundna systemrevisioner

Bilaga 3 Avtal mellan parterna

1 Gällande avtal vid tiden för branden

AB SL upphandlar tjänster och produkter från olika underleverantörer som i sin tur kan ha ytterligare underleverantörer. Här presenteras översiktligt den avtalsstruktur som förtydligades i diskussioner mellan parterna år 2004. Avtalen har därefter förändrats ytterligare.

2 Trafikavtalet mellan AB SL och Connex

Trafikavtalet reglerar att trafik och lättare, avhjälpande fordonsunderhåll levereras. Vid olyckstillfället gällde Trafikavtal Tunnelbana 3 från 1997-01-20. Avtalet tecknades mellan AB SL (beställare) och Trafikutövaren, i detta fall SL Tunnelbanan AB som senare blev Connex.

Avtalet innebär att Connex levererar trafik och lättare underhåll och SL:s trafikavdelning planerar, handlar upp och följer upp SL:s trafikerbjudande. Trafikutövaren har rapporterings- och uppföljningsskyldighet i förhållande till SL.

Avtalet innebär också att ”trafikutövaren ska noga underhålla och ombesörja service på alla fordon och all materiel, som utnyttjas för trafiken inom trafikeringsområdet.” (§12). Närmare villkor preciseras i en bilaga (bilaga 2, fordonsavtal).

3 Fordonsavtalet mellan AB SL och Connex

Fordonsavtalet (bilaga 2 till Trafikavtalet) reglerar hyra av spårfordon från AB SL. Avtalet träffades mellan SL Bansystem AB (idag AB SL) och SL Tunnelbanan AB (idag Connex).

I avtalet beskrivs att ”Trafikutövaren ansvarar på sin bekostnad under avtalstiden för allt handhavande, tillsyn, service och underhåll av de hyresobjekt som Trafikutövaren disponerar så att objektens funktionsduglighet, trafik- och driftsäkerhet, standard och kvalitet vidmakthålles” (§5). Detta innebär att Trafikutövaren i det ursprungliga avtalet hade ansvar för allt underhåll. Trafikutövaren ansvarar också för att behörig och utbildad personal utför underhållsarbetena.

Parterna i avtalet ska tillsammans delta i besiktningar av hyresobjekten före respektive efter avtalstidens början och slut, för att bl.a. värdera fordonens skick och värde. Värdeskillnader som beror på annat än åldersförändringar ska regleras mellan parterna. Detta innebär att Trafikutövaren får bonus om fordonens skick är bättre än förväntat respektive att denne får betala ersättning om fordonens skick är sämre än förväntat (§8).

SL Bansystem AB svarar för och bekostar under avtalstiden av SL Bansystem AB beslutade ändringsarbeten och ombyggnader avseende hyresobjekten (§10).

Trafikutövaren ska rapportera alla iakttagna avvikelser från fordonens och utrustningens sluttillstånd (§11). Trafikutövaren ska journalföra och dokumentera utförda reparationer.

Hyresobjektens specifikation får inte ändras utan SL Bansystems godkännande, och fordonsändringar får inte genomföras utan godkännande från Trafikutövaren (§13).

4 Underhållsavtal mellan Tågia och Connex för lätt UH

Ett underhållsavtal finns mellan Tågia och Connex, "Avtal om tillhandahållande av spårfordon" från 2000-09-29, bilaga 9 till Aktieägaravtalet. Detta omfattar det avhjälpande, lättare underhållet.

Tågia ansvarar för att förebyggande underhåll enligt plan och avhjälpande underhåll för fel som rapporterats av Connex eller upptäckts av Tågia har utförts på fordon som tillhandahålls för trafik.

I avtalet regleras Tågias ansvar enligt följande:

- Tågia skall till Connex leverera fullt driftsäkra och fullt funktionsdugliga fordon. Med fullt funktionsdugliga avses att "fordonens samtliga säkerhetsmässiga och trafikberoende funktioner samt passagerarmiljön fungerar vid övertagandet. (punkt 6).
- Tågia ska lämna ett skriftligt intyg till hämtande förare om att kraven klartgörning uppfyllts (punkt 7).
- Tågia ska upprätta system för internkontroll och kvalitetsplan som ska godkännas av Connex. Tågia ska upprätta underhållsplaner och utbildningsplaner för

underhållsorganisationen (punkt 8).

- Tågäta ska se till att de ständigt har en lämplig organisation och kvalitetssäkring för underhållsarbetet, bl.a. att berörd personal har rätt kompetens och utbildning.

5 Underhållsavtal mellan AB SL och Tågäta för tyngre UH

Ett underhållsavtal finns också mellan SL AB och Tågäta, "Avtal om säkerställande av värde och säkerhet för spårfordon", bilaga 3 till aktieägaravtal. Avtalet tecknades mellan SL Infrateknik och Tågäta 2000-09-29, och omfattar det tyngre underhållet och här ingår ombyggnader och investeringar.

Tågätas åtaganden i avtalet innebär bl.a.:

- Att tillhandahålla sådant underhåll på spårfordon och fordonsmonterad utrustning som krävs för att säkra spårfordonens livslängd, värde och säkerhet (punkt 4).
- Sådana revisionsåtgärder som krävs för att kompensera för åldring hos ingående material i spårfordonen (punkt 4).
- Utarbeta policies, underhållskontrollplaner och strategiska planer som underlag för att upprätthålla underhållsinstruktioner av god kvalitet (punkt 4).
- Övrig ledning, planering och samråd med SL vid planerat utbyte av komponenter (punkt 4).
- Ska kunna tillhandahålla rådgivning för alla förekommande fordonstyper (punkt 4).
- Tågäta ska lämna trafiksäkra fordon till Connex (punkt 17).
- Tågäta ska iaktta gällande föreskrifter i författningar, följa myndigheters och/eller av SL/SL I meddelande direktiv, beslut, föreskrifter, instruktioner och anvisningar samt de säkerhetsföreskrifter och de Trafiksäkerhetsinstruktioner som fastställts av SL Koncernstab Säkerhet. Om föreskriften skulle innebära fara för säkerheten ska Tågäta påtala detta (punkt 17).
- Tågäta ska rapportera till SL kända iakttagna systematiska avvikelser från spårfordonens normala status (punkt 21).

SL:s åtagande i avtalet innebär bl.a.:

- SL ska till Tågia tillhandahålla tillgänglig underhållsdokumentation för befintliga och framtida spårfordonstyper som ingår i spårfordonsflottan. Detta avser instruktioner, föreskrifter eller annan relevant dokumentation (punkt 5).
- SL ansvarar för korrigeringar av sådana systematiska och med hänsyn till grundkonstruktionen tekniska fel eller brister hos spårfordonen som kan hänföras till ansvar för konstruktion, material och tillverkning (punkt 5).
- Ansvarar för att spårfordonen i tekniskt avseende är trafiksäkert utformade och myndighetsgodkända och i förhållande till sin grundkonstruktion ändamålsenligt utformade då de överlämnas till Tågia (punkt 17).

Partgemensamma besiktningar ska genomföras under avtalstiden (punkt 11).

6 Aprilöverenskommelsen år 2004

Tolkningssvårigheter hade uppstått när det gäller vad som kan anses vara tyngre underhåll. I april år 2004 träffades en överenskommelse mellan AB SL, Connex och SL Infrateknik. Syftet var i huvudsak att reglera de ekonomiska anspråk som företagen hade på varandra.

I överenskommelsen anges att SL Infrateknik skulle ansvara för kostnader för ”tungt underhåll/värdehöjande underhåll”. SL skulle dessutom årligen tillföra Tågia ett belopp.

Vidare anges ”Parterna förbinder sig att noga följa intäkts- och kostnadsutvecklingen i Tågia för att säkerställa att resultatet av nu gjorda överenskommelser leder till att Tågia ej drabbas av förluster, samtidigt som verksamheten inom Tågia skall bedrivas effektivt.”

Därutöver förband sig Connex, SL och Infrateknik att förhandla om en omläggning av systemet för underhåll av spårfordon inom SL-trafiken innebärande en överföring till Infrateknik av ansvaret för allt det underhåll för vilket Connex idag svarar och att Connex ska tillhandahållas underhållna fordon för trafik. Detta skulle innebära ett tilläggsavtal och en förändring av de ursprungliga avtalsvillkoren.

Avsikten med aprilöverenskommelsen var att reglera förhållandena i avvaktan på att ett nytt avtal togs fram. Diskussioner om en sådan avtalsförändring pågick och förslag fanns dokumenterade, men vid tiden för olyckan hade inget sådant avtal tagits fram.

7 Övriga avtal

Det har även funnits andra avtal som berör säkerheten i tunnelbanesystemet. SL:s Teknikavdelning (dåvarande SL Infrateknik AB) ansvarar för infrastrukturen (inklusive fordon som beskrivs i avsnittet ovan). När det gäller underhåll av bana och spårssystem finns flera underleverantörer som i sin tur kan ha ytterligare underleverantörer, vilket var fallet.



Människa – Teknik – Organisationspsykologi
Hornsbruksgatan 28, SE-117 34 Stockholm, Sweden
Tel +46 8 588 188 99, Fax +46 8 588 188 62
www.mtop.se



Rinkeby tunnelbanestation

Utrymning vid branden

Rapport september 2007

Författare: Lena Kecklund

Ingrid Anderzén

Aino Obenius

Rinkeby tunnelbanestation

Författare: Lena Kecklund

Ingrid Anderzén

Aino Obenius

MTO Psykologi

MTO Psykologi är ett företag som utifrån ett systemperspektiv på arbetsmiljö och säkerhet, det vill säga samspelet mellan

- Människa (M)
- Teknik (T)
- Organisation (O)

tillämpar specifik beteendevetenskaplig kunskap och metodik för att förbättra arbetsmiljö, säkerhet, hälsa och kvalitet.

Med MTO-metodik omsätts kvalificerad analys och kompetens i praktiska hanterbara lösningar som är långsiktigt hållbara och ger mervärde i verksamheten.

För mer information se vår hemsida www.mtop.se

Innehållsförteckning

1	INLEDNING	6
1.1	Bakgrund.....	6
1.2	Syfte.....	6
1.3	Metod.....	6
2	VAD SÄGER FORSKNINGEN – ERFARENHETER FRÅN VERKLIGA HÄNDELSER OCH ÖVNING	7
2.1	Säkerhet vid utrymning från tunnelbanetåg.....	7
2.2	Definition och modell för utrymningssituationen.....	7
2.2.1	En teoretisk modell för olika utrymningssituationer.....	8
2.3	MTO-perspektiv för trafikanter i tunnelmiljö.....	10
2.4	Mänskligt beteende av betydelse för personsäkerhet och utrymning.....	11
2.4.1	Hur uppfattar och bedömer människor information?.....	11
2.4.2	Hur reagerar människor i en hotfull situation?.....	12
2.4.3	Mänskligt beteende vid brand i en undermarksanläggning.....	13
2.5	Faktorer som påverkar och underlättar en utrymning.....	15
2.5.1	Hur kan varningsbudskap förmedlas?.....	17
3	AKTÖRER INBLANDADE VID EN UTRYMNING AV TUNNELBANETÅG	20
3.1	Inledning.....	20
3.2	Personal på plats.....	20
3.2.1	Tågförare.....	20
3.2.2	Yttre trafikbefäl.....	21
3.2.3	Spärrexpeditör.....	21
3.3	Ledningscentraler i tunnelbanan.....	22
3.3.1	TLC:s arbetssätt vid en utrymning.....	23

3.4	Utbildningskrav för personal.....	25
3.5	Trafikanter	25
4	FAKTA OM HÄNDELSEN OCH OLIKA AKTÖRERS AGERANDE	27
4.1	Inledning.....	27
4.2	Redogörelse för händelsen av personal på plats.....	28
4.2.1	Tunneltågförare	28
4.2.2	Trafikbefäl	29
4.2.3	Spärrexpeditör	31
4.3	Trafikledningens agerande vid utrymningen	32
4.4	Trafikanternas redogörelse av upptäckten av branden och utrymningen från tåget	33
4.5	Sammanfattning.....	36
5	ANALYS OCH REKOMMENDATIONER	37
5.1	Analys av stationens utformning och stödfunktioner	37
5.2	Analys av händelseförloppet	38
5.2.1	Upptäckt av branden.....	38
5.2.2	Utrymning av tåget.....	38
5.2.3	Utrymning av stationen	39
5.2.4	Trafikledningens agerande	41
5.3	Utbildningskrav för personal.....	42
5.4	Övriga rekommendationer.....	42
6	REFERENSER	44

1 Inledning

1.1 Bakgrund

På morgonen den 16 maj 2005 utbröt en brand i Tunnelbanan. Ett tunnelbanetåg på den blå linjen på väg från Kungsträdgården till Hjulsta blev stående vid Rinkeby tunnelbanestation. Händelsen var ur personskadesynpunkt den svåraste i Stockholms tunnelbanas historia, då minst 12 personer har behövt uppsöka vård i direkt anslutning till branden.

Händelsen utreds av Statens Haverikommission (SHK) och MTO Psykologi fick i uppdrag att specifikt utreda utrymningen av stationen och av tåget.

1.2 Syfte

Syftet med denna rapport är att beskriva utrymningen av tunnelbanetåget och Rinkeby tunnelbanestation i samband med den inträffade branden.

Rapporten innehåller, baserat på den forskning som finns från verkliga händelser och övningar, en beskrivning av hur människor upplever och hanterar en utrymning och vilken betydelse det har för personsäkerheten. Dels görs en beskrivning av vilka hjälpmedel i form av instruktioner och föreskrifter tunneltågförare, personal vid ledningscentraler och övrig berörd personal i Tunnelbanan har i sitt arbete för att kunna hantera kritiska situationer och händelser. Dels görs en redogörelse för själva utrymningen både från tåget och från tunnelbanestationen i samband med den aktuella händelsen. Rapporten avslutas med en analys och tolkning av själva händelsen .

1.3 Metod

Underlaget i redogörelsen behandlar utrymningen både ut från tåget och ut från stationen och bygger på material från en sammanställning av uppgifter som samlats in via intervjuer med tågets förare, övrig personal på stationen, trafikbefäl och inblandade trafikanter. Vidare har information samlats in via en enkät som behandlade upplevelsen av branden och utrymningen och som delades ut ett par dagar efter olyckan till trafikanter som befann sig på tunnelbanetåget den aktuella morgonen.

2 Vad säger forskningen – erfarenheter från verkliga händelser och övning

2.1 Säkerhet vid utrymning från tunnelbanetåg

Fordonens utformning och teknisk utrustning samt personalen ombord skall medge snabb utrymning vid brand i tunnel och på station om så skulle vara nödvändigt. I fordonet skall trafikanterna kunna förflytta sig till ett område i tåget där de skyddas mot brand och rök tills fordonet kan stoppas och utrymning kan påbörjas.

Vid tågdrift ovan jord innebär en brand i ett tåg inte någon större risk för trafikanter i andra tåg. Vid tågdrift under jord utgör dock värmen och framförallt brandgaserna från en brand ett påtagligt hot för alla i tunneln. Trafikanter måste få hjälp att orientera sig från olycksplatsen. Det stängda utrymmet innebär att det finns mindre tid att agera på och mindre utrymme för felbedömningar både för trafikanter och för trafikledningscentral. Trafikanter kan t ex bli tvungna att passera över annat spår.

För att kunna utforma miljöer som stödjer och leder till ett önskat utrymningsbeteende där trafikanter inte kommer till skada är det extra viktigt att förstå hur människor reagerar och beter sig i en utrymningssituation. Forskningen inom området säkerhet och mänskligt beteende i tunnelmiljöer är dock begränsad och informationen från tidigare olyckor i tunnlar är därför betydelsefull för att få kunskap om hur människor reagerar vid en verklig brand i en tunnel eftersom det är svårt att få den typen av information från försök och simuleringsövningar. Empirisk information från tidigare olyckor bekräftar dock att resultat från övningar och simuleringar ger ett entydigt svar i utfall och riktning.

Fortsättningen av detta kapitel redogör för den teori som kan anses relevant för analysen och tolkningen av den aktuella händelsen, utrymningen vid branden vid Rinkeby tunnelbanestation, samt som grund för vidare rekommendationer.

2.2 Definition och modell för utrymningssituationen

I trafiksäkerhetsinstruktionen för tunnelbanan, Tri Tub (2002) vid olyckstillfället, beskrivs två fall av utrymning, beordrad utrymning och nödutrymning. *Beordrad utrymning* får ske först efter beslut av trafikledaren och först då strömskenan gjorts spänningslös. Tågpersonal och trafikbefäl ska leda och övervaka utrymningen. Innan utrymningen får påbörjas ska samråd ske mellan förare och trafikledare om i vilken riktning och vid vilken station utrymningen

ska ske. Information ska lämnas till trafikanter om att utrymningen ska göras och hur, och trafikanter ska varnas för strömskenan och kontinuerligt informeras om hur utrymningen fortgår.

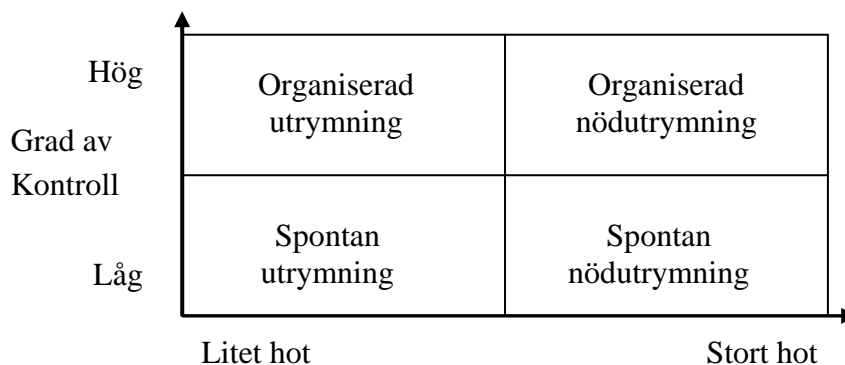
Nödutrymning får tillämpas endast vid ett mycket allvarligt nödläge. Trafikanten skall vid en nödutrymning handla enligt självräddningsprincipen, genom att utrymma sig själv från tåg och anläggning. Förutom detta kan trafikanten slå larm och eventuellt vara till hjälp för andra trafikanter eller tågpersonal. Det kan även vara möjligt för trafikanten att vid brand försöka släcka branden om det finns brandsläckare utplacerade i anläggningen.

Självräddningsprincipen är generellt accepterad i samhället och internationellt samt gäller för alla byggnadsverk, men även för järnvägs- och vägtunnlar (Kecklund et. al., 2006). Den används som en huvudprincip för allt praktiskt säkerhetsarbete och innebär att det på alla ställen där människor uppehåller sig ska finnas möjlighet att rädda sig själv i en nödsituation. Vid utrymning från tåg gäller tillämpning av självräddningsprincipen. Tåget ska om möjligt köras till en lämplig plats för utrymning, i tunnelbanan till nästa station. Om tåget inte kan nå en station måste en utrymning ske i spårområdet. Resande ska då invänta information från personalen på tåget som ska leda utrymningen eftersom det kan innebära betydande risker (strömförande skenor, passerande tåg, avståndet mellan tåg och mark etc.) Detta är något som de flesta resande i allmänhet inte känner till utan deras beteende och kunskap utgår från att de ska göra bedömningen själva om, när och hur de ska ta sig ut ur tåget.

Det avgörande för en framgångsrik utrymning i en farlig situation är ombordpersonalens och trafikanternas möjlighet att genomföra en bra självräddning. Det kan inte nog betonas att det är viktigt att båda dessa grupper har utrustning och information tillgänglig för att kunna ge och få bästa möjliga stöd till en självräddning.

2.2.1 En teoretisk modell för olika utrymningssituationer

Baserat på ovanstående kan en utrymning beskrivas utifrån två dimensioner, *grad av hot* eller brådska och *grad av kontroll* över utrymningen. (Kecklund et. al. 2006). Detta resulterar i fyra olika fall som utifrån modellen i figur 1 kan beskrivas enligt nedan.



Figur 1. Utrymningsituationer beroende på stort och litet hot samt hög och låg grad av kontroll

Om stort hot föreligger (t.ex. en brand) och graden av kontroll är hög vidtas en *organiserad nödutrymning* (tågets personal har situationen under kontroll men de resande är tvungna att lämna tåget inom en viss tid, spåret är säkrat och personalen har informerat de resande). Om däremot inget hot föreligger och graden av kontroll är hög vidtas en *organiserad utrymning* (t.ex. ett vagnfel där tågpersonal har kontroll över situationen, spåret är säkrat och resande ska eventuellt invänta annat tåg eller alternativt buss dit de kan flytta sig och fortsätta resan).

En väsentlig skillnad mellan en nödutrymning och en organiserad utrymning är tidsaspekten vid själva utrymningen. Vid en organiserad nödutrymning i en hotsituation är tiden av stor betydelse för att få situationen under kontroll så att trafikanterna kan utrymma tåget på ett säkert sätt. En organiserad utrymning utan någon direkt hotbild är inte beroende av tiden på samma sätt för att få situationen under kontroll och genomföra en säker utrymning.

Det kan dock uppstå situationer då tågpersonalen inte finns tillgänglig för att ge trafikanterna information och vägleda utrymningen. I situationer där stort hot råder och personal inte finns till hands att leda utrymning gäller självräddningsprincipen. Tågets och platsens säkerhetsutrustning och information om utrymningen ska då vara tillgänglig och hanterbar för trafikanterna så att de själva kan ta beslutet att utrymma tåget.

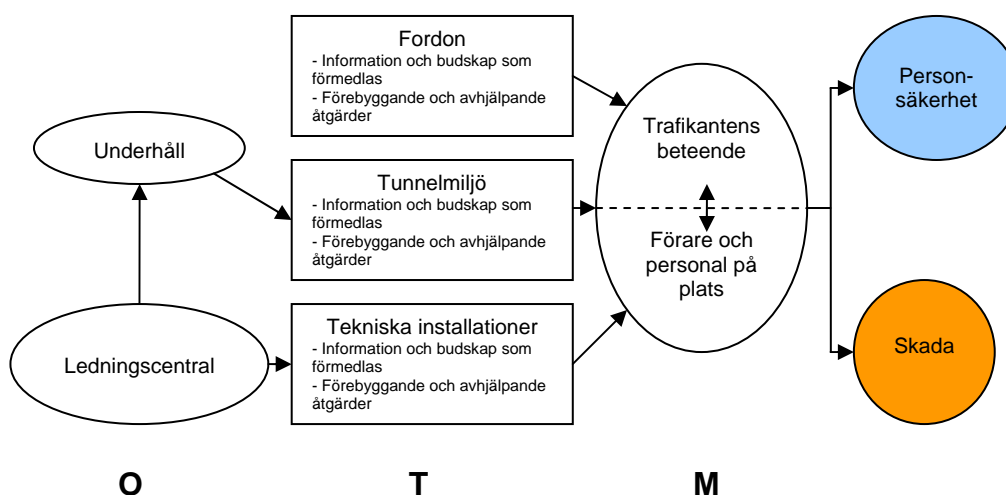
Spontan nödutrymning innebär däremot att trafikanterna själva uppfattar hotet som en akut fara och väljer att utrymma utan att avvakta instruktioner från tågpersonal. *Spontan utrymning* (utan någon direkt hotsituation) innebär att trafikanter lämnar tåget utan att invänta instruktioner från personal. Deras bedömning bygger i regel på att de själva och snabbare kan ta sig fram till resmålet jämfört med att sitta

kvar i tåget och invänta information. I detta fall är okunskapen om de risker som finns i samband med att gå ut i osäkrat spår område stor.

Begreppen som anges i Tri Tub (2002) avspeglar den ena dimensionen i begreppet utrymning, grad av kontroll över utrymningen. Graden av upplevt hot har en stor betydelse för utrymningen. När graden av hot ökar blir självräddningsprincipen mer aktuell och tiden en avgörande faktor för att komma i säkerhet, speciellt vid en brand i en tunnel. Idealet för en utrymning anses generellt vara en organiserad utrymning, men för det aktuella fallet vid Rinkebybranden, då graden av hot ökade, kan i stället en organiserad *nöd*utrymning anses vara det önskade utfallet.

2.3 MTO-perspektiv för trafikanter i tunnelmiljö

Akronymen MTO står för Människa, Teknik och Organisation och innebär en helhetssyn vid analys av risker och olyckor. För trafikanter i tunnelmiljö innebär MTO-perspektivet att använda kunskap om mänskligt beteende för att skapa goda förutsättningar, i form av bl.a. information och tekniskt stöd, för att människor ska kunna utrymma från tunnelmiljöer. Detta innebär, att baserat på uppställda säkerhetsmål och ”människokunskap”, beskriva hur tekniska system och information ska utformas för att ge bra stöd till passagerarna. I figur 2 nedan visas hur ett MTO-perspektiv kan tillämpas för trafikanter i tunnelmiljö och vilka aktörer och system som är berörda.



Figur 2. MTO-perspektiv ur trafikantens situation i en tunnel och vilka system och aktörer som är berörda

En förutsättning för att få en utrymning att fungera säkert är att

kommunikation och organisation fungerar effektivt. Alla människor kan göra fel, oavsett typ av verksamhet. Därför måste system och miljöer konstrueras på ett sådant sätt att bakomliggande brister inte byggs in, men också så att de skadliga effekterna blir starkt begränsade och kan repareras då ett fel inträffar. Med större förståelse för hur människor fungerar i olika miljöer, t.ex. i tunnlar, finns förutsättningar att skapa miljöer där förekomsten av fel och misstag minskar och där effekterna av de fel och misstag som inträffar kan hanteras. En ergonomiskt och pedagogiskt utformad informationsmiljö för de människor som rör sig i miljön är en viktig del. En annan viktig del är ändamålsenliga och väl kommunicerade rutiner samt kunskaper om situationen och om olika tekniska säkerhetssystem.

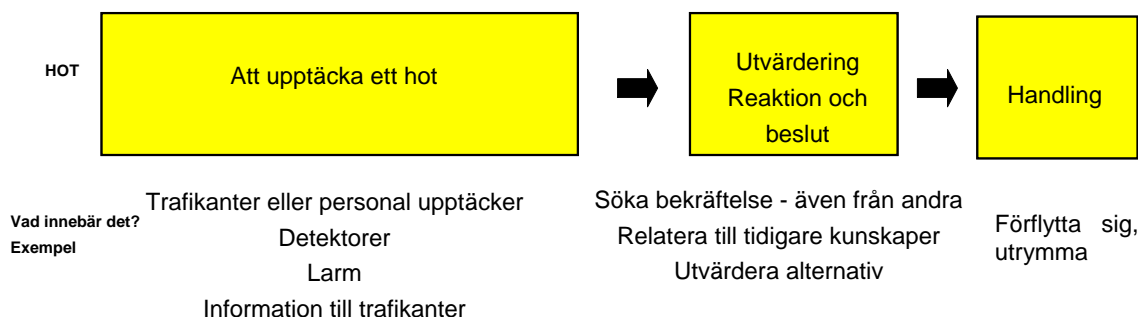
Olyckor och skador ska förebyggas och hanteras genom konstruktion och design och med hjälp av tekniska installationer och övervakningssystem. Detta förutsätter övervakning från en ledningscentral som samverkar med andra aktörer för att informera trafikanter.

2.4 Mänskligt beteende av betydelse för personsäkerhet och utrymning

2.4.1 Hur uppfattar och bedömer människor information?

De modeller som tagits fram genom forskning gällande utrymning utgår dels från hur människor uppfattar och bedömer *information*, dels från hur människor hanterar *nödsituationer*. Modellerna utgår antingen från att människans varseblivning och beslutsfattande passerar ett antal steg vid en allvarlig händelse, eller också är de baserade på olika faktorer som påverkar människans beteende.

Utmärkande för det första steget i beslutsprocessen är enligt figur 3 avsaknad av information, följt av ett beslutande steg där information om faran och om möjligheter att förflytta sig till en säker plats samlas in, och till sist utförs själva handlingen (utrymningen – förflyttningen).



Figur 3. Människors informationsbehandling i förhållande till möjligheten att utrymma

Tidigare erfarenhet av liknade situationer/händelser samt grupp beteende är gemensamma återkommande faktorer som påverkar människans beteende vid utrymningen.

Trafikanter behöver få rätt information vid rätt tillfälle och i tillräcklig omfattning för att kunna utrymma. Människors möjligheter att ta till sig information varierar beroende på situationen (stress eller inte) men är även beroende av egen erfarenhet och kunskap. Generellt gäller att vana användare kan hantera mer information i en beslutsituation jämfört med ovana. Under stress och tidspress kan människor hantera mindre mängd information och ta hänsyn till färre faktorer än vid lugna förhållanden.

2.4.2 Hur reagerar människor i en hotfull situation?

Människors reaktioner vid allvarliga olyckor är vanligtvis konstruktiva även om olika reaktioner kan förekomma och det finns exempel på både lämpliga och olämpliga beteenden. Före det akuta skedet kan det vara svårt att motivera individen att agera för att skydda sig. Det har visat sig att upplevelsen av hot kanske inte är tillräckligt stark för att individen ska kunna uppleva något behov av att skydda sig. Erfarenheter från allvarliga olyckor visar att människor inte reagerade på det sätt man förväntade sig och att mänskliga faktorer varit en betydande orsak till att dessa olyckor fick allvarliga konsekvenser.

Även för en hotfull situation spelar stressnivån en viktig roll. Lagom stress ger ändamålsenliga reaktioner för att rädda sig från en fara, t.ex. för mobilisering av stora egna krafter och skärpt uppmärksamhet för att hantera en situation. För mycket stress, överaktivering eller ”hyperaktivering” kan inträffa när man uppfattar att tiden är för kort för att man skall kunna fly från en annalkande fara. Tillståndet kan

innebära att man inte beaktar alla möjliga handlingsalternativ och utrymningsvägar och att man misslyckas med att utvärdera de alternativ som finns. Detta medför att beslutsfattande och handlande blir ineffektiva. Exempelvis kan man vid en brand söka sig till den utgång där man kom in, istället för att söka efter närmaste nödutgång. Det är därför viktigt att lära ut och träna på hur man skall uppträda i farliga eller hotfulla situationer.

Teorier från forskning om människors reaktioner i farliga och hotfulla situationer pekar på att det som skapar stress ofta är den mångtydiga och ofullständiga informationen i kombination med en begränsad tid för att agera, samt det faktum att stora värden står på spel. Det innebär att information som underlättar värdering av situationen kan reducera stressen, vilket kan leda till att man kan fatta beslut på ett effektivare sätt och därmed skydda sig.

Det är viktigt att komma ihåg att en individs beteende i en allvarlig och farlig situation alltid måste betraktas mot bakgrund av individens bedömning av eller medvetenhet om situationen eller faran och de handlingsalternativ som denne har till sitt förfogande.

2.4.3 Mänskligt beteende vid brand i en undermarksanläggning

Det är ingen avgörande skillnad mellan nödlägen i lokaler över och under mark. I båda fallen söker sig personer till gatunivån och panik uppstår normalt inte trots att ett stort antal människor befinner sig på platsen.

För att kunna ge förhandsinformation om hur en utrymning ska ske krävs god insikt och kunskap om hur människor uppträder i samband med en allvarlig händelse i en tunnel eller undermarksanläggning. När olyckan just inträffat är brand och brandgaser relativt begränsade och möjligheten att utrymma relativt goda. Senare, när branden spridit sig, tilltagit och rökfyllt tunneln är det i regel för sent att ta sig ut. Detta gör att trafikanten måste ta beslut om utrymning då motivationen att utrymma inte är så stor på grund av att hotet från branden inte upplevs som direkt allvarlig. Det är särskilt viktigt att försöka nå gruppen vana trafikanter då erfarenheter från allvarliga olyckor visat att de suttit kvar trots tydliga tecken på fara. En analys av branden i Kings Cross tunnelbanestation i London 1987 visar att de vana trafikanterna, i stället för att lyssna på informationen som gavs, fortsatte att läsa sin tidning. De följde ett mönster och agerade som om tåget var försenat. Vidare visade analyserna att personer med uniform som befann sig på tunnelbanestationen hade en auktoritet som gjorde att trafikanterna i T-banan ändrade sitt beteende. (Donald och Canter 1990)

Trafikantens medvetenhet och beteende är en viktig aspekt för säkerheten i tunneln. De bör ha goda kunskaper om hur säkerheten normalt fungerar i tunnlar och även vara motiverade att följa de säkerhetsbestämmelser som finns. Om en olycka/brand inträffar så ska trafikanten ha kunskap om vad som bör göras så att utrymningen kan påbörjas innan kritiska förhållanden uppstår. Om ett antal trafikanter känner till ett korrekt beteende och har beredskap att agera är det stor chans att övriga trafikanter följer deras exempel vid en utrymning.

Vid studier av människors beteende vid bränder har man konstaterat att de första varningssignalerna ofta är mångtydiga och medför att man vill skaffa sig mer information för att få bekräftelse på att det verkligen brinner. Människor använder värdefull tid till att söka bekräftelse på varningsinformationen, t.ex. genom att gå och titta om det verkligen brinner och varna eller leta efter andra istället för att försöka rädda sig själv. Information om brand i offentliga miljöer är ovanlig och oväntad för individen och man vill inte "göra bort sig" inför andra genom att försöka skydda sig eller fly om det är falskt alarm. Därför finns en tendens att ignorera eller missförstå tidiga varningssignaler. I samband med väntade övningar reagerar dock människor snabbt på larm.

Olyckorna vid både Mont Blanc, Tauerntunneln, King's Cross-stationen och S:t Gotthardtunneln är exempel på olyckor som har gett värdefull information om hur människor hanterar en brand i en tunnel (Voeltzel 2002). De är noga analyserade och används i stor utsträckning som referenser. Karakteristiskt för hur människor handlade vid dessa bränder var att de agerade sent på information om en farlig situation samt att de gjorde felbedömningar. Personalen som fanns på plats i samband med branden på tunnelbanestationen vid Kings Cross var inte utbildad eller hade inte övat tillräckligt för att hantera situationen, vilket också bidrog till att olyckan fick katastrofala följder (Donald och Canter 1990).

Kunskapen om människans beteende vid bränder är känt från både övningar, forskning och verkliga bränder och visar att:

- människor väljer en känd väg ut, gärna den som man kom in genom, särskilt i mörker
- människor i hög grad är hjälpsamma mot varandra
- beteendet är förnuftigt och rationellt snarare än helt förvirrat och panik förekommer sällan
- människor utrymmer genom rök, men det är oftare röken än hettan som får de utrymmande att välja en annan väg
- man följer gärna auktoritetens beteende på t.ex. en arbetsplats

”chefen måste alltid vara bland de första ut”

- många falsklarm innebär en avtrubning så att verkliga larm inte tas på allvar
- det är svårt att övertyga allmänheten om att stanna i ett utrymme (tillfällig flyktplats) omgivet av hotet från branden. Detta är svårt att pröva vid en övning eftersom det inte finns något verkligt hot.
- räddningstjänsten måste ofta hjälpa personer med rörelsehinder ut. Det är därför en fördel för räddningstjänsten att få vetskap om hur många personer som är svårörliga och var de finns.

Människor i brandsituationer följer de regler och rutiner som är inlärdade och inser alltför sent att de måste tänka ut en ny lösning. Forskning tyder på att om man i förväg lär in ett handlingsmönster för hur man skall kunna skydda sig i en farlig situation, förbättrar detta avsevärt möjligheterna att klara sig. Det är alltid en fördel att ha väl inlärdade handlingsplaner för olika allvarliga situationer.

2.5 Faktorer som påverkar och underlättar en utrymning

Hur en person beter sig vid en utrymning och förmågan att kunna sätta sig i säkerhet vid brand beror, som tidigare nämnts, på en mängd olika faktorer. Det är faktorer som har att göra med hur personen uppfattar situationen, relaterar detta till tidigare erfarenheter och kunskaper för att slutligen fatta ett beslut om vad som tycks vara lämpligt att göra i den specifika situationen.

Faktorer som är beroende av personerna i tunneln

- *Tiden att utrymma* är beroende av hur många personer som finns i tunneln vid utrymningstillfället och hur dessa fördelar sig i förhållande till branden.
- *Personers rörelseförmåga*; rörelsehindrade personer har svårt att ta sig ut ur sina fordon och fram till nödutgångarna. De kan även ha svårigheter med att öppna dörrarna. Även personer med andra funktionsnedsättningar som hörselskador och synnedsättningar har sämre förutsättningar att utrymma snabbt.
- *Den utrymmandes ålder* inverkar i viss mån på gånghastigheten. Personer äldre än 65-70 år eller yngre än 5 år går långsammare än övriga.
- Personers beteende är i hög grad beroende av om de är *ensamma eller i en grupp* med andra personer.
- *Personers kunskap* om hur de ska bete sig vid en brand

och/eller utrymningssituation är viktig. Personal bör därför få utbildning och tränas regelbundet så att de kan agera korrekt och ge tillförlitlig information.

- Personer som snabbt *kan fatta beslut* och har en strukturerad *ledningsförmåga* utrymmer snabbare.
- *Motivationen* att avbryta den pågående aktiviteten kan vara låg. Detta beteende är vanligt om situationen är otydlig, till exempel att personen inte ser olycksplatsen, elden och/eller röken.
- *Siktmedsättning* t ex rök hindrar effektiva förflyttningar.

Faktorer som är beroende av tunnelns konstruktion

I komplexa byggnader där riktningförändringarna inte sker med räta vinklar och där fönster saknas kan det vara svårt att orientera sig, exempelvis i tunnlar. När personer tagit ett beslut att utrymma behöver det finnas vägledning för att ta sig till utrymningsväg och vidare till en säker plats. Sådan vägledning kan bl.a. ges i form av skyltar och belysning med viss färg och form.

Säkerhetsinstallationer som har betydelse för personer som genomför en utrymning ut ur en tunnel är:

- Vägledande markeringar till nödutgångarna
- Nödutgångarnas utformning
- Vägledning på andra sidan nödutgångsdörren
- Hjälpustrustning, t. ex telefoner

Vägledande markeringar till nödutgångarna

Vägledande markeringar och information om var utrymningsvägar är placerade har betydelse i en utrymningssituation för att minska osäkerheten vid val av gångriktning. Standardiserade skyltar bör användas för att minimera risken för missförstånd vid tolkningen av vad skylten betyder. Upplysta skyltar är lättare att uppmärksamma på längre avstånd. Skyltarna bör också vara tillräckligt stora. Skyltarnas omgivning måste också betraktas så att inte informationsflödet blir för stort. Placeringen bör ägnas stor uppmärksamhet eftersom det är viktigt att skyltar kan ses från flera håll. Skyltar kan kompletteras med andra hjälpmedel som målade linjer på golvet, men även med pilar och kartor. Lysande och efterlysande linjer och markeringar kan användas för att underlätta om ordinarie belysning inte fungerar. Dessa markeringar kan ses som en ”snitslad banan”. Vid varje punkt bör åtminstone nästa markering i utrymningsvägen kunna ses.

Nödutgångarnas utformning

Nödutgångarna bör utformas så att de drar till sig uppmärksamhet. De ska vara lätta att se i en situation när stationen måste utrymmas. Blixtljus vid nödutgångar som sätts igång när en utrymning behöver ske kan dra till sig uppmärksamhet och vägleda människor till en nödutgång. (Frantzich et. al., 2007)

Tunnelbelysningen gör så att det blir lättare att se röken och därmed värdera avståndet till rök och reducera utrymningstiden.

Nödutgångar och utrymningsvägar ska märkas ut tydligt. Det är viktigt att utforma nödutgångar så att människor uppfattar dem som attraktiva och att de förmedlar budskapet om att de leder till en säker plats. Vid rök är det viktigt att ha varningsljud som t.ex. meddelar ”*exit here*” så att de utrymmande kan följa ljudet. Rök påverkar som bekant synen men inte hörseln.

Dörrar som leder till en utrymningsväg bör utformas så att de lätt kan kännas igen som en säker väg ut. Det innebär att de bör avvika från omgivningen till färg och form. Dörrarna ska vara lätta att öppna och det ska vara tydligt hur de ska öppnas. En dörr som är trög att öppna eller som måste öppnas åt ett icke förväntat håll kan uppfattas som låst och gör att personerna ger upp och istället söker efter en annan väg ut.

Sammanfattningsvis kan följande rekommendationer ges gällande utrymningsvägar och nödutgångar:

- Tydlig märkning av nödutgångar krävs
- Skyltning av nödutgångar bör harmoniseras
- Nödutgångar bör vara synliga för trafikanter i normala trafiksituationer genom iögonfallande design
- Om möjligt bör dörrarna till nödutgångar öppnas som normala dörrar. Om det inte är möjligt bör det klart framgå hur dörrarna ska öppnas. Standardbeslag bör användas och märkas upp med textinformation.
- Det rekommenderas att alltid låta nödutrymningsskyltar vara upplysta.

2.5.1 Hur kan varningsbudskap förmedlas?

En varning är ett budskap som förmedlas från en avsändare till en mottagare om att något farligt eller negativt kan inträffa och att man måste göra något för att skydda sig. Det är viktigt att se till att mottagaren uppfattar *att* den måste göra något för att skydda sig men också *vad* den ska göra.

En varning blir effektiv när mottagaren kan läsa eller höra och förstå varningen och dessutom är motiverad att förändra sitt beteende. Det är viktigt att personerna har möjlighet att ta till sig ett budskap (exempelvis att de inte är påverkade av alkohol eller droger). Varningen ska därför vara tydlig så att den uppmärksammas, ges vid rätt tid och på rätt plats och inte filtreras bort bland det övriga informationsflödet. Det är särskilt viktigt att mottagaren tror på varningen, både på budskapet och på avsändaren, och att man bedömer de positiva konsekvenserna av att ta varningen på allvar som större än exempelvis det sociala trycket att fortsätta ta risken.

Varningar bör utformas så att:

- de ges vid rätt tidpunkt och plats
- de är tydliga, specifika och kan skiljas ut från bakgrundsinformation för att fånga uppmärksamhet
- informationen i varningen är av lagom omfattning och lätt att förstå
- de innehåller tydliga och realistiska instruktioner om vad man ska göra
- de anger vad som händer om man inte följer varningen
- antalet falska larm minimeras
- de inte ges när de inte behövs, exempelvis skall inte riskområden göras större än nödvändigt
- att människor respekterar ett riskområde och att detta beteende belönas
- varningsbudskapet och den som förmedlar detta är trovärdiga
- informationen om hur utrymningen ska gå till bör upprepas ofta, även om inget nytt har hänt.

Larm och talade meddelanden via högtalare

Ett utrymningslarm ska vara informativt för den aktuella lokalen/platsen och dess besökare. Det är viktigt att tala om att personer ska utrymma och varför. Meddelandet ska vara enkelt att förstå också under svåra förhållanden, t ex vid bakgrundsljud, eko-effekter etc. Talade utrymningsmeddelanden har visat sig kunna vara svåra att uppfatta eftersom ljudet kan ge upphov till eko-effekter (Frantzich m.fl. 2007). Detta är viktigt att tänka på när meddelandena utformas. Den övriga ljudmiljön måste vara sådan att utrymningsmeddelandet hörs.

Bland annat skall man lätt kunna förstå:

- orsaken till larmet

- brådskan i situationen
- vilket agerande som krävs

Larmet bör göras i form av en signal/signaler och vara följt av ett talat utrymningslarm. Någon form av signal före det talade meddelandet gör att man reagerar och blir uppmärksam på talad information och därför är mer förberedd på att uppmärksamma det talade meddelandet som följer. En signal kan också få resande att börja söka efter annan information, exempelvis via tunnelinformationsskyltar (Frantzich m.fl. 2007). Det finns idag ingen entydig beskrivning som behandlar utformningen av texten i ett talat utrymningsmeddelande.

Sammanfattningsvis kan följande rekommendationer om högtalarmeddelanden ges:

- Förinspelade meddelanden rekommenderas för att få samma typ av meddelande i alla tunnlar, för att instruktionen ska vara tydlig.
- Meddelandet bör ges på svenska och dessutom åtminstone på engelska.

3 Aktörer inblandade vid en utrymning av tunnelbanetåg

3.1 Inledning

Vid en utrymning krävs att ett flertal organisationer och befattningshavare ska kunna samverka. Det är viktigt att det finns rutiner framtagna som fungerar och är kända, att utrustningen som finns som hjälp fungerar och att både personal och resande förstår hur den ska användas. Ansvarsfördelningen mellan de olika aktörerna ska vara klar och tydlig och det ska finnas en gemensam förståelse för olika aktörers mål.

Detta kapitel beskriver hur det vid olyckstillfället fanns beskrivet och enligt instruktioner styrt hur delar av organisationen runt tunnelbanan och olika befattningshavare *ska* agera vid händelse av en brand.

3.2 Personal på plats

Trafiksäkerhetsinstruktionen för tunnelbanan, Tri Tub (2002), beskriver ansvarsområden och åtgärder vid utrymning av tunneltåg (§54). Tri Tub ges ut av SL Säkerhet. Enligt tidigare definitioner av utrymning används i denna föreskrift benämningarna *beordrad utrymning* samt *nödutrymning* (se kapitel 2.2).

I följande kapitel beskrivs de befattningar som befann sig eller tog sig till Rinkeby tunnelbanestation vid olyckstillfället. Fokus är på de uppgifter de enligt instruktionen har vid en utrymning.

3.2.1 Tågförare

Tri Tub (2002) tillämpas av Connex som ska utbilda sina förare baserat på denna instruktion. Instruktionen innehåller detaljerad information om förarens uppgifter vid utrymning av tunneltåg. Även åtgärder vid brand eller rökutveckling beskrivs.

Förarens åtgärder innebär att tåg ska framföras till station om detta är möjligt så att utrymning kan ske vid plattform. Förare, stationspersonal och trafikanter kan larma.

I § 55 anges att förare vid indikering om brand i tåg omedelbart skall meddela trafikledaren (TL). Innan försök att släcka utvecklad brand görs skall tåget, om detta befinner sig vid station, utrymmas. TL skall underrättas för larmning av räddningstjänst. Om det bedöms möjligt skall försök göras att släcka branden.

I § 54 anges förarens åtgärder vid utrymning enligt nedan.

Vid en *beordrad utrymning* skall, innan utrymning påbörjas:

- Om vagnar med manuell parkeringsbroms medföres, skall dessa parkeringsbromsas manuellt.
- Samråd ska ske mellan förare och trafikledare (TL) om i vilken riktning och till vilken station utrymning skall ske.
- Information skall lämnas till trafikanter om att utrymning skall göras och vilket tillvägagångssätt som skall tillämpas.

En vagn i taget skall utrymmas. Information om hur utrymningen fortgår skall lämnas till trafikanterna med jämna mellanrum.

Vid en *Nödutrymning* skall föraren:

- Varna för strömskenan och tåg på intilliggande spår.
- Öppna dörrarna mot skyddsutrymme.
- Informera om åt vilket håll närmaste station finns.

3.2.2 Yttre trafikbefäl

Trafikbefäl är en samlingsterm på arbetsledare inom lokaltrafiken. Olika benämningar finns beroende på geografisk placering och/eller rang, exempelvis trafikledare eller trafikmästare. Yttre trafikbefäl (TB) är trafikledningscentralens förlängda arm ute i trafiken. Arbetet innebär allt från att utföra serviceåtgärder till att hjälpa trafikanter som tappat något på spåret och öppna dörrar till att hantera vagnfel och olyckor.

Yttre trafikbefäl har radiobil till förfogande. I bilen har TB en fast och en bärbar radio, vilket gör att man kan hålla koll på radiotrafiken för två tunnelbanelinjer.

Tågpersonal eller trafikbefäl (TB) skall enligt TriTub (2002) leda och övervaka utrymningen.

3.2.3 Spärrexpeditör

Spärrexpeditörerna (spärrvakter med en informell titel) som dagligen arbetar i tunnelsystemet har viktiga uppgifter vid en utrymning. Ansvar för personalens utbildning och hantering av en utrymning har trafikutövaren, i detta fall Connex.

Spärrexpeditörens huvuduppgifter vid en allvarlig olycka som brand är att larma TLC, avbryta inpassering och utrymma stationen enligt order från TLC.

3.3 Ledningscentraler i tunnelbanan

Det är viktigt att det finns en aktör eller organisation med ett systematiskt arbetssätt som har ansvar för säkerheten och som vet hur den ska agera vid en nödsituation. En ledningscentral har den samverkande funktionen med andra aktörer och en viktig uppgift vid en utrymning.

Arbetet vid Stockholms tunnelbana utförs av tre olika typer av ledningscentraler:

- Trafikledningscentraler (TLC)
- Driftledningscentral (DLC)
- Sambandscentral, som håller på att omvandlas till en trygghetscentral

Stockholms tunnelbana indelas i tre delar, med all övervakning av trafik från respektive banas *trafikledningscentraler* (TriTub, 2002). De är lokaliserade i anslutning till respektive bana. Trafikledningscentralerna drevs vid olyckstillfället av Connex. Alla akuta händelser, t.ex. felanmälningar, rapporteras in till berörd TLC som sedan kan förmedla informationen vidare till SL:s driftledningscentral eller annan tillämplig mottagare (exempelvis räddningstjänsten eller entreprenör).

SL har en gemensam *driftledningscentral* (DLC) för alla stationer och övriga anläggningar. Tekniklarm, fel på brandlarm från anläggningen etc. kommer in till centralen. Vissa larm skickas direkt till underentreprenör för åtgärd. Övervakningen av eldriften sker från SL:s eldriftcentral (EDC) som är en del av DLC. Eldriftsövervakningssystemet ENOK ger larm i två nivåer till eldriftledaren (A- respektive B-larm). A-larm kräver åtgärd lokalt, medan B-larm kan åtgärdas från EDC via MMI. Räddningsfrånkoppling av bansträcka mellan två matande likriktarstationer utförs av trafikledaren (TL), som har ENOK-systemet på trafikledningscentralen. TL markerar en utlösningpunkt och verkställer räddningsfrånkoppling.

SL har också en *sambandscentral* som vid olyckstillfället var en stödfunktion till de olika trafikledningscentralerna för ordningshållning, information och service. Sambandsoperatören kunde då ha kontakt med kontrollpersonal, ordningsvakter, tågvärdar samt spärrexpeditörer m.fl. Sambandscentralen skall inom en snar framtid bli en *trygghetscentral* för att öka tryggheten för trafikanterna som via mobiltelefon eller larmanläggningar på station eller tåg kan ta

kontakt med centralen.

3.3.1 TLC:s arbetssätt vid en utrymning

Trafiksäkerhetsinstruktionen (TriTub)

I §54 (TriTub, 2002) anges de åtgärder som trafikledaren (TL) skall vidta vid en utrymningssituation.

Vid *beordrad utrymning* anges att utrymning av tåg på bansträcka mellan stationer får ske först efter beslut av TL. Innan besked om utrymning ges skall TL tillse att strömskenan görs spänningslös på berört spår och på intilliggande spår som ej går avskilt från det berörda spåret. Om tåget befinner sig i tunnel skall TL tillse att tunnelbelysning tänds. TL skall beordra stationspersonal att bistå vid utrymningen.

För *nödutrymning* anges, att det endast får tillämpas vid mycket allvarligt nödläge. Om så är möjligt skall TL via radio eller larmtelefon meddelas om nödutrymningen och att fränkoppling av strömskena behöver göras innan nödutrymningen påbörjas. Om det bedöms som absolut nödvändigt får nödutrymning ske utan att TL meddelas. TL skall i sådant fall informeras snarast möjligt.

Enligt trafiksäkerhetsinstruktionen för tunnelbanan (TriTub, 2002), finns det en upprättad instruktion för kommunikation och ordergivning. Endast begrepp som används i Tri Tub får användas vid ordergivning och samtal. Meddelande av säkerhetskaraktär skall repeteras av mottagaren. Samtal som kan påverka säkerheten skall föras via radio, endast i de fall detta inte är möjligt får sådant samtal ske via telefon.

Trafikledningsinstruktionen

Trafikledningsinstruktionen togs i bruk 1 september 2006 (d v s *efter olyckstillfället*) och innehåller dels ett utbildningsmaterial för trafikledningen, dels instruktioner och hjälpmedel (checklistor, larmlistor) om hur tekniska system fungerar och används. Instruktionerna riktar sig till trafikledare och trafikbefäl i deras dagliga arbete. Instruktioner innehåller åtgärder för utrymning då tåget befinner sig på utomhussträcka (vid station/hållplats samt mellan stationer/hållplatser) eller i tunnel (vid station/hållplats samt mellan stationer/hållplatser), och refererar i viss utsträckning till TriTub (bl.a. till § 54).

Trafikledningsinstruktionen anger att Trafikledningscentralen (TLC) skall kontaktas vid en utrymning. Beroende på hur brådskande

utrymningen är sker denna kontakt i olika skeden och påverkar även TLC:s möjligheter att agera. Skillnad mellan olika typer av utrymningar görs enligt (notera den något annorlunda definitionen av utrymning jämfört med TriTub enligt kapitel 2.2):

- **Nödutrymning:** Utrymning måste ske innan föreskrivet tillstånd från TLC hunnit inhämtas.
- **Brådskande utrymning:** Utrymning på order av TLC då det föreligger fara i att dröja med utrymningen.
- **Utrymning:** Utrymning i övriga fall. Utrymningen sker inte på grund av hotande fara utan på att trafiken måste avbrytas.
- **Elsäkerhet:** Särskilda regler om ex. en kontaktledning har fallit ned.

Åtgärder vid brand i tåg i tunnel enligt trafikledningsinstruktion

Vid en brand i tåg skall TLC stoppa trafiken, inhämta tågets position och inhämta skaderapport om eventuella personskador eller materiella skador.

TLC skall även tillkalla brandkår, polis, ambulans, läkare via SOS Alarm och för dem ange lämplig nedgång (om möjligt). Dessutom skall trafikbefäl (förbindelseman) samt säkerhetsutredare för Connex och SL Infra tillkallas. Beroende på händelsens art kan även vagnmontör, banmästare och signalmästare tillkallas.

Vid en utrymning skall den, om det inte är en nödutrymning, alltid ske efter kontakt med TLC. Utrymning av station skall ske efter order från TLC, polis eller brandförsvarets räddningsledare, som då också leder och ansvarar för utrymningen. Vid uppenbar fara där kontakt med ovanstående ej omedelbart erhålls, skall åtgärder vidtas för att rädda eller varna trafikanter och påbörja utrymning. Vid allvarliga händelser utser TLC ett trafikbefäl till förbindelseman på platsen. Generellt gäller för brand att alla insatser av Connexpersonal alltid skall ske i samråd med TLC. Förbindelseman skall alltid meddelas om att man är på plats och egna initiativ tillåts inte.

Det finns olika fall för trafikledningscentralens arbete vid brand i tåg, beroende på om den befinner sig i en tunnel eller ej, om tåget drar eller ej samt för olika stationers utformning (om det finns nödutgång eller ej). För det aktuella fallet gäller att tåget befinner sig i en tunnel, vid stationen i Rinkeby, där nödutgång finns. Om detta likställs med att tåget drar och därmed kan köras till en station innan utrymning sker, gäller för TLC att:

- Bakomvarande och mötande tåg skall stoppas
- Tunnelbelysning på båda sidor om det brinnande tåget skall tändas
- Innan urkoppling av strömskena utförs, skall kontroll ske att inga tåg finns kvar i tunnel på angränsande sträckor
- Koppla ur strömskenan
- Utrym tåget
- Föraren skall uppmanas att, om möjligt, släcka branden med tillgängligt brandmateriel
- Utrymning av station

Efter utrymningen skall, om det är möjligt, brinnande vagn/vagnar fränkopplas (brinnande vagn ska efter fränkoppling avaktiveras eller göras spänningsslös), föraren skall slå ifrån värme och ventilation och samtliga strömställare skall slås ifrån.

3.4 Utbildningskrav för personal

I samband med nyanställning får tunneltågföraren en grundläggande utbildning, som innehåller brand och utrymning i tunnel. Fortbildning sker idag i mycket begränsad omfattning, t.ex. i form av vissa specialkurser som dörrstängningsutbildning och brandskyddsutbildning (en dag). Utrymning av tåg har då tränats. Innehållet i utbildningen för säkerhet har dock inte utvärderats och det är svårt att hitta tid och resurser för utförandet av utbildningen. Resultat från en enkät bland tunneltågförare visar även att förarna själva önskar sig mer utbildning (Kecklund, 2003).

Resultat från tidigare olyckor och undersökningar visar på att all personal behöver mer utbildning och träning i att samverka vid en utrymning. Likaså bör de säkerhetssystem, kommunikationssystem och rutiner som finns ses över så att de inte ger dubbla budskap och att människan kan tolka de signaler som ges på ett för situationen riktigt sätt.

Enlig information från överordnad vid trafikledningen ges utbildning på instruktioner vid trafikledarutbildningen. De som har trafikledarutbildning får tid att läsa igenom instruktionen samt att genomgång sker på arbetsplatsmötena.

3.5 Trafikanter

Enligt AB Storstockholms Lokaltrafik töms ett tunnelbanetåg med trafikanter på ca 1,5-2 minuter vid normal avstigning. Om en mycket

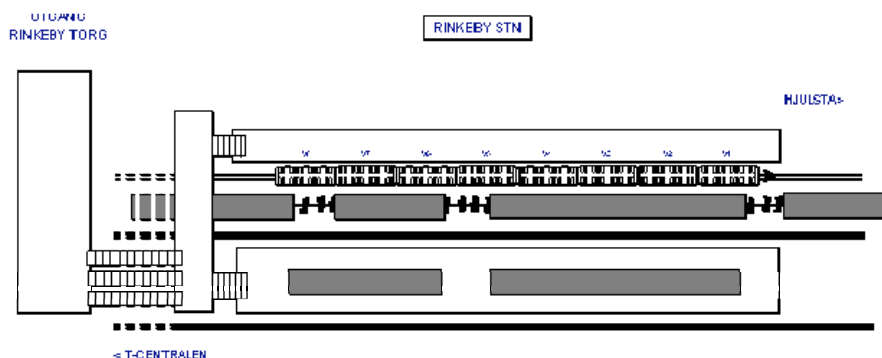
stor brand inträffar i en tunnel visar erfarenheterna att det vanligen handlar om ca 10-15 minuter för att utrymma tunneln innan kritiska förhållanden uppstår, (Buvik 2004). Under den tiden måste de trafikanter som är berörda av branden i tunneln själva utrymma till säker plats. Tunnelns säkerhetsutrustning ska planeras med syfte att göra detta möjligt. I de flesta olycksituationerna kommer räddningspersonalen att kunna göra en insats men det är nödvändigt att planera för att detta inte alltid sker. Även om så sker måste människor vid en större brand alltid i ett tidigt skede själva kunna fatta beslut om hur de ska ta sig ut ur tunneln.

4 Fakta om händelsen och olika aktörers agerande

4.1 Inledning

Underlaget i denna del utgörs av en sammanställning av uppgifter som samlats in via intervjuer med förare av tåget, övrig personal på stationen, trafikledningscentralen och inblandade trafikanter. Dessutom har information samlats in via en enkät som delades ut ca en vecka efter olyckan till personer som befann sig på tunnelbanetåget den aktuella morgonen. Redogörelserna återger personernas egen upplevelse av händelsen och beroende på var de befunnit sig kan situationen ha uppfattats på olika sätt.

Branden uppstod under vagn 7, den näst sista vagnen i det aktuella tunnelbanetåget. Rinkeby station är en djupt belägen inomhusstation med en ordinarie uppgång för trafikanter i södra delen av stationen. Ca 300 personer bedöms ha befunnit sig på plattformen.



Figur 4. Skiss över Rinkeby tunnelbanestation och tunneltågets placering. Figuren visar att vagn 7 var näst sist i tåget och att det var nära till uppgång/utgång för de trafikanter som åkte i de bakre vagnarna.

Enligt radiologgar och vittnesuppgifter upptäcktes branden ca kl. 08.00, trafikbefälet ankom Rinkeby station kl. 08.10 och strömmen bröts ca kl. 08.13. Branden rapporterades släckt kl. 09.39.

4.2 Redogörelse för händelsen av personal på plats

4.2.1 Tunnelstågförare

När föraren skulle stänga förarhyttsdörren för att avgå från Rinkeby tunnelbanestation såg han en kvinna tillkalla hans uppmärksamhet. Han inväntade henne men avfärdar först hennes oro angående de blixtar hon berättar om, genom att förklara att det kan ske så när man kommer i strömgap. Under tiden som de samtalade såg han en blyxt från vagn 7 och meddelade då TLC att han skulle kontrollera vad det var. Klockan var enligt den inspelade radiokommunikationen ca 08.03. När han gjorde det såg han att det blixtrade under vagnen och han gick då tillbaka till förarhytten och meddelade TLC över den fasta radion, ca kl. 08.06, samtidigt som han öppnade dörrarna i tåget. Han ropade även ut till trafikanterna att de skulle gå ut ur tåget. Föraren uppmanas av TL att ”döda vagnen”, att fälla säkringarna. Han gick åter fram till den aktuella vagnen som rök och nu kom smållarna tätare samt att det slog ut en stor låga. Han såg att trafikanterna gått ur vagnen, vissa har stannat vid vagn 3 och föraren sa då åt dem att gå ut. Han återvände mot förarhytten och avbröt ett pågående samtal med att ropa IL-samtal över radion. Han meddelade TLC vad som hänt.

Utanför förarhytten stod fyra trafikanter (tre kvinnor och en man). Han förstod att de måste ta sig ut men visste inte vilken väg som var bäst. Föraren försökte kommunicera med TLC via radion, men kom inte fram och ringde då ett flertal telefonsamtal till TLC, men kom inte fram då det var upptaget. Syftet med samtalet var att be TLC tända ljuset i tunneln mot Tensta och bryta strömmen. Han visste att det fanns en nödtelefon i tunneln, men ville inte gå dit då han var rädd att tappa kontakten med trafikanterna. Föraren beslöt att tillsammans med de fyra andra trafikanterna utrymma stationen genom att ta sig över till den södra plattformen. Föraren kände inte till nödutgången som låg 20 meter norrut i tunneln, utan de tog sig över mellanliggande spår och klättrade över ett 2,30 m högt och spetsigt hinder (palissad) i mellanslaget. Föraren informerade de andra trafikanterna om att inte trampa på strömskenan, Kvinnorna hjälptes över först. En av kvinnorna skadade sin fot när hon landade på marken efter att hoppat ner från palissaden. Under tiden som trafikanterna tog sig över palissaden gick föraren och stängde hjälpströmmen på tåget (från ledarhytten). Från mellanspåret tog sig gruppen till mellanspåret perrong och vidare därifrån till södra perrongen. Under tiden försöker föraren att ringa till TLC igen.

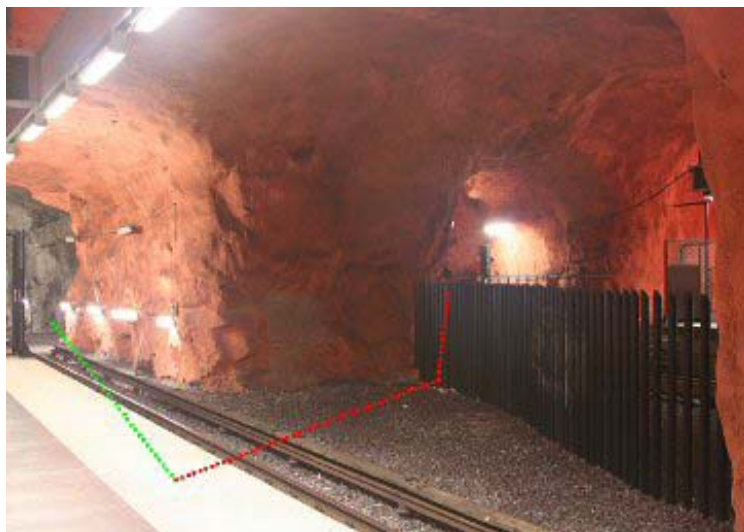


Bild 1. Palissad i mellanslaget (Röd markering visar vägen föraren och de fyra trafikanterna tog, grön pil vägen in till utrymningsväg). Bild hämtad i Connex-rapporten från 05-05-16.

När de gått en bit på plattformen mötte de ett trafikbefäl som föraren ropade till. Föraren antog att det var säkert att ta sig upp till utgången via rulltrapporna, då han sett trafikbefälet komma den vägen. De båda kvinnorna och den manliga trafikanten åkte upp i rulltrappan. Även tågföraren åkte upp i rulltrappan, men bestämde sig för att vända då han såg att trafikbefälet vände. Föraren ramlade då i rulltrappan. Även den manliga trafikanten kom tillbaka ner.

Trafikbefälet var upptagen i telefon och kommunikationsradio, så tågföraren ringde själv till 112 för att larma och fick då veta att räddningstjänsten var på plats. Gruppen väntade en stund, men fick sedan klartecken att gå genom tunneln tillbaka mot Rissne. Lyset i tunneln var släckt. I Rissne möttes de av räddningstjänst och föraren fördes med ambulans till Danderyds sjukhus och trafikanten till Karolinska sjukhuset.

4.2.2 Trafikbefäl

Det första trafikbefälet hörde om branden var över radion i bilen då en förare ropade från Rissne till TLC att det var lite disigt där. Han lade dock inte någon större vikt vid det, då det inte är ovanligt att någon exempelvis fimpar i en papperskorg. En stund senare hörde han föraren ropa ILSAMTAL från Rinkeby om rökutveckling i tåget. Föraren lät lite upprörd och trafikbefälet gjorde sig redo att åka till Rinkeby. Efter att TL beordrat föraren att ”döda vagnen” beordrades trafikbefälet att åka till platsen med blåljus och sirén. Trafikbefälet befann sig i närheten och var på plats efter ca 5 minuter. Under tiden

hade han hört kommunikationen mellan förare och TLC om att slå ifrån hjälpströmmen - en åtgärd som gör att strömmens bryts och brandutvecklingen avstannar.

När trafikbefälet kom till stationen i Rinkeby kände han en tydlig röklukt. Det satt då ingen person i biljettluckan utan ”var god passera” skylten var uppsatt i luckan och det var öppet för fri inpassering. Barnvagnsgrinden stod i öppet läge. Han uppfattade inte situationen som panikartad, men mötte en hel del folk på väg upp i rulltrappan. Väl nere på avsatsen efter rulltrappan såg han att det var för mycket rök för att ta sig ner till norrgående plattform. Han informerade personer som stod på avsatsen att utrymma och han gick fram till stentrappan och ropade, busvisslade och skrek för att påkalla uppmärksamhet till ca 50-80 personer som stod på den södra perrongen. – Han ropade ”Utrym stationen!” Han följde med dem som kom fram till rulltrappsavsatsen och hänvisade dem ut. Detta upprepade han tre gånger och de sista personerna som stod kvar på plattformen innan de uppmanades att utrymma hade dragit halsdukar och tröjor för ansiktet för att skydda sig mot röken. Alla trafikanter kunde gå på egen hand utrymma och inga rörelsehindrade personer eller personer med barnvagn befann sig på plattformen.

Den tredje gången han var på väg upp från plattformen var sikten i rulltrappan så dålig att ca 10 meter av slutet av trappans övre del inte syntes längre. Han bestämde sig ändå för att gå ner en sista gång för att se om det fanns personer kvar där nere på plattformen. Trafikbefälet gick till mellanspåret och söderspåret och ropar 7-10 gånger åt olika håll – ”hallå, någon kvar?”, men får inget svar. Han ser hur det blixtrar kraftigt under tåget och ropar på radion till TLC att de måste bryta strömmen. När det inte händer direkt ropar han tillbaka till TL som har problem med att bryta strömmen. Trafikbefälet ringer då till TL och uppmanar honom att bryta strömmen på hela banan.

Väl nere på plattformen såg han sedan siluetter av personer som kom från den norra ändan av plattformen vid södra spåret. Det var tågets förare och fyra trafikanter från tåget. Han hjälpte dessa fram till rulltrapporna. De tre kvinnorna åkte först och därefter den manlige trafikanten. Han själv och föraren åkte 10-15 meter efter mannen. När de var halvvägs uppe såg han hur mannen försvann in i röken och han förstod att de måste vända ner igen. Han ropade till mannen framför honom och uppmanade honom att vända, men fick inget svar. Föraren och trafikbefälet vände ner och när de var nästan nere så föll föraren i rulltrappan. Trafikbefälet trycker på nödstopp, föraren reste sig upp och de tog sig till den södra ändan av söderspåret där det kom frisk luft från tunneln. Efter en stund kom mannen som åkte upp före dem i

rulltrappan ner. Han hade fått vända på grund av rök. Han hade bedömt det som omöjligt p.g.a. av all rök att ta sig ut via rulltrappan utan vände tillbaka ner igen. Han hade alltså varit upp och vänt men hittade inte vägen ut. Han visste då inte hur det gått för de tre kvinnorna som åkte upp före honom i rulltrappan.

Efter en stund ser gruppen att det kommer rök även från norränden, de ringer till TLC och berättar var de står. Efter ca 15 minuter beslutar sig trafikbefälet, föraren och den manlige trafikanten för att utrymma stationen via tunneln till Rissne station.

Trafikbefälet frågade under händelsens gång föraren om tåget var tomt, men han fick inget klart besked om det. Föraren sa att han ropat i högtalarna att tåget skulle utrymmas. Föraren sa att han blivit upplyst av 112 om att räddningstjänst var på väg ner till trafikanterna på perrongen.

Under tiden som trafikbefälet hjälpte personer nere på plattformen att utrymma så gjordes högtalarutrop. - *Stopp på grund av rökutveckling.* Han vet inte om något utrop gjorts angående utrymning. Detta bekräftas även av en trafikledare som gjorde utrop – *Ingen trafik på grund av rökutveckling* -, men inte om utrymning då han trodde att inga trafikanter fanns i tunneln.

4.2.3 Spärrexpeditör

Spärrexpeditören berättade att 2-3 personer meddelade honom när de passerade förbi om att det brann nere på stationen. Han meddelade TLC 08:06:47 detta och undrade vad han skulle göra. Han fick då instruktion om att gå ner och se om han kunde bistå föraren. Han tog rulltrappan ner och kände då ingen röklukt. Väl nere såg han rök i taket och han såg tåget och samt eld under vagnen. Han sprang i riktning mot föraren men hindrades av att det slog eld från vagn 7. Han vågade inte fortsätta mot föraren utan vände tillbaka mot ”spärren”. Han såg inga fler personer på plattformen. Han ”agerade spontant” och vände rulltrappan uppåt och sade till trafikanter som han mötte på vägen att gå upp och en del följde med. Spärrvakten hade fått utbildning två månader innan olyckan och som han sa ”hade i huvudet” hur han skulle agera. Han bad trafikanter om hjälp att mota andra personer från att komma in i biljetthallen.

Spärrvakten gick tillbaka in i spärren och försökte ringa TLC – det var dock upptaget. Han hörde under denna tid inget brandlarm, och inte heller några utrop om att utrymma stationen förrän han var tillbaka i spärren.

4.3 Trafikledningens agerande vid utrymningen

Trafikledare i tjänst (har arbetat som inre trafikledare sedan den 18 mars) arbetat från klockan 06.00. Strax före klockan 08.00 ropade en förare på linje 10, tur 1 mot Hjulsta på radion att det luktade rök. Ganska omgående bryts detta samtal av en manlig förare som meddelade, *”det ryker från hans vagn 7 i Rinkeby”* (ca kl. 08:02:45). Trafikledaren bad föraren gå bakåt för att *”döda vagnen”* (ett etablerat uttryck för att slå ifrån värme och ventilation), men föraren återkom utan att ha lyckats med uppgiften. Under tiden stoppade trafikledaren övrig trafik. Trafikledaren gav föraren nya instruktioner om att gå bak och fälla de nio säkringarna för att få vagnen strömlös, men även detta misslyckades. Trafikledaren uppfattade att föraren inte riktigt visste hur han skulle gå tillväga. I samband med detta kom order från trafikbefälet som trafikledaren tidigare skickat till platsen om att han vill ha ur strömmen.

Under tiden som föraren har gått fram och tillbaks för att *”döda tåget”* försökte trafikledaren ett flertal gånger göra räddningsfrånkoppling från TLC via systemet eldriftsystemet ENOK, men denna vanligen enkla åtgärd lyckas inte. Han försökte även kontakta eldriftledningscentralen ett flertal gånger utan att nå fram. Han bad då en närvarande informatör och en ställverksoperatör med elev att få tag i en överordnad. Eleven gick ner och hittade en överordnad trafikledare. Efter det att enhetschefen anlät, efter ca 10-12 minuter, blev sträckan räddningsfrånkopplad och trafikledaren larmade SOS, som redan blivit larmade om rök klockan 08.01 av en trafikant. Enhetschefen kom och tog över radiokommunikationen med föraren och ledningen av eldriftsystemet ENOK.

Tillförordnad **enhetschef** med trafikledarkompetens var på plats på grund av ett personalärende och kom till kontoret för en timmes arbete. Klockan 08.12 kom en elev på ställverket och säger att *”dom vill ha en chef dit upp, det är kaos”*. Det första som enhetschefen såg när han kommer till TLC var ställverkstavlan som blinkade rött med markering för att strömmen var ur på ett stort område. Han möttes av trafikledaren som bad om hjälp. Enhetschefen insåg att trafikledaren var stressad och inte hade läget under kontroll, han hade inte lyckats få ur strömmen i Rinkeby. Enhetschefens teori om detta problem var att trafikledaren förväntade sig en snabb reaktion från systemet ENOK, vilket inte sker. I stället för att vänta in de extra sekunder som behövs för att få återkoppling slog han i stället in kommandot igen. Enhetschefen tog över och frågade ut trafikledaren om utrymningssituationen. Han fick då reda på att inga trafikanter var kvar på stationen och att trafikbefälet tillsammans med föraren och en trafikant var på väg genom tunneln mot Rissne. Enhetschefen gjorde

utrop, – *Ingen trafik på grund av rökutveckling* -, ett tiotal gånger, men gjorde inget utrop om utrymning. Vid dessa utrop ska spärrexpeditören hindra folk från att gå in genom spärren. Enhetschefen höll kontakt med personerna i tunneln ända tills de var framme i Rissne samt dirigerade om trafiken och kontaktade därefter förbindelsemannen. Under tiden ringde det ett flertal gånger från både spärrexpeditörer och förare.

4.4 Trafikanter redogörelse av upptäckten av branden och utrymningen från tåget

De trafikanter som hade Rinkeby som slutstation och som steg av tåget när det kom in till stationen lämnade tåget och stationen utan några problem. En kvinna som satt i vagn 7 (olycksvagnen) berättade att hon i ett tidigt skede av resan, först på Duvbo station och senare även i Rissne observerade en kraftig smäll och kände röklukt. Smällen var så kraftig att dörrarna öppnade sig lite och en svag röklukt kändes inne i vagnen. Hon berättade att hon blev fundersam - ”hade bomddådet i Londons tunnelbana i minnet” - och bytte därför plats i vagnen och satte sig närmare dörren. Framme i Rinkeby kände hon också röklukt men lämnade tåget utan att vidta några åtgärder. Det var först när hon kom till sin arbetsplats och hörde räddningsfordonens sirener som hon blev varse hur olyckan hade utvecklats. Hon kontaktade då polisen och berättade om sina iakttagelser.

I en annan intervju säger en man som också steg av tåget i Rinkeby att han redan i Duvbo eller Rissne (kan inte säga säkert var) uppmärksammade att det blev ovanligt tyst i vagnen – ”som en bil som går på tomgång lägger av och måste startas om”. Han hörde även ett kraftigt ljud - ”som en växellåda som skär”. Han satt själv i en av de främre vagnarna. På väg ut mötte han en kvinna som kom springande mot föraren. Han trodde att det hänt något i vagnen. Han märkte inget ovanligt när han passerade vagn 7, utan passagerarna satt och läste. Efter att han passerat vagn 7 kände han en ovanlig lukt och han vände sig om och såg då lite rök mellan tåget och perrongen vid vagn 7. Han vände tillbaka och kände på lukten att det var rök. Han böjde sig ner för att titta och såg då att det var eld under vagnen - ”som hos en grill”. Han berättade att inom loppet av några sekunder reste sig alla passagerarna mot dörren. Han pekade på nödbromsen och försökte säga att de skulle dra i den men alla trängdes framför dörren och ingen förstod att de skulle dra i den. Alla gick på varandra. Han bedömde att vagnen var halvfull.

Mannen satte in sina händer och sin fot mellan dörrarna – för att den skulle gå upp och så att tåget inte skulle kunna köra iväg. Föraren tittade ut ur tåget och han skrek åt föraren ”*öppna dörrarna tåget*”

brinner". Tågets dörrar öppnades av föraren och de trafikanter som fanns inne i vagnen gick snabbt och obehindrat ut från stationen via rulltrapporna. Vid den tidpunkten fanns det ingen rök på stationen utan det var endast rök i vagnen. Mannen gick in och hämtade en väska som stod kvarglömd inne i vagnen. Han höll då andan och blev sotig på händerna. Väskan tillhörde damen som kom springande mot honom när han var på väg ut. Han gav henne väskan och lämnade sedan stationen via rulltrappan utan problem.

Damen som sprang mot föraren berättar i sin intervju att även hon hörde smällar i Rissne. Flera av passagerarna uppmärksammade att det var något fel och de pratade om det. När tåget kom till Rinkeby och hon skulle gå av sa hon till de andra trafikanterna att hon skulle springa fram och säga till föraren, vilket hon även gjorde. Föraren ville först inte lyssna på henne utan avfärdade henne med att tåget måste åka vidare. Hon uppmärksammade honom på att hon glömt sin väska i vagnen och bad honom vänta tills hon hämtat den. Han ville inte det, men när hon då tittade tillbaka såg hon eld vid hjulparet i vagn 7 och påpekade detta till föraren som kom ut ur förarhytten. Hon själv sprang mot vagn 7 för att hämta upp sin väska. När hon kom dit hade alla trafikanterna redan gått ut ur vagn 7. Hon fick sin väska av en man som hämtat ut den (se ovan). Hon skyndade ut och trodde att föraren skulle släcka elden. På väg upp i rulltrappan hör hon andra trafikanter säga till de trafikanter som var på väg ner att de skulle vända tillbaka upp då det fanns rök där nere på plattformen. Hon hörde inga utrop i högtalare och såg inte någon anställd person som hindrade folk från att åka ner.

I tågets främre del satt fyra personer (en man och tre kvinnor) som först inte gick av tåget i Rinkeby utan skulle fortsätta med tåget mot Tensta/Rissne. De var omedvetna om att det var rökutveckling i tågets bakre del och blev mer eller mindre irriterade på att tåget inte åkte iväg som det skulle. En av personerna såg en kvinna passera förbi vagnen för att kontakta föraren (hon som skulle meddela föraren och som glömde sin väska i vagn 7). När de såg föraren gå utefter perrongen mot tågets bakre del tittade en av personerna ut och såg då rök från tågets bakre del. När föraren återkom frågade de vad som hänt. Han svarade endast - "ut, ut, ut" - flera gånger. De fyra personerna tog sig då längst plattformen mot stationens utgång. När de närmade sig vagn 7 kom två "puffar" och därefter en större smäll. De fyra personerna tordes därmed inte passera vagnen utan rusade tillbaka till föraren som stod vid tågets främre del.

En av trafikanterna försökte prata med föraren men tystades ner då föraren var upptagen med att prata i sin mobiltelefon (han försökte få

kontakt och information från TLC). Trafikanten ringde då själv 112. Tågföraren tillfrågades om det fanns någon annan väg ut från stationen än huvudutgången och han hänvisade dem till en grind och sedan genomslaget i spårväggen och som hade en palissad som var 230 cm högt och sedan över till andra perrongen (södergående). Han visade inte på den nödutgång och det öppna genomslag som fanns strax innanför tunneln. Föraren och den manliga trafikanten hjälpte en av kvinnorna upp över den höga palissaden innan de själva klättrade över. Föraren klättrade över sist. En av kvinnorna föll när hon tog sig över palissaden och skadade sin fot i samband med fallet. De kan inte erinra sig hur de sedan kom ner från spåret och över rälsen eller hur de kom upp på den andra plattformen. När de kom över på den andra plattformen så var det inte så mycket rök, utan de såg röken först när de kom fram mot rulltrappan.

Vid trapporna före rulltrapporna möttes de av en uniformerad man (trafikbefälet, se ovan). Föraren såg trafikbefälet vid trapporna när de kom upp på den södergående perrongen. Alla fem skyndade mot rulltrappan, upp för stentrappan. De tre kvinnorna klev upp på rulltrappan. En av kvinnorna berättar att i rulltrappan försvann sikten och ljudet fullständigt och hon kände stor dödsskräck. Hon fick en svår hosta och försökte hålla en sjal framför ansiktet för att underlätta andningen. Kvinnan tog sig via rulltrappan upp i biljetthallen. Hon kände inte till hur det såg ut i biljetthallen utan fick röra sig på måfå. Det fanns inget ledljus som visade åt vilket håll hon skulle röra sig för att komma ut, utan ljuset från biljetthallsdörrarna hjälpte henne att hitta ut. Utanför stationen möttes hon av vårdpersonal och fördes först till vårdcentralen i Rinkeby och sedan till sjukhus för vidare vård. En annan kvinna som kände till stationen såg när hon kom fram till spärrgrinden och det gröna ljuset. Hon passerade grinden och gick mot dörrarna. Två till tre meter från dörrarna blev det ljusare och någon ropade ”kom hit” och hon tog sig ut.

Två **yngre personer** (intervju med en förälder som berättade deras version) var på väg till skolan i Stockholms City. När de tog rulltrappan ner till tåget såg de lite rök nere på perrongen, men de såg inte varifrån den kom. De gick till den södergående perrongen mot Stockholms T-central där de stannade kvar trots att de såg rök. De blev nyfikna och tog till och med några bilder med sin mobil. De stannade kvar trots att högtalaren meddelade att stationen ska utrymmas. De insåg efter ett tag att det inte skulle komma något tåg så de lämnade plattformen. De mötte då också en väktare (troligtvis trafikbefälet) som sade att de skulle gå ut. Det var då så mycket rök i rulltrappan att de fick lägga sig ner. Väl uppe så var biljetthallen helt fylld med tjock brun/gul rök. Sikten var obefintlig men eftersom de

kände till biljetthallen gick de i den riktning som utgången var och kom så ut på torget.

4.5 Sammanfattning

Sammanfattningsvis visar ovanstående intervjuer på ett antal punkter som påverkade skeendet och utrymningen vid tunnelbanebranden i Rinkeby:

- Ingen lathund/checklista användes vid utrymningen.
- Föraren kände inte till stationens utrymningsväg eller den nödutgång som fanns inne i tunneln.
- Det finns olika uppgifter angående om och när utrop gjordes för utrymning av stationen. Föraren uppger att han gjorde ett utrop till trafikanterna att lämna tåget. Någon specifik information om hur utrymningen skulle göras lämnades dock inte. Trafikledaren (enhetschefen) gjorde utrop om avbruten trafik, men inte om utrymning. Detta skedde dock efter att de flesta trafikanterna utrymt stationen – först ca 10-12 minuter efter ett första försök till räddningsfrånkoppling.
- Spärrexpeditören avbröt inpasseringen först *efter* att han själv varit nere vid plattformen för att försöka hjälpa till. På vägen upp kunde han dock vända rulltrapporna uppåt.
- Trafikledaren hade problem med att göra strömskenan spänningslös. Detta medförde att han var upptagen med annat och han kunde då inte beordra utrymningen.
- Det saknas information om och eller när belysningen i tunneln mot Rissne tändes.
- Ingen av de intervjuade trafikanterna uppmärksammade nödutrymningsskylten.
- Ingen av de intervjuade trafikanterna använde utrymningsvägen
- Tåget saknade rökdetektor. Stationen saknade rökdetektor. Det var i stället enskilda trafikanter som larmade, både till förare och också spärrexpeditör.
- Larm/hjälptelefoner finns på plattformen men användes inte av någon.
- Det saknades ledljus/ljud uppe i biljetthallen som skulle hjälpa personerna att hitta ut i röken.

5 Analys och rekommendationer

I denna del analyseras de förhållanden som har påverkat den utrymning som genomfördes vid branden i Rinkeby tunnelbanestation. Analysen baseras i stor utsträckning på intervjuerna med de trafikanter och personal som själva var involverade i utrymningen. Granskningskriterier utgörs av den teori för mänskligt beteende vid en utrymning som presenterats i kapitel 2 samt de instruktioner som gällde vid olyckstillfället enligt kapitel 3.

5.1 Analys av stationens utformning och stödfunktioner

Flera stationer i Stockholms tunnelbana har bara en utgång vilket leder till stora risker vid utrymning. Vid Rinkeby tunnelbanestation finns utöver den ordinarie utgången även en nödutrymningsväg belägen ca 200 m in i norrgående tunnel på vänster sida.

Det finns idag ingen samlad strategi för kommunikation till trafikanter för att ge stöd för självräddning vid de olika fallen med organiserad eller spontan nödutrymning. Jämförelsevis kan nämnas att järnvägsföretag i Storbritannien ska i sin säkerhetsredovisning (Safety Case) redovisa till tillsynsmyndigheten hur en organiserad såväl som en spontan nödutrymning "escape" ska kunna genomföras med självräddning (Health & Safety Executive 2002). Där finns krav på att det i fordon som trafikerar tunnlar ska finnas säkerhetsinformation till trafikanter med tillhörande anvisningar så att de ska kunna utrymma då personalen ger anvisning om det (organiserad nödutrymning) eller då de måste göra det utan vägledning från utbildad personal (spontan nödutrymning).

En utrymning måste vara avslutad innan branden skapat kritiska förhållanden om man skall kunna undvika svåra skador. För individen är det då viktigt att kunna inse att man befinner sig en farlig situation och att så tidigt som möjligt vidta åtgärder för att skydda sig. Genom brandskyddstekniska åtgärder kan man se till att tillräcklig tid skapas och att ändamålsenliga utrymningsvägar finns tillgängliga.

I ett förebyggande arbete är det viktigt att arbeta för att bränder upptäcks i ett tidigt skede och att utrymning påbörjas omedelbart. För att en tidig utrymning ska kunna ske krävs en tidig detektion och det borde övervägas att få tillstånd ett myndighetskrav från berörd myndighet på detektorer i tunnelbanetåg och på stationer. Ett sådant krav skulle beröra både tillverkare och förvaltare av tågagnar, stationer och banor. Vidare bör skyltning och övrig kommunikation för utrymning utformas enligt de rekommendationer som gavs i kapitel 2.5. I dagsläget brister detta på flera punkter, nödutgångarna

inte varit tillräckligt märkta samt att de varit svårtillgängliga (en grind in till tunneln måste öppnas av TLC eller personal på plats, men de verkar inte ha varit medvetna om detta).

Även utformningen på talade meddelanden kan harmoniseras och förbättras enligt rekommendationerna, exempelvis genom att ha förinspelade meddelanden som ger kortfattad information med allmänna instruktioner, så att personer kan ta till sig och följa dessa oavsett var på stationen de befinner sig.

5.2 Analys av händelseförloppet

5.2.1 Upptäckt av branden

Att branden startade under en tunnelbanevagn där det finns lite brännbart material bidrog till att man upptäckte den i ett relativt sent skede. I själva vagnen eller på stationen fanns inga rökdetektorer som kunde registrera rök. Några av trafikanterna i vagn 7 kände redan i ett tidigt skede röklukt i vagnen men ignorerade detta. Man tog alltså inte de första tecknen på rök på allvar. Den information man fick var inte tillräckligt tydlig för att man skulle tolka situationen som farlig.

När tåget var framme i Rinkeby meddelade några trafikanter spärrvakten om att det var rökutveckling nere på plattformen – även den informationen tolkade man inte som fara. Likaså tog föraren inte informationen han fick av en trafikant på allvar utan tänkte åka iväg. Först när han själv såg en ljusbåge och hörde en smäll reagerade han. Han gick då bakåt i tåget för att informera sig om läget och gav inte trafikanterna som satt i första vagnen information om att utrymma tåget och stationen (det är dessa personer som sedan blir sist kvar nere på plattformen). Det var dock den enskilda personens handlingskraft som gjorde att faran upptäcktes, innan tåget fortsatte att åka vidare in i tunneln.

5.2.2 Utrymning av tåget

De flesta trafikanter som befann sig på tåget lämnade tåget och plattformen innan någon allvarlig situation uppstod. De trafikanter som befann sig i vagn 7 (olycksvagnen) fick hjälp att utrymma av en trafikant som upptäckte dels en ovanlig lukt och dels såg något som liknade rök under vagnen. På väg ut och när han vände tillbaka och tittade under vagnen såg han att det var en brand under tåget. Denna trafikant gjorde en hjälteinsats liksom den dam som sprang fram till föraren och uppmärksammade honom på situationen och såg till att tunnelbanetåget inte fortsatte in i tunneln mot Hjulsta.

Det kan nämnas att inga trafikanter använde nödbromsen under färden till Rinkeby trots att de kände röklukt och upplevde att tåget inte uppförde sig normalt. De trafikanter som var inne i vagn 7 när den började rökfyllas inne på stationen försökte heller inte dra i nödbromsen eller använda nödöppnaren utan alla tryckte på mot dörren för att komma ut.

I en intervju med en trafikant framkom att hon tänkte dra i nödbromsen under tågets färd mot Rinkeby, men avstod då hon var rädd att tåget skulle bli ståendes i tunneln. Hon visste alltså inte att även om man drog i nödbromsen så skulle tåget fortsatt fram till nästa station. Detta visar på att det finns en brist i information till trafikanter om vad som händer då man drar i nödbromsen.

Föraren uppgav att han gav ett meddelande till trafikanterna i tåget om att utrymma, det är dock inte helt klart vad denna information innehöll.

5.2.3 Utrymning av stationen

Föraren uppfattade inte allvaret i situationen med detsamma. Han hade heller ingen kännedom om var nödutgången fanns på stationen. Skylt fanns men han uppfattade inte den. Tjugo meter in i tunneln fanns även ett öppet genomslag som de kunde ha använt sig av för att komma till den andra plattformen i stället för att klättra över det 230 cm höga hindret i mellanslaget. I bild 2 nedan syns dock att utrymningsdörren var kamouflerad av klotter och därmed mycket svårupptäckt, så även om de gått in i tunneln är det inte säkert att de upptäckt nödutrymningsdörren.

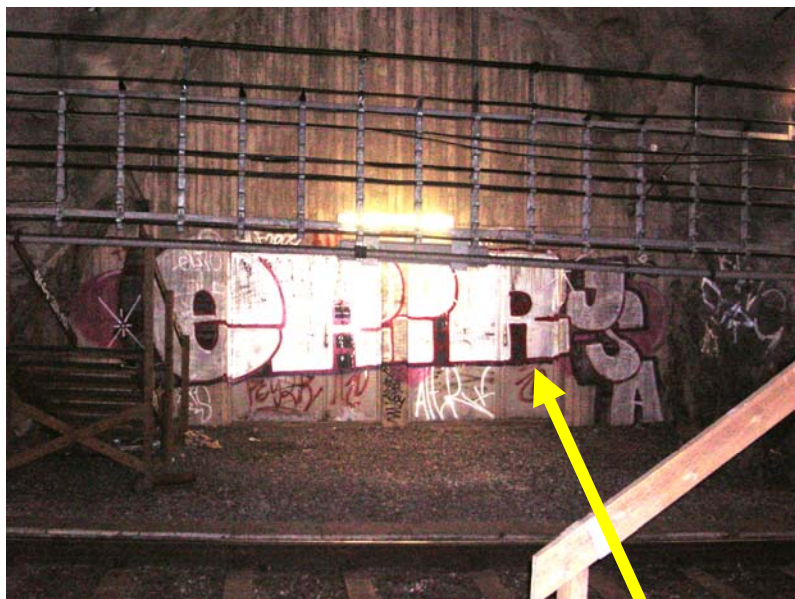


Bild 2. Nödutrymningsdörren från spårtunneln till gångtunneln i norra tunneln

Spärrvakten lämnade biljetthallen helt öppen och medgav fri passage ner till tågen när han gick ner för att kontrollera läget. Han lämnade även barnvaktsgården öppen (som tur var passerade ingen person med barnvagn ner till den rökiga plattformen). Ett litet barn hade haft det svårare med röken samt att en person med barnvagn eller en rörelsehindrad person skulle ha stoppat upp passagen i rulltrappan för övriga trafikanter.

Trots att en del trafikanter både kände röklukt och såg rök fortsatte de ner till plattformen och stannade även kvar där nere i rök. De uppfattade inte allvaret i situationen och lämnade därför inte omedelbart stationen.

Trafikbefälet som kom ner till plattformen och påkallade trafikanternas uppmärksamhet samt beordrade utrymning bidrog sannolikt i stor utsträckning till att inte fler personer blev allvarligt skadade vid denna olycka. Personerna nere på stationen hörsammade hans instruktioner.

Spärrexpeditörens och förarens kommunikation med TLC var bristfällig. Spärrexpeditören anger att han inte fick utförlig information från TLC om vad som pågick, utan att han endast fick instruktionen att "gå ner och hjälpa tågföraren". Det var senare svårt att komma fram via telefon till TLC och instruktionerna var otydliga.

Föraren använde inte IL-knappen, gällande instruktion för samtal. Han ropade i stället ILSAMTAL över den normala kommunikationsradion för att påkalla uppmärksamhet den första gången. Om han använt IL-knappen hade även blinkande ljus i TLC startat. Föraren hade även svårt att nå fram till TLC för att få vidare instruktioner, då han använde sig av den vanliga telefonen.

De personer som kände till stationen hade lättare att lokalisera sig trots att den var helt rökfylld. Här hade ljus eller ljudsignaler varit till stor hjälp för de personer som kom upp i biljetthallen och inte visste var utgången var.

Visuell vägledning och/eller ljudvägledning bör finnas vid den ordinarie utgången.

Utrymnings signaler i form av ljus och ljud borde utprovas. Det bör regelbundet göras en tillsyn av brandskyddet av tunnlar, stationer och utrymningsvägar och upptäckt av eventuella brister eller fel bör omedelbart rapporteras och åtgärdas. Skylten nödutgång fanns och fungerade men upptäcktes inte av personerna på plats.

5.2.4 Trafikledningens agerande

Vid intervjuer med tjänstgörande trafikledare och den närvarande enhetschefen framkom att det saknades fullständig information om hur TL bör agera samt hur det tekniska systemet svarar vid en nödåtgärd. TL tryckte ett flertal gånger på knappen för att göra strömskenan spänningslös i tron att åtgärden inte utförts. Detta kan i stället ha gjort att strömskenan spänningssattes på nytt. Systemet gav inte tillräckligt snabb återkoppling vid en nödsituation. Dessutom var trafikledaren förhållandevis ny på uppgiften.

Det är osäkert om man sände ut något utrymningsmeddelande i högtalarna utan bara meddelandet ”*Stopp på grund av rökutveckling*”. Detta skedde eftersom man trodde att stationen var utrymd (tre personer befann sig på väg ut genom tunneln mot Rissne).

Det är viktigt att man ger klar och tydlig information till trafikanter om att utrymma och varför man ska utrymma. Informationen bör även ges på fler språk. (När vi delade ut enkäter till trafikanterna på Rinkeby tunnelbanestation mötte vi ett flertal personer som inte kunde svenska).

Det är även osäkert när och om belysningen i utrymningsvägen tändes. Föraren uppgav att han försökte kontakta TLC för att be dem tända ljuset i tunneln mot Tensta, men han kom inte fram på den

ordinarie linjen och använde inte nödtelefonen som finns längre in i tunneln för han ville inte lämna trafikanterna själva. Enligt information i Connex-rapport står det att TLC inte tände tunnelbelysningen förrän i ett sent skede och då på begäran från trafikbefälet. Då var det för sent för de tre personerna att ta sig till stationens norra ände på grund av rök. Det finns även information i Connex-rapporten att den lågt sittande utrymningsbelysningen endast fungerade från norrgående plattform.

Enligt kapitel 3.3.1 finns idag två instruktioner för TLC, dels TRI TUB, dels en trafikledningsinstruktion. Noteras bör, att det i dessa instruktioner används två något olika sätt att definiera utrymningssituationen och de åtgärder som bör vidtas. Dessutom innehåller trafikledningsinstruktionen en rad beskrivningar av olika fall, främst beroende på att olika stationer är utformade på olika sätt. Dessa instruktioner bör harmonieras med avseende på definition av utrymningssituationen, med syfte att ge tydliga instruktioner och stöd för en korrekt bedömning av situationen och rätt agerande.

5.3 Utbildningskrav för personal

Nödutrymningsvägen var dåligt utmärkt och observerades varken av förare och trafikant. Förare måste veta var nödutrymningsvägar finns på de stationer som ingår i hans tur. Han måste även kunna organisera och leda en utrymning. Föraren här kunde inte detta. Personal ska genomgå regelbundna brandövningar där utrymningar ingår som praktiska moment. Övningarna ska vara obligatoriska. Det ska ingå i utbildning till förare, personal vid trafikledningscentraler och stationspersonal att känna till var nödutgångar på aktuella bansystem finns.

Personal måste ha klara direktiv och goda kunskaper i åtgärder vid brand. Utrymningar måste initieras snabbt och bestämt. Tågförarna måste känna till vilka åtgärder som krävs vid brand i tågen och känna till var utrymningsvägar finns på de sträckor som de trafikerar. Spärrvakerna bör ha en utbildning om hur en utrymning ska hanteras.

5.4 Övriga rekommendationer

Tunnelbanestationens säkerhet måste ökas så att farliga brandolycksituationer inte kan uppstå. Omfattande bränder får inte uppstå i miljöer där allmänhet befinner sig. Om detta ändå uppstår så ska trafikanter själva kunna hitta vägen ut. Nödutrymningsvägar ska vara tydligt utmärkta och anvisningsskyltar ska finnas på flera ställen på stationerna. Nödtelefoner ska finnas och vara väl utmärkta och gå till lämplig ledningscentral. Instruktioner för olika befattningshavare bör

vara tydliga och överensstämma med de gemensamma instruktioner som gäller för hela tunnelbanan.

6 Referenser

Buvik, H., Melby, K. et. al. (2004). *Sikkerhetskonsept 2004 for vegtunneler*. Nordisk Vegteknisk Forbund.

Donald, I., Canter, D. (1990). *Behavioral aspects of the King's Cross Disaster*. Fires and human behaviour. London.

Frantzich, H., Nilsson, D., Kecklund, L., Anderzén, I., Petterson, S. (2007). Utrymningsförsök i Götatunneln.

Health & Safety Executive (2002). Guidance on the provision of equipment and arrangements for evacuation and escape from trains in an emergency.

Kecklund, L. (2003). MTO-analys av risker i samband med dörrstängning i tunneltåg. Rapport till SL-rapport, MTOP.

Kecklund, L., Anderzén, I., Häggström, J., Wahlström, B. (2006). *Evakuering från tåg, Människan – Tekniken – Organisationen*. Brandskyddslaget och MTO Psykologi AB.

Railway Safety and Standards Board (2002b). Bulletin No 3 March 2002 Railway Safety Research Programme

Tri Tub (2002). *Trafiksäkerhetsinstruktion för tunnelbanan*. Utgåva 4. AB Storstockholms Lokaltrafik.

Voetzel, A. (2002). *Compared analysis of the Mont Blanc Tunnel and the Tauren Tunnel fires*. PIARC.

Wickens, Hollands. (1999). *Engineering Psychology and Human Performance*. 3rd Ed. Prenticehall, N.J.



Människa – Teknik – Organisationspsykologi
Hornsbruksgatan 28, SE-117 34 Stockholm, Sweden
Tel +46 8 588 188 99, Fax +46 8 588 188 62
www.mtop.se

Handläggare, enhet
Haukur Ingason
Brandteknik
010-516 51 97, haukur.ingason@sp.se

Datum 2007-04-10 Beteckning P503869 Sida 1 (19)
Rev datum 2006-10-17

Statens haverikommission
Urban Kjellberg
Box 12538
STOCKHOLM

Undersökning av brand- och rökutveckling vid brandolyckan i Rinkebystation 16 maj 2005

(4 bilagor)

Bakgrund

Den 16 maj 2005 utbröt en brand i ett tunnelbanetåg som stannade till vid Rinkeby tunnelbanestation. SP Brandteknik fick i uppdrag av Statens Haverikommission (SHK) att undersöka brand- och rökgasspridningen i tåget och på stationen.

Syfte

Syftet med SPs arbete var i första hand att tillgodose SHK med information avseende hur röken kan ha spridits på Rinkeby stationen där de utrymmande befann sig och hur branden kan ha utvecklats i kupén och under tågagn nummer 7 (vagn 1301 enligt SLs numreringsystem). Den del av utredningen som berör branden har genomförts i samarbete med Fredric Jonsson på Räddningstjänsten i Jönköping/SKL.

Beskrivning av arbetet

Genom att sammanställa och analysera vittnesmål och filmmaterial har en tänkbar rökspridning inne på Rinkeby stationen beskrivits som funktion av tiden från att tåget anlände till stationen. En möjlig brandeffektkurva har tagits fram med hjälp av vittnesmål, småskaliga brandförsök och genom beräkningar. De småskaliga brandförsöken bestod av konkalorimeter försök (ISO 5660-1) och värmeskåpsförsök av armaturplasten från taket av vagnen. Genom konkalorimeter försöken kunde en mer noggrann uppskattning göras genom att bestämma brandeffekt per ytenhet och energiinnehållet i det utbrända materialet. Värmeskåpsförsöken användes för att bestämma högsta möjliga gastemperatur inne i tågagn nummer 7. En detaljerad lista över mängden bortbränt material från Fredric Jonsson användes som del av den information som behövdes för att bestämma möjlig brandeffekt.

Beskrivning av brandförsök vid SP

Enligt överenskommelse med SHK och Fredric Jonsson genomförde SP Brandteknik ett antal försök för att undersöka brandegenskaperna hos delar av inredningsmaterialet i vagnen. Konkalorimeter försök genomfördes på tre olika typer av material. Materialet hämtades den 3 oktober 2005 från den vagn som fanns parkerad på stationen i Rissne (vagn 7). Det material som provades i konkalorimetern anges i Tabell 1:

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Postadress
SP
Box 857
501 15 Borås

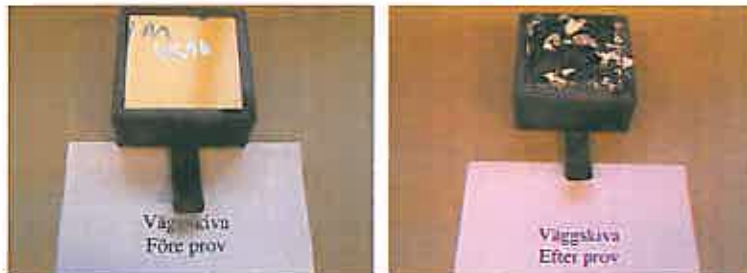
Besöksadress
Västeråsen
Brinellgatan 4
504 62 Borås

Tfn / Fax / E-post
010-516 50 00
033-13 55 02
info@sp.se

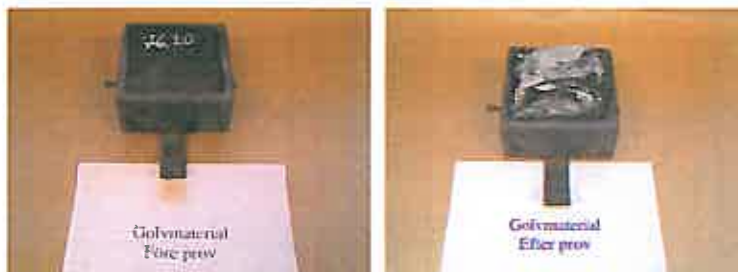
Detta dokument får endast återges i sin helhet, om inte SP i förväg skriftligen godkänt annat.

Tabell 1 Material som testades i konkalorimetern 2005-11-14.

Material	Tjocklek på provkropp (mm)	Area på provkropp (mm × mm)	Initialmassa provkropp (g)	Beräknad densitet på provkropp (kg/m ³)
Plastlaminatskiva väggskiva	3	100 × 100	45.96	1532
Golvmatte (Altro Safety)	3	100 × 100	76.20	2540
Säte (ullmockett tyg, Neopren stoppning, trälaminatskiva)	35	100 × 100	83.62	239



Figur 1 Bilder av väggskiva före (vänster) och efter (höger) provning i konkalorimeter.



Figur 2 Bilder av golvmatte före och efter provning i konkalorimeter.



Figur 3 Bilder av sätesprovkropp före och efter provning i konkalorimeter.

Antändningsegenskaper, utvecklad värmeeffekt (kW/m²), utvecklad mängd energi (MJ/m²), effektivt värmevärde (MJ/kg) och rökproduktion (m³/kg) bestämdes i metoden. Vid provning enligt ISO 5660-1 utsätts en provkropp med dimension 100 mm × 100 mm för en bestämd strålningsnivå, vilket i det aktuella fallet var 50 kW/m². Provkroppens yta värms då upp och börjar att avge pyrolysgaser som antänds med hjälp av en gniständare. Efter antändningen samlas rökgaserna upp i en huv och förs kontinuerligt bort med hjälp av en fläkt. Med hjälp av den uppmätta syrgashalten i rökgaserna beräknas den utvecklade värmeeffekten. Rökproduktionen mäts kontinuerligt med hjälp av ett lasersystem. I Tabell 2 anges resultaten från mätningarna av dessa tre material.

Tabell 2 Resultat från tester i konkalorimetern med en strålningsnivå på 50 kW/m².

Material	Tid till antändning (s)	Medel värmeutveckling (kW/m ²)	Högsta värmeutveckling (kW/m ²)	Tid till högsta värmeutveckling uppnås (s). Tid från antändning (s) inom parantes	Total energi per ytenhet (MJ/m ²)	Medel energiinnehåll (MJ/kg)	Medel rökproduktion (m ² /kg)
Plastlaminatskiva	205	41	130	236 (31)	25	23.5	65
Golvatta	188	96	226	202 (14)	58	12.0	262
Säte	11	69	275	28 (17)	16	12.5	175

Försöken visar att vägg- och golvmaterialet från insidan av vagnen inte är speciellt lättantändliga. Det tog över 3 minuter innan materialet antändes när det blev utsatt för en strålningsnivå på 50 kW/m². När materialet väl antände tog det 14 sekunder respektive 31 sekunder tills högsta värmeutvecklingsnivån uppnåddes. Sätet däremot antändes relativt snabbt (11 s) och utvecklade den högsta brandutvecklingsnivån efter ungefär lika lång tid som vägg – och golvmaterialet (det vill säga 17 sekunder jämfört med 14 sekunder respektive 31 sekunder). Den högsta rökutvecklingen uppmättes i provet med golvattan och den lägsta i laminatväggskivan. Sätet utvecklade rök som låg ungefär mitt i mellan golvattan och plastlaminatskivan.

Armaturlasten i taket på vagnen hade smält ner under branden. Nära brandhärden var den helt borta och längre bort i vagnen hängde lakritsliknande plaststrimlor från armaturen i taket (se Figur 4). För att undersöka vid vilka temperaturer plasten börjar mjukna och så småningom bilda lakritsliknande strimlor, gjordes några försök i ett värmeskåp. Först gjordes försök med plaststrimlan monterad i horisontell ställning, se Figur 5, för att se vad som händer när armaturplasten är monterad i motsvarande position som i det verkliga fallet. En några centimeter bred strimla las horisontell mellan två fristående underlag som hade monterats fast på en horisontell skiva och temperaturen höjdes successivt. Deformationen av plaststrimlan observerades. Under försöket så sjönk remsan ända ner till skivan. Därför gjordes försöket om med strimlan i ett vertikalt läge. Den nya strimlan hängdes i ett vertikalt läge och deformationen i den vertikala längdriktningen observerades, se Figur 6. I Tabell 3 visas resultaten från försöken i värmeskåpet med armaturplasten från vagnen.

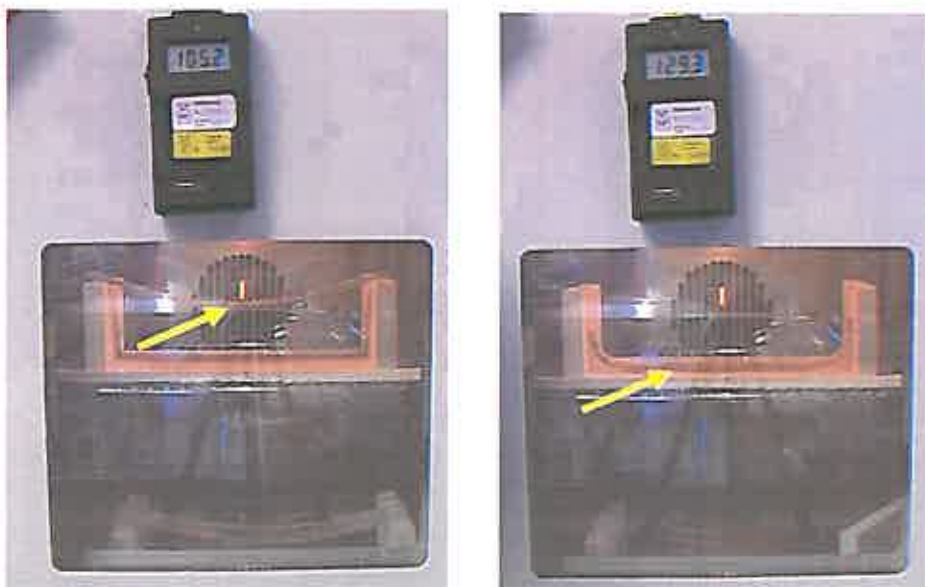
Tabell 3 Resultat från försök i värmeskåp med plastarmatur från vagnen

Position på provkropp	Temperatur i ugn (°C)	Beskrivning
Horisontell	100	Ej deformerad.
	105	Deformeras neråt 30 mm – 50 mm.
	115	Deformeras neråt 100 mm.
	130	Deformeras ända ner till skivan, provet avbryts.
Vertikal	100	Ingen deformation.
	125	Ingen deformation.
	150	Ingen vertikal deformation, men däremot en viss deformation över strimlans bredd.
	176	Ingen synlig vertikal deformation, men en tydlig deformation över strimlans bredd.
	179	Plasten deformeras kraftigt neråt. Totalt 110 mm i vertikal längdriktning på kort tid. Strimlan blev smalare i mitten på grund av förtöjningen i längdriktningen.

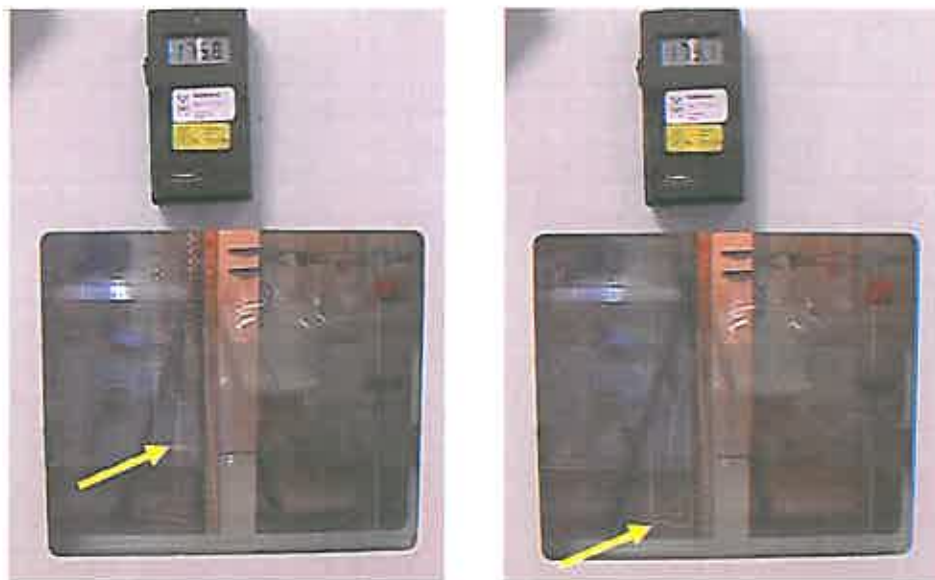
Försöket i värmeskåpet visar att armarplasten börjar deformeras kraftigt i vertikal position vid 179 °C. Det innebär att medeltemperaturen i övre rökgaslagret inne i vagnen måste ha varit högre än det eftersom det lakrits liknande smältbeteendet kunde observeras i vagnen efter olyckan. Närmast brandhärden var armaturen helt borta, medan längre bort från branden hängde strimlor av armarplast ner på det sätt som visas i Figur 4. Även om medeltemperaturen inne i vagnen, speciellt längre bort från brandhärden, inte kan ha varit mycket högre än 200 – 250 °C, så har taktemperaturen i närområdet av brandhärden, under en kort period, varit betydligt högre än 250 °C.



Figur 4 Bilden visar hur armarplasten hängde som lakrits (se gul pil) längre bort från branden. Försök i värmeskåp visar att plasten börjar deformeras kraftigt vid ungefär 180 °C.



Figur 5 Bilden visar försök i värmeskåp med armarplaststrimla i horisontell position. Vid 105 °C så har plaststrimlan sjunkit ca 30 – 50 mm, medan vid 129 °C så sjönk den ihop ner på skivan som bilden visar. De gula pilarna indikerar läget på plaststrimlan.



Figur 6 Bilden visar försök i värmeskåp med armaturplaststrimla i vertikal position. Vid 176 °C så har plaststrimlan inte sjunkit något, medan vid 179 °C så sjönk den 110 mm samtidigt som den smalnade av kraftigt över strimlans bredd. De gula pilarna indikerar läget på plaststrimlan.

Vittnesmål avseende rök- och brandutveckling

SP fick ta del av de vittnesmål som fanns tillgängliga från SHK och polisen. En sammanställning av dokumentationen gjordes med hänsyn till vad vittnen observerade avseende rök- och brandutvecklingen. I Bilaga 1 ges en sammanställning av dessa vittnesuppgifter. En ungefärlig tidsaxel (i realtid) gjordes för att bättre kunna följa händelseutvecklingen. Denna tidsaxel bygger på det som står i dokumentationen och den har sedan synkroniserats mot den tidsaxel som Peter Sjöquist vid SHK har tagit fram. Om tiderna inte har stämt så har den tid som Peter Sjöquist angett använts i analysen.

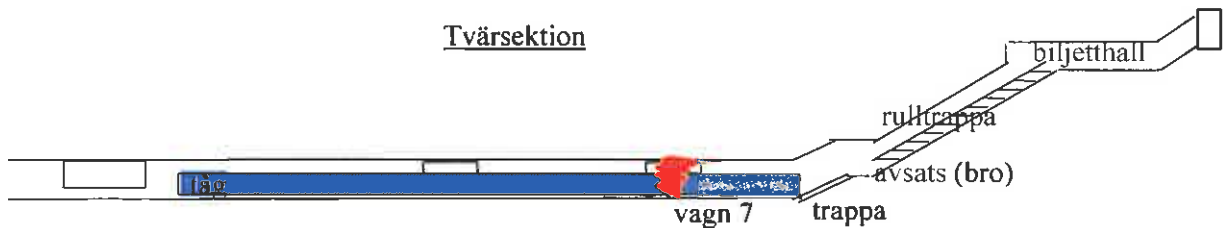
Vittnesmål avseende rökutveckling

Genom att analysera vittnesmål har en beskrivning av hur röken kan ha spridits från vagnen och upp till biljetthallen gjorts. I Tabell 4 finns en sammanfattning av de observationer som finns presenterade i mer detalj i Bilaga 1 och 2. För att kunna orientera sig har en skiss gjorts över området, se Figur 7.

Planbild



Tvärsektion



Figur 7 En förenklad skiss över Rinkebystation, den övre visar planbild och den nedre tvärsektion. Skissen kan användas för att få en bättre uppfattning om rökens läge enligt den beskrivning som anges i Tabell 4.

Tabell 4 En beskrivning av hur röken kan ha spridits på Rinkebystationen. Tiden är i realtid.

Tid (h:min)	Möjlig rökgasspridning
07:58 – 07:59	En svag rökutveckling syns när tåget står i Rissne.
08:00 – 08:02	Tåget stannar i Rinkeby. Rök observeras både inne i vagn 7 och i närområdet av den. Röken stiger inte speciellt tydligt, den är lokal och diffus. Det är oklart i början av perioden åt vilket håll luftströmmarna på stationen färdas. Det finns ett tryckutjämningschakt placerat i det första mellanslaget norrut, från stationen sett, där rökgaser kan ha ventilerats ut i ett tidigt skede.
08:02 – 08:06	Röken sprids på den norrgående perrongen. Under denna period börjar röken spridas långsamt i riktning mot utgången och trappan till avsatsen (bron över mellan- och norrgående spåret). Röken följer långsamt luftströmmarna upp mot rulltrappan och biljetthallen.
08:06 – 08:09	Rökgasfronten sprids i huvudsak från den brinnande vagnen på norrgående perrongen via trappan till höger och upp till avsatsen. I slutet av perioden syns tydligt att röken följer med luftströmmarna ovanför innertaket på rulltrappan.
08:09 – 08:15	I början av perioden når en diffus rökgasfront upp till biljetthallen. Så småningom bildas ett tunt rökgasskikt i taket på biljetthallen. Nere på avsatsen syns tydlig rökspridning från den nedre perrongen (norrgående) och upp mot rulltrappan. Fortfarande syns inte mycket rök i själva rulltrappan men det fylls på med rök uppe i biljetthallen. I slutet av perioden så är hela biljetthallen rökfylld och ett tydligt rökgasskikt börjar vandra relativt snabbt nedåt i rulltrappan. Sikten i rökgasskiktet försämras kraftigt under denna period. I slutet av perioden så har rökgasskiktet sjunkit ner till ungefär halva rulltrappshöjden. Det är lite rök i övrigt på den södergående perrongen eftersom den svaga luftströmmen förhindrar att den relativt kalla röken sprids i nordlig riktning. På perrongen har röken börjat vandra från vagn 7 och längs taket mot norr och även mot den andra perrongen (södergående).

Tid (h:min)	Möjlig rökgasspridning
08:15 – 08:30	I början av perioden är sikten i rökgasskiktet i biljetthallen i storleksordningen en meter. Röken sjunker snabbt i rulltrappan och når ner till avsatsen efter någon eller några minuter in i perioden. Sikten i röken nere på avsatsen bedöms vara ett fåtal meter. Vid tiden 08:22 konstateras utifrån filmat material, att rökgaslagret har sjunkit enda ner till avsatsen. I taket på perrongerna finns ett rökgasskikt som är ungefär en meter tjockt. På den norrgående perrongen mellan vagnen och avsatsen finns mycket rök. Sikt-längden är ungefär en vagnslängd. Nedanför avsatsen, i stentrappan på den södergående perrongen, finns mycket disig rök men det går att se igenom den. Vittnesmål från räddningstjänsten talar om rök som kommer ut genom tryckutjämnings-schaktet på den norra sidan när de anländer. Det är oklart hur stora mängder rök som kan ha tagit sig den vägen.
08:30 – 08:45	Inga större förändringar i rökbilden jämfört med perioden innan.

I Bilaga 2 ges en mer detaljerad beskrivning av rökutvecklingen inne på Rinkeby stationen. Beskrivningen i Bilaga 2 har jämförts mot de överslagsberäkningar som har gjorts för rökspridningen inne på Rinkeby station. Dessa beräkningar presenteras i avsnittet kring Överslagsberäkningar med hjälp av datorprogram.

Inne i vagn 7 så kan man konstatera ett rökgaslagret har stannat på en nivå som motsvarar ungefär 0.7 m över golvnivå. På flera ställen inne i vagnen fanns tecken på att så var fallet. Figur 8 visar hur rökgaslagrets höjd avstannade ungefär 0.7 m över golvnivå. Som tidigare sagts så har även noterat att armaturplasten i taket på vagnen hade smält ner under branden, se Figur 4. Nära brandhärden var den helt borta och längre bort i vagnen hängde lakritsliknande plaststrimlor från armaturen i taket. Denna information kan ge indikationer på vilken brandeffekt som har utvecklats inne i vagnen.



Figur 8 Bilden visar markeringen (sotlagring) av det varma rökgaslagret och hur långt det har sjunkit ner mot golvnivå. Nivån ligger på ungefär 0.7 m från vagnens golv. Liknande tecken kunde observeras i andra delar av vagnen.

Vittnesmål kring brandutveckling

Genom att analysera vittnesmålen angivna i Bilaga 1, har en ungefärlig beskrivning gjorts kring hur branden inne i och under vagnen utvecklades, se Tabell 5. En mer detaljerad beskrivning finns i Bilaga 3.

Tabell 5 En beskrivning av brandutvecklingen i vagn 7.

Tid (h:min)	Tänkbar utveckling av branden i vagn 7.
07:58 – 07:59	Det skede som initierar branden har förmodligen startat innan tåget anländer i Rissne.
08:00 – 08:02	Tåget stannar i Rinkeby. Det finns inga tecken på branden har börjat utvecklas nämnvärt under vagnen innan tåget stannar. Någon eller några minuter efter att tåget stannar ser vittnen öppna lågor under vagnen, vilket är tecken på att det har börjat brinna i kablar och/eller fett/smuts. När väl branden startar sprids den sakta under vagnen.
08:02 – 08:06	Under denna period börjar en tydlig brandspridning under vagnen att ske.
08:06 – 08:09	Under denna period börjar branden växa/spridas kraftig under vagnen.
08:09 – 08:15	Under denna period blir vagnen övertänd på undersidan. Det är oklart om branden har spridit sig till själva kupén.
08:15 – 08:30	I början av denna period brinner det antagligen för fullt under vagnen och branden har börjat utvecklas inne i kupén. Under denna period når branden förmodligen sitt maximum. Innan slutet av perioden så har branden börjat att avta kraftigt.
08:30 – 08:45	Branden har avtagit i intensitet, speciellt under vagnen. Delar av golvmattan brinner och sätet brinner fortfarande när räddningstjänsten anländer. På grund av låg syrenivå i rökgaslagret så begränsas brandtillväxten inne i vagnen. Lågor observerades inne i vagnen. De var koncentrerade till mitten av vagnen, och vagnen var full med svarta rökgaser som puffade till.

I Figur 9 visar hur branden har spridits från undersidan på vagnen genom hål i golvet (se pil) och vidare upp till sätet som är helt utbränt. Branden har spridits vidare till väggpanelen och upp mot taket. Branden sprids inte till det motsatta sätet, vilket syns i bilden. Golvmattan är brandskadad på en område som motsvarar en area på ungefär 27 m² och väggpanelen på en yta som motsvarar 10 m².



Figur 9 Bilden visar hur branden har spridits från hål i golvet (gul pil) och vidare upp till sätet och väggen panelen.

En komplettering av vittnesmålen gjordes för att få en klarare bild av brandens tillstånd inne i vagnen när rökdykarna kom fram till tåget någon gång i slutet av perioden mellan 08:30 till 08:45. En telefonintervju gjordes 17 maj 2006 med en av de två rökdykare som var först fram till tåget. Enligt hans uppfattning så var det en väl utvecklad brand inne i vagnen när de anlände. Han uppfattade det som att det brann i hela vagnen, såg flammor som var koncentrerade till mitten av vagnen, och att vagnen var full med svarta rökgaser som puffade till, han såg även små flammor i rökgaserna. Det kändes som att branden var på väg att spridas i sidled, det vill säga längs vagnen. Han såg att det brann i dynorna, och i golvet, ungefär i mitten av vagnen. De såg att det var hål i golvet men de såg inga lågor slå ut från vagnen. De såg inget utslaget fönster, åtminstone inte på perrongsidan. De vet inte hur det var på den andra sidan. Han kunde inte bedöma om branden var på väg att öka i intensitet eller avta.

Uppskattning av brandeffekt

För att kunna göra en uppskattning av brandeffekten som funktion av tid, behövs information kring högsta brandeffekt (MW) och vilken energi som har förbrukats (GJ). Det går att få en grov uppfattning om den teoretiskt högsta (och lägsta) möjliga brandeffekt som kan utvecklas inne i och under vagnen genom att uppskatta ytan på det område som har eldhärjats (brandarea). Fredric Jonsson vid Räddningstjänsten i Jönköping/SKL har tagit fram information om den totala brandarean både inne i vagnen och under vagnen (kablar).

I Tabell 6 ges en sammanställning av totala brandareor och högsta teoretiskt möjliga brandeffekt. Tabellvärdena är delvis baserade på information från Fredric Jonsson och delvis från Tabell 2. Genom att uppskatta hur mycket energi som har utvecklats kan man få en uppfattning om brandens varaktighet.

Tabell 6 Sammanställning av totala brand arean och energi inne i och under vagn 7.

Plats	Material	Total brandarea*	Brandeffekt per kvadratmeter bränsle yta	Högsta teoretiskt möjliga brandeffekt	Utvecklad energi
		(m ²)	(kW/m ²)	(MW)	(GJ)
Inne i vagn 7	Plastlaminatskiva	0.6	130	0.08	0.02
	Dold plywoodskiva (glödbrand)	4.6	-	-	0.53
	Plywoodskiva (flamma)	1.5	134	0.20	0.18
	Golvatta	1.5	226	0.34	0.09
	Säte	0.6	275	0.17	0.01
	Totalt	46.2	-	0.8	0.8
Under vagn 7	Exponerade EPR kablar	21 - 26	100 - 150**	2.1 - 3.9	2.2 - 2.9
	Hydraulslang	0.3	-	-	0.05
	Trä	0.0009	-	-	0.02
	Plast	-	-	-	0.04
	Totalt			~2 - 4	~2 - 3

* Uppskattad värde av Fredric Jonsson, SKL.

** Information från boken Fire Performance of Electric Cables FIPEC för EPR kablar [1].

- Ej tillgänglig information.

Enligt informationen i Tabell 6, så hade den teoretiskt högsta brandeffekten inne i vagn 7 kunnat bli minst 0.8 MW, förutsatt att allt material brinner samtidigt. Det som saknas i beräkning här är effektutvecklingen på grund av att 75 % av plywoodskivan i golvet har brunnit som en dold glödbrand. Om hela vagnen hade brunnit hade den teoretiskt högsta brandeffekten blivit ungefär 10 MW. Detta bygger på uppskattning där man använder totala arean av brännbart material inne i hela vagnen. Detta kan dock inte ske eftersom branden sprids under en viss period och dessutom krävs det god tillgång på syre under hela brandförloppet.

Branden har sannolikt spridits via golvet, upp till sätet och sedan vidare upp till vägghpanelen. Dessutom var dörrar och fönster sannolikt stängda under brandens utvecklingsfas. Som tidigare visats, fanns tydliga tecken på att rökgaslagret inne i vagnen sjönk ner till 0.7 m ovanför golvnivån, vilket tyder på att branden inne i vagnen så småningom har blivit delvis ventilationskontrollerad.

För att undersöka närmare vilken brandeffekt som kan ha utvecklats inne i vagn 7 användes datorprogrammet BRANZFIRE [2]. Denna typ av program tar hänsyn till hur rökgaslagret påverkar förbränningen. Resultaten, som redovisas i nästa avsnitt, visar att den högsta brandeffekt (baserat på medelvärden) som kan ha utvecklats inne i vagnen, inte har överstigit 0.5 MW. Detta är lägre brandeffekt än den som kunde ha utvecklats om inte dörrar (och/eller fönster) varit stängda. Om dörrarna hade varit öppna, så hade branden sannolikt blivit kraftigare, men det finns inga bevis för att hela vagnen skulle ha blivit övertänd. Det beror helt och hållet på hur branden hade spridits inne i vagnen. I ett försök som genomfördes av SP Brandteknik [3] i en vagn som är av samma typ som den aktuella vagnen, och där mellersta dörrpartiet var öppna under försöket, spreds inte branden när två säten antändes samtidigt. De antändes med två små träribbstaplar och en vätskebrand på golvet framför säten. Sätestyget på de båda sätena skars upp i ett kryss, både på ryggen och på sitsen varefter tyget veks bort. En balja med 1.0 l heptan placerades på golvet framför det inre sätet, mot väggen under fönstret. Observationer efter brandprovet visade att de två vandaliserade sätena var helt utbrända. Panelerna på väggar och i tak var skadade men hade inte spridit branden. Fönstret närmast branden var sprucket i ett tätt nät men hade inte kollapsat. Sätena mittemot branden var endast

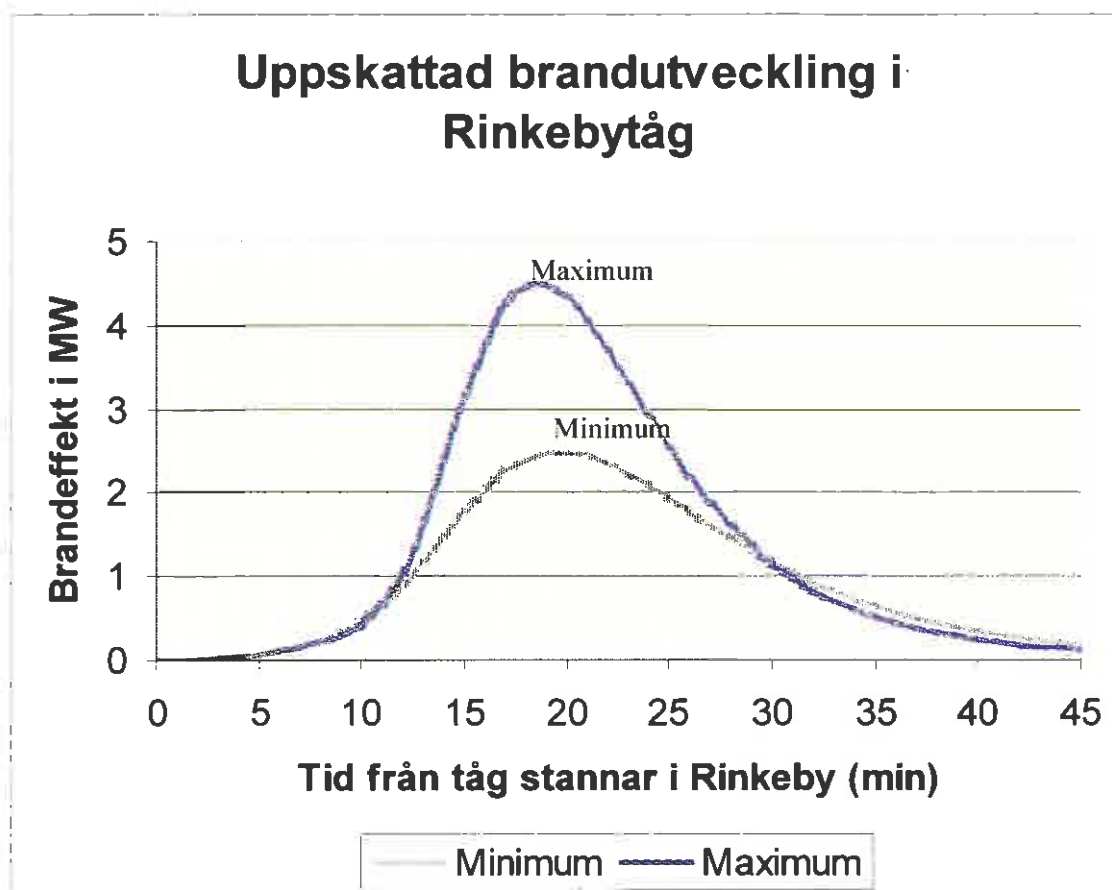
svärtade men hade inte antänt. På utsidan av tåget hade färgen brunnit på ytan närmast branden och färgen hade bildat bubblor runt hela fönstret. Det är viktigt att påpeka här att i det aktuella fallet så brann det i golvet samtidigt som det brann i säten, vilket det inte gjorde i försöket som beskrivs ovan.

Den totala energin som har frigjorts inne i vagnen har beräknats till högst 0.8 GJ. Om vi antar en viss osäkerhet i uppskattningen av den totala arean så kan vi anta ett lägsta värde på energiinnehållet på ca 1 GJ.

Branden under vagnen har inte styrts av tillgången på syre utan av mängden kablar som var fritt exponerade. Brandens högsta effekt styrdes av brandspridningshastigheten och hur stora ytor brännbart material (brandarea) som fanns. En uppskattning av brandarean på kablarna kan ge en indikation på högsta möjliga brandeffekter. Enligt de beräkningar som visas i Tabell 6 har den högsta teoretiska brandeffekten legat någonstans mellan 2 MW till 4 MW. Här har inte bidraget från smuts, fett, plast, trä och dylikt räknas in. I särklass största bidraget till brandeffekten kommer från kablarna. Bidraget från plast och trä är sannolikt väldigt lågt och det är omöjligt att uppskatta bidraget från smuts och fett. Den totala energin som har frigjorts under vagnen har beräknats ligga mellan 2 till 3 GJ. Inkluderat i detta värde är den osäkerhet som råder i bestämmandet av brandarean.

SP Brandteknik genomförde även en test där en brand anlades under en vagn av samma typ som den aktuella vagnen [2]. En balja med 3.2 l heptan placerades 0,7 m ovanför marken på ett stöd under tåget, ca 0,5 m under underredets plåt och ca 0,3 m under en kopplingsdosa med kablar till motorn. Ungefär en minut efter antändning antänds kablar nära kopplingsdosan. Flera kablar brinner och brinnande droppar observeras. Efter ungefär 2 minuter från antändning har branden spridit sig fort i kablarna, mycket kraftig rökutveckling från vagnen och rök observeras inne i kupén. Ungefär 3 minuter från antändning observeras flammor som slår ut utanför underredet, upp längs tågets sida. Efter ungefär fyra minuter från antändning har branden fortsatt att öka i storlek. I det här läget bestäms att släcka branden för att inte få en okontrollerad brand under vagnen. Observationer efter brandprovningen visa att kablar i närheten av antändningskällan har brunnit och elden har spridit sig längs kablarna flera meter. Kabelskydd av aluminium har smält på flera ställen och de skyddade kablarna har brunnit. Inuti vagnen är gummimattan på golvet oskadad men träspånskivan under mattan har blivit tydligt mjuk av värmen. En av slutsatserna i rapporten är att förloppet skulle kunna inträffa även med mindre tändkällor än vad som användes i försöket (balja med heptan) men med en något långsammare utvecklingshastighet för branden.

Sammanfattningsvis kan man säga att de brandförsök som genomfördes av SP på uppdrag av SL Infrateknik AB visar att brandförloppet inne i vagnen och under vagnen principiellt överensstämmer ganska väl med de observationer som anges i denna rapport.



Figur 10 En möjlig brandeffektkurva för vagn 7. Maximum representerar den högsta tänkbara brandeffekten i vagn 7 (summan av brandeffekten inne och under vagnen) och minimum den lägst tänkbara.

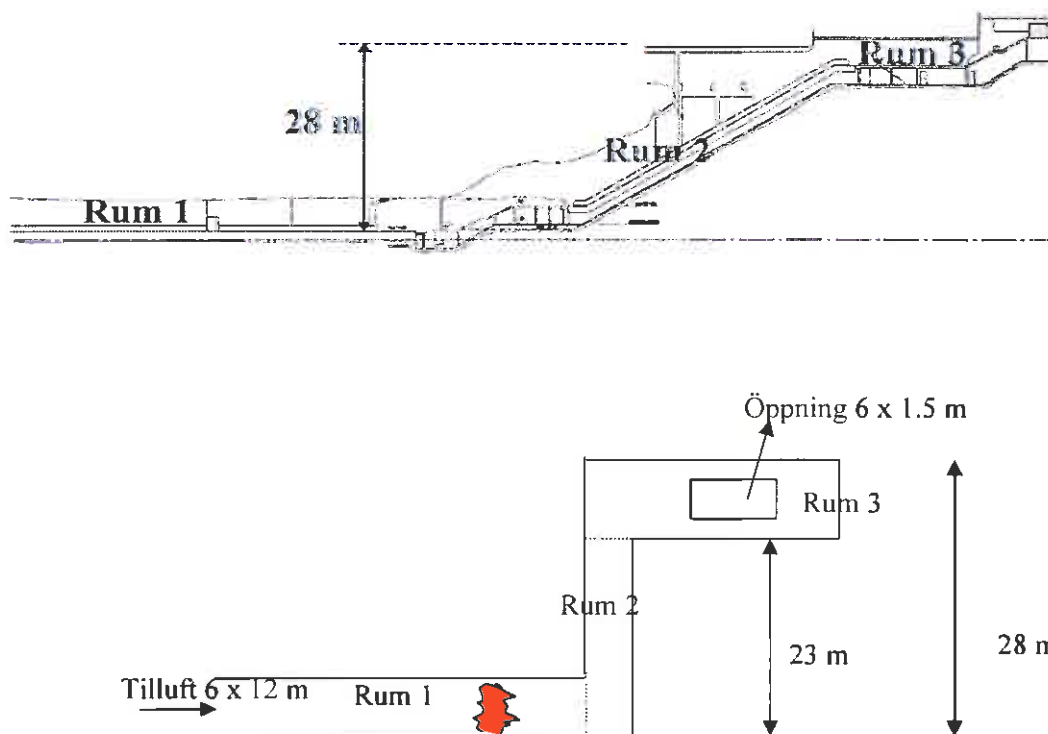
I Figur 10 ges en tänkbar brandeffektkurva (maximum och minimum) för vagn 7. Maximum representerar den högsta tänkbara brandeffekten i vagn 7 (summan av brandeffekten inne och under vagnen) och minimum den lägst tänkbara. Kurvan är baserad på informationen i Tabell 6 i kombination med beräkningar (BRANZFIRE) och erfarenhet från SPs brandförsök [3]. Den matematiska modellen för framtagande av brandeffektkurvan beskrivs i Bilaga 4 tillsammans med indata till den matematiska modellen.

Överslagsberäkningar med hjälp av datorprogram

För att kunna se om den föreslagna brandeffektkurvan är rimlig, behöver man göra en överslagsberäkning av hur röken har spridits i rulltrappan och biljetthallen. För det har tvåzonsprogrammet BRANZFIRE [2] använts. Det beräknar hur röken/brandgaserna sprids som funktion av tiden. Programmet kan beräkna siktlängden, temperaturen och den toxiska miljön i rökgaserna som funktion av tiden. Eftersom Rinkeby stationen är geometriskt komplicerad med hänsyn till vad denna typ av beräkningsprogram, förenklades geometrin. Beräkningsdomänen delades upp i tre rum:

- 1) ett där branden startade (på perrongen),
- 2) ett rum som är en förenkling av rulltrappan men samma höjdskillnad
- 3) ett rum som är en förenkling av biljetthallen.

Respektive rum har ungefär samma volym, samma höjdskillnad och samma bredd som i verkligheten. I det tredje rummet finns en ventilationsöppning (se Figur 12) med stålgaller. I första rummet antogs en tilluftsöppning via tunnelöppningarna.



Figur 11 Den övre bilden visar delar av tvärsnittet för Rinkeby stationen och den nedre den förenklade beräkningsmodellen för BRANZFIRE.

Följande mått har antagits för de olika rummen:

Rum 1 – Perrong

Takhöjd – 7 m
Längd – 176 m
Bredd – 47 m

Rum 2 – Rulltrappa

Takhöjd – 23 m
Bredd – 10 m
Längd – 16 m (fiktiv)

Rum 3 – Biljetthall (antar samma bredd som rulltrappa)

Takhöjd – 5 m
Bredd – 10 m
Längd – 40 m

Ventilations öppning (tre öppningar med stålgaller, se Figur 12)

Höjd – 1.5 m (antaget)
Bredd – 6 m totalt (varje öppning antogs vara 2 m bred)

Tilluftsöppning

Höjd – 6 m (antaget)
Bredd – 12 m (antaget)



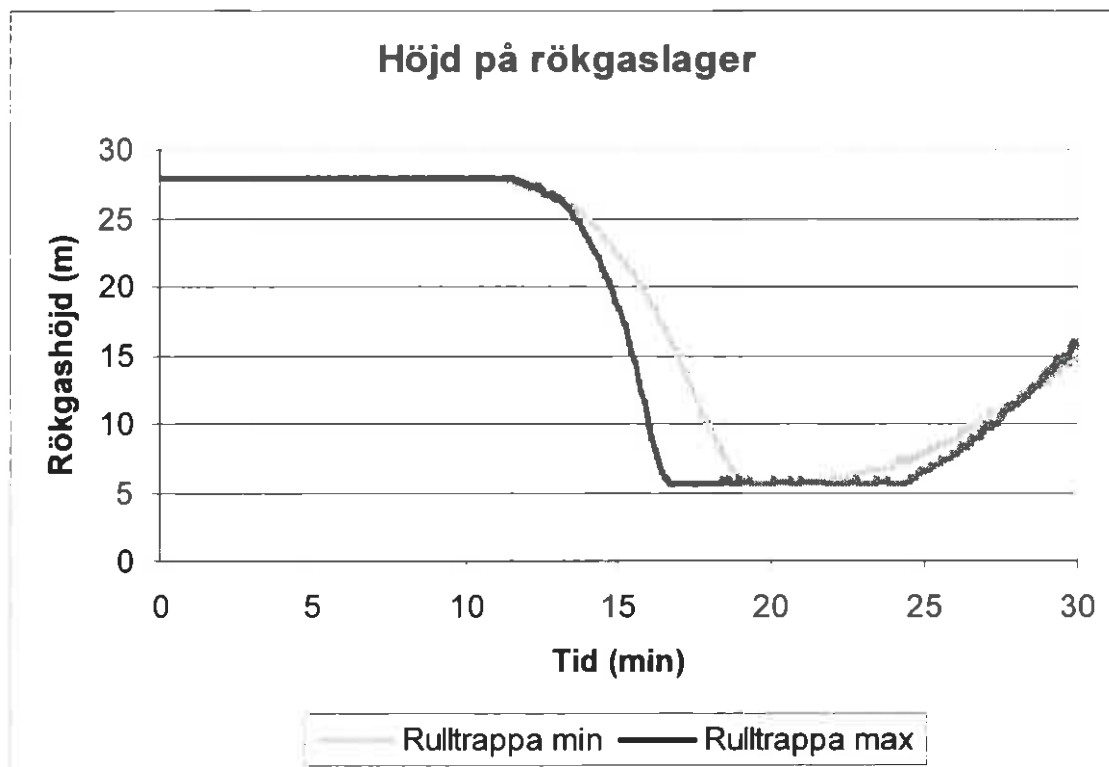
Figur 12 Bilden är tagen från biljett hallen. Till vänster i bild (gul pil) visas de ventilationsöppningar som fanns längst upp i rulltrappan.

I beräkningarna har tryckavlastningsschaktet exkluderats eftersom vittnesmålen indikerar att det mesta av röken har spridits mot rulltrappan och biljetthallen. Mängden rök som kan ha tagits sig ut genom tryckavlastningsschaktet på norra sidan av perrongen är svårt att förutse med de förutsättningar som finns här. Därför antas i beräkningarna att all rök går mot rulltrappan och biljetthallen.

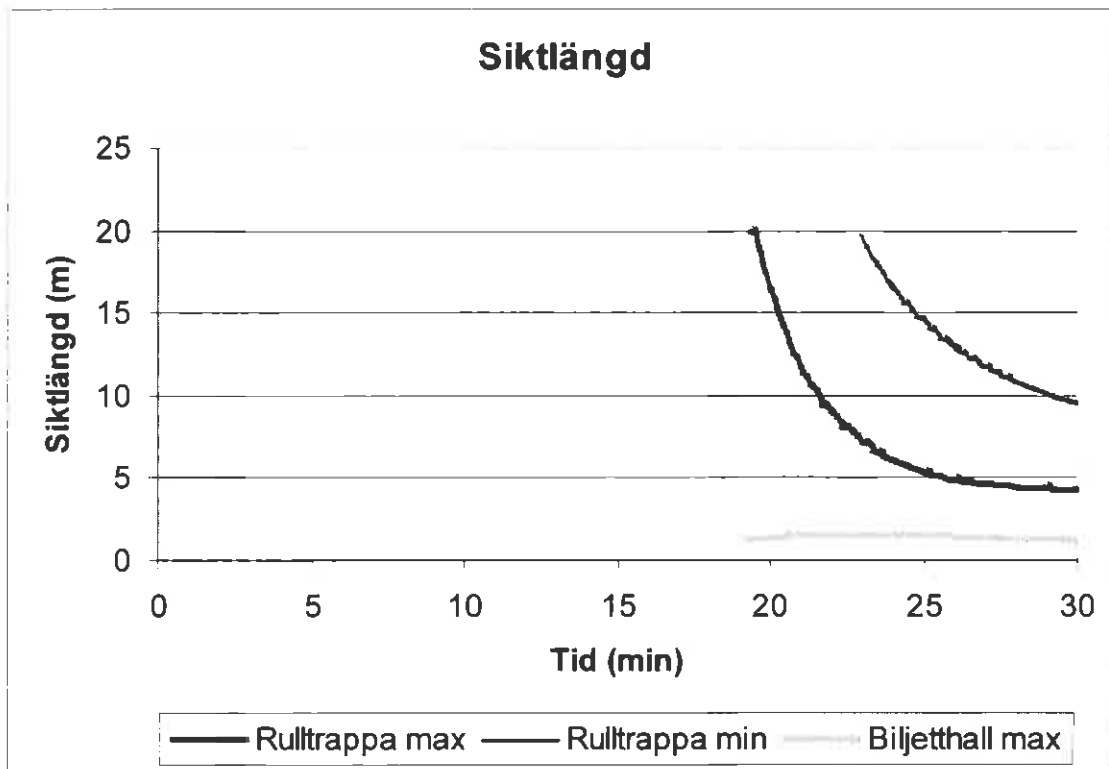
Nedan ges exempel på resultat från dessa beräkningar. I Figur 13 visas hur rökashöjden i rulltrappan sjunker som funktion av tiden från att tåget anlände till stationen. Beräkningarna är baserade på båda brandeffektkurvorna (maximum och minimum) som visas i Figur 10. Det är svårt att avgöra vilken av dessa kurvor som överensstämmer bäst med beskrivningen i Tabell 4. Rökgaslagret var bevisligen nere på avsatsen innan 22 minuter från att tåget stannade. Det mest sannolika är dock att rökgaslagret hade sjunkit ner mot avsatsen så tidigt som 16 – 18 minuter efter att tåget stannade. Den tiden överensstämmer bra med det intervall som visas i Figur 14.

Siktlängden i biljetthallen har beräknats till ungefär 1 m för både maximum och minimum brandeffektkurvor. Detta överensstämmer bra med de observationer som finns i Tabell 4 och Bilaga 1 och 2, det vill säga siktlängder uppskattades till att vara allt ifrån en halv meter upp till enstaka meter. Medelsiktlängden i rökgaserna i rulltrappan är beräknad till ungefär 4 m i fallet med maximum brandeffektkurva (se Figur 14) och 8 – 10 m i fallet med minimum brandeffekt. De observationer som finns i Tabell 4 och Bilaga 1 och 2 angående siktlängder i röken i rulltrappan indikerar att maximum brandeffektkurvan överensstämmer bättre i det fallet, det vill säga siktlängd på ett fåtal meter.

Enligt beräkningarna har medeltemperaturerna i rökgaserna i rulltrappan inte överstigit 30 °C och i biljetthallen endast 23 °C. Det finns inga vittnesmål om förhöjda temperaturer, vilket överensstämmer bra med beräkningarna. Enligt beräkningarna så utgjorde nivån på den toxiska miljön i rulltrappan och biljetthallen aldrig någon fara för de utrymmande. Problemet bestod endast av dålig sikt och irriterande rök.

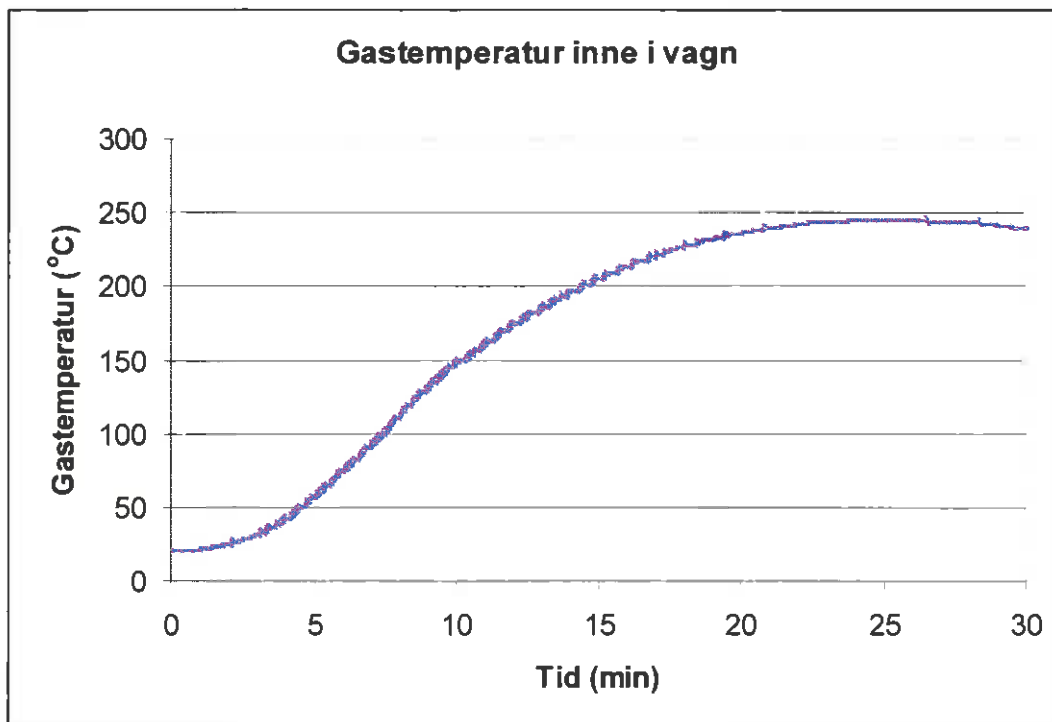


Figur 13 Bilden visar överslagberäkning kring hur rökgaslagret sjunker i rulltrappan (rum 2) för båda brandeffektkurvorna maximum och minimum.

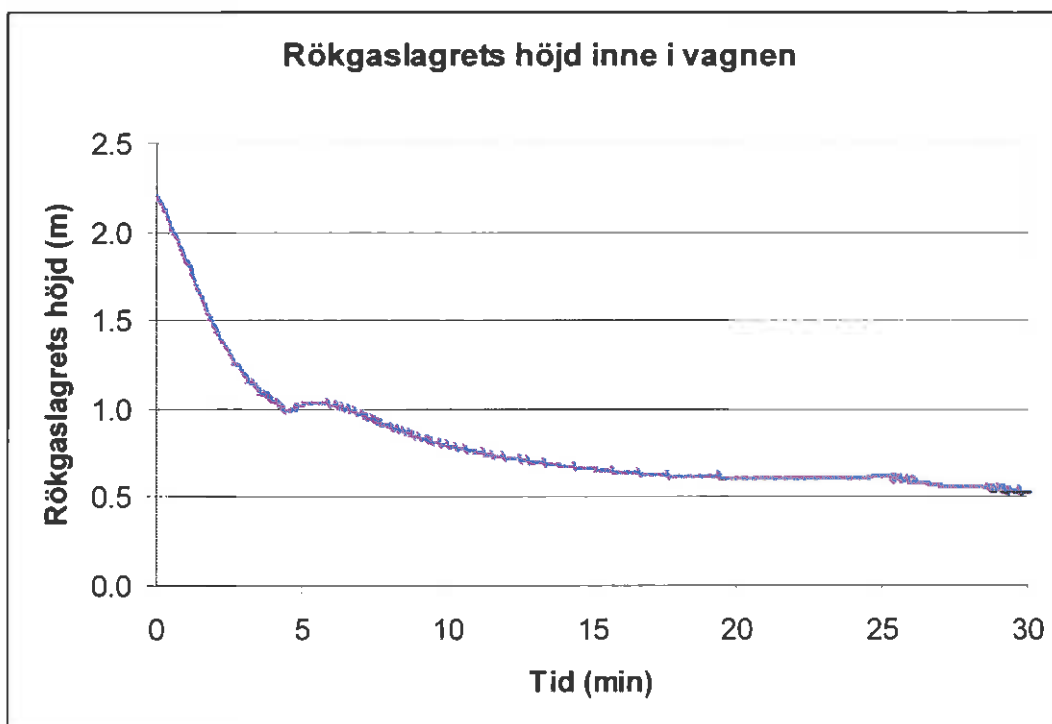


Figur 14 Beräknad medelsiktlängd i röken som funktion av tid i rulltrappa och i biljetthall (maximum brandeffekt).

Beräkningar gjordes även för kupén i vagn 7. Enligt beräkningarna så kan branden inne i kupén inte ha blivit större än en ungefär 0.5 MW och medelgastemperaturen inte mycket högre än 200 - 250 °C, se Figur 15. Rökgaslagret ligger enligt beräkningarna på en nivå som är ungefär en 0.6 m, se Figur 16. Dessa värden överensstämmer mycket bra med de observationer som har angetts tidigare. Om ett fönster har gått sönder under senare skedet av branden, så hade det förmodligen påverkat brandens utveckling eftersom det fanns stora hål i golvet. I så fall hade ventilationen inne i vagnkupén, på grund av skorstenseffekten, blivit effektivare.



Figur 15 Beräknad medeltemperatur i rökgaslagret inne i kupén på vagn 7.



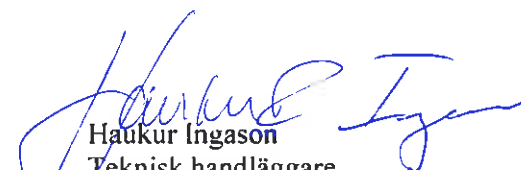
Figur 16 Beräknad höjd på rökgaslagret inne i kupén på vagn 7.

Slutsatser

- Beräkningar visar på en besvärlig men inte livshotande toxisk miljö i rulltrappa och biljetthall. Däremot gjorde den dåliga sikten och den irriterande röken att utrymmande fick väldiga besvär när de tog sig genom röken.
- Rök i taket på biljetthallen uppmärksammades först efter ungefär 9 - 10 minuter från att tåget stannade. Biljetthallen blev helt rökfylld efter ungefär 14 – 16 minuter efter att tåget stannade. Siktlängden i röken blev som lägst ungefär en meter. Ingen nämnvärd förhöjning av gastemperaturen eller den toxiska miljön i biljetthallen.
- Rulltrappan blev helt rökfylld efter ungefär 16 – 18 minuter från att tåget stannade. Siktlängden i röken blev som lägst endast ett fåtal meter. Temperaturen i rökgaserna översteg inte 30 °C.
- Sikten på den norrgående perrongen i närheten av tåget blev ungefär en vagnslängd. I taket låg ett tjockare skikt med rök som sträckte sig över hela perrongområdet. Delar av röken i taket sjönk ner längs de kalla väggarna vilket gjorde att man kunde observera tvåsiktad röklager på delar av perrongområdet.
- Den högsta brandeffekten för vagn 7 låg någonstans mellan 2.5 MW och 4.5 MW. Den högsta brandeffekten inträffade någon gång mellan 17 – 22 minuter efter att tåget stannade.
- Den högsta brandeffekten inne i vagnkupén översteg inte en 0.5 MW och medeltemperaturen inne i vagnen översteg inte 250 °C. Ett tjockt rökgaslager fyllde vagnen ner till ungefär 0.7 m över golvnivån. Branden inne i vagnen begränsades antagligen i storlek på grund av att dörrarna var stängda och att fönstren var intakta under brandförloppet.
- Väg- och golvmaterialet i vagnen var inte särskilt lättantändlig. Det tog över 3 minuter innan materialet antändes när de utsätts för en strålningsnivå på 50 kW/m². Sätet däremot antändes relativt snabbt och utvecklade ungefär lika hög brandeffekt per kvadratmeter material som golvmattan. Den högsta rökutvecklingen uppmättes i provet med golvmattan och den lägsta i laminatväggskivan. Sätet utvecklade rök som låg ungefär mitt i mellan golvmattan och plastlaminatskivan.
- Kablarna under vagnen var den enskilt största bidragande orsak till den omfattande branden under vagnen. I tidigt skede av branden har sannolikt oljesmuts och fett bidraget till brandspridningen. Den högsta brandeffekten under vagnen låg på ungefär 2 – 4 MW och den inträffade någon gång mellan 17 – 22 minuter från att tåget stannade. Branden var inte ventilationskontrollerad och den spreds inte till närmaste vagn.

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut
Brandteknik - Skydd


Margaret Simonson
Tekniskt ansvarig


Haukur Ingason
Teknisk handläggare

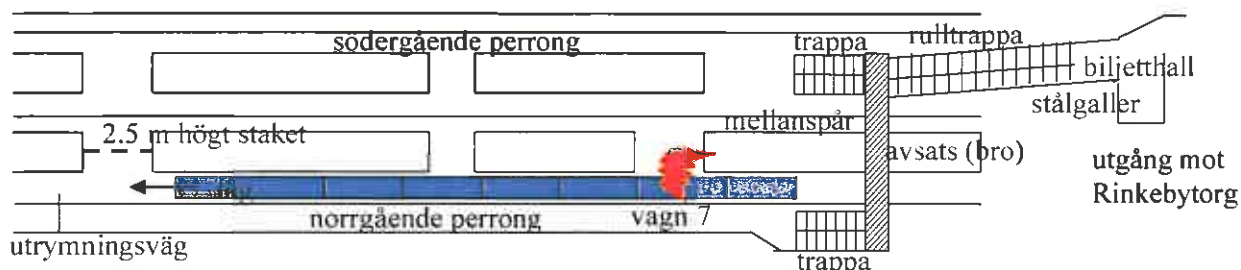
Referenser

1. "FIPEC Final Report on the Europeans Commision SMT Programme SMT4-CT96-2059". In 410pp, London, 2000.
2. Wade, C. A., "BRANZFIRE Technical Reference Guide BRANZ", Building Research Association of New Zealand, Study Report No 92., Judgeford, 2004
3. VanHees, P., "Dimensionerande brand för tunnelvagnar - Fas 1 - Kartläggning av möjliga brandscenarier", SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut AB, Provningsrapport till SL Infrateknik AB, 2002-11-06.
4. Ingason, H., "Fire Development in Large Tunnel Fires", 8th International Symposium on Fire Safety Science, 1497-1508, Beijing, China, 18-23 September, 2005.

Bilaga 1

Bilaga 1 En sammanställning av vittnesuppgifter som berör rök- och brandutveckling i samband med branden i Rinkeby. Tiden anges i realtid den 16 maj 2005.

Planbild



Tid (h:min)	Beskrivning av händelse
07:58 - 07:59	När tåget mot Rinkeby rullar ut från stationen i Rissne hördes flera kraftiga smällar. Passagerare ställde sig upp och tittade ut. Enligt ett vittne som stod på Rissnestationen steg en blåaktig rök från någon av de sista vagnarnas undersida men avtog när tåget åkte in i tunneln. En kvinna som åkte med tåget berättar om ett skarpt skrapande ljud som lät onormalt ett par stationer innan Rinkeby (Rissne, Duvbo). Ljudet uppkom då tåget stod stilla och inte under inbromsning eller färd. Människor som stod på perrongen hoppade till. Hon hörde samma typ av ljud på stationen i Rinkeby. En kvinna beskriver att inget märktes förrän i Rissne, smällde till när tåget startade, etaliskt ljud, slog upp ett sken, eldsflamma, blix mellan vagn och tunnelväggen. Efter en stund kom en lite mindre smäll när tåget gick och kommit in i tunnel. Lokalvårdare och spärrvakt kände tydlig röklukt på stationen i Rissne efter att tåget hade lämnat stationen. Det var som en dimma av rök över hela perrongen. Lokalvårdaren mätte illa efter att ha varit nere på perrongen uppskattningsvis 20 min.
8:00 - 8:02	Tåget anländer till Rinkeby stationen. Kvinna springer till förare och meddelar om brand - hon berättar att det smällde och blixtrade när de lämnade Rissne. Föraren sade att det var normalt, och startade tåget för att åka vidare, ett par meter eftersom vittnet plötsligt upptäckte att hon hade glömt sin handväska och bad därför föraren att vänta lite så hon kunde hämta den. När hon vände för att gå tillbaka till vagnen såg hon rök och ett skarpt blått ljus från den aktuella vagnen. Hon sade då till föraren att det brann. Föraren stannade då tåget, öppnade passagerardörrarna, stängde förarhytten och springer bakåt till den bakre vagnen i tåget. Föraren beskriver att det blixtrade under vagnen och rök. Ett vittne berättar att när han stiger av tåget i Rinkeby så märker han inget i början. Han passerar den brinnande vagnen, men först då kände han lukt. Han vänder sig om och ser rök mellan perrongen och tåget. Gick tillbaks och böjde sig fram för att titta. Han ser eld under vagnen. Tydlig eld som i en grill. När dörrarna öppnas för andra gången gick folk ut snabbt och via rulltrappan. Då fanns ingen rök i tunnelbanan, endast i vagnen. Vittnet ser att det är rökfyllt i vagnen, hämtar en kvarglömd väska som han gav till kvinnan. Fick hålla andan när han gick in och hämtade väskan. Därefter går vittnet ut via rulltrappa, inga problem att ta sig ut.
8:02 - 8:06	Föraren springer tillbaka till hytten och anropar med ILSAMTAL (8:01:47). Berättar för trafikledningen (TL) att det rycker och TL säger att han ska "döda" vagnarna. När föraren kom tillbaka till vagnen kom lågor upp mellan vagn och plattform och en stark smäll hördes. Han vågar inte gå in i vagnen för att döda den. Han springer bortom vagnen för att kolla att ingen är där. Föraren kontakter TL 8:05:46 och talar om att det rök fortfarande från Vagn 7 (den vagn som brinner). TL ber han att fälla de nio säkringarna i vagnen.
8:06 - 8:09	Efter att ha kollat sista vagnen och är på väg tillbaka till hytten träffar han 3 kvinnor och en man som står kvar på perrongen (norr om vagnen som brinner). Under tiden exploderade vagnen i lågor och rök enligt föraren och de blev fångade på perrongen. Försökte kommunicera med TL. Ringer dit kl 8:06:54 och talar om att det brann, det smällde, ganska mycket rök, men det är slut nu, eh... nu, nu smäller det... jag kan inte gå dit och stänga den.
8:02 - 8:09	Följande beskrivning av brandutvecklingen ges av passagerarna som blev kvar på den norrgående perrongen. Kvinna går ut på perrongen - ser en enorm rökutveckling längre bak i tåget, ser lågor som kommer ut, säger vad hon ser till de andra trafikanterna i vagnen, och sedan kommer de ut efter henne. Föraren vänder och kommer tillbaka. Alla i vagnen är ute på perrongen (ungefär vid 3:de vagnen) de tittar på varandra, förstår att det är allvarligt, uppfattar det som väldigt hotfullt. Kvinna ringer SOS 08.07.23. Föraren kommer tillbaka halvspringande pratar i telefon (08-08-43). Passagerarna och föraren (5 personer) springer mot röken och den brinnande vagnen och mot den ordinarie utgången. Det sprakar och fräser och flammor upp mycket. Eld slår ut från vagnen över perrongen, de stannar alla och springer tillbaka så långt som man komma på plattformen dvs i norrgående riktning. En man berättar att det rycker där borta, kunde vara en pappersskorg. Hör två små puffar när de ska förbi vagnen, såg eldslågor, känner röken komma, förstår att det ska utvecklas.
08:05 - 08:07	Spärrvaktens beskrivning Enligt spärrvakten knackar 2-3 kvinnor på fönstret hos honom och meddelar att det brinner där nere. Enligt

	<p>utskrift meddelar han TL 08:05:07 att trafikanter talar om att det ryker. Klockan 08.06:20 undrar spårrvaktan om han ska avbryta inpasseringen. Kort efter talar om att han ska gå ner och kolla läget.</p>
08:07 - 08:12	<p>Spårrvakt går ner rulltrappa ner till perrongen (avsatsen) Kände ingen röklukt. När han var därnere såg han rök i taket därnere. Vände till vänster och gick till perrongen (avsatsen) mot Hjulsta, dvs över spåret. Såg tåget stå där. Det rök lite, det lät som något som gnisslade. Trodde att föraren försökte köra. Såg eld under vagnen. Sprang i riktning mot föraren och det slog upp då eld snabbt, den kom mycket rök. Små dova explosioner. Kunde inte gå vidare på perrongen till föraren. Såg inte längre framåt på perrongen. Vågade inte gå vidare till föraren.</p>
08:09 - 08:14	<p>Följande beskrivning gavs av passagerarna som tog sig över staketet:</p> <p>De (5 personer: 2 kvinnor, 1 tjej, 1 man och föraren) inser att det inte går att gå tillbaka mot den ordinarie utgången. De tar sig ut genom en grind (utrymningsväg) och tar sig över staketet (2.5m högt) och över till andra perrongen (södergående perrong). Kvinna berättar att när de kom upp på perrongen för södergående tåg sprang de in i röken på den perrongen. Precis innan de sprang in i röken på perrongen kom en person med uniform. När de kommer fram till andra sidan, hoppar de upp på den perrongen och springer mot utgången, vilket betyder att de alltså även springer mot röken. Spårrvaktan dyker upp. En man säger att när de kom över på andra plattformen så var det inte så farligt med rök, såg röken först när man kom runt och kommer uppåt mot rulltrappan. Vittne säger att nästan ingen rök fanns när de lämnade andra perrongen (antagligen södergående). Lite rök när de mötte trafikbefälet. Föraren berättar att han ser trafikbefälet vid trapporna när de kommer upp på den södergående perrongen.</p> <p>Vittnesmål från trafikbefälet.</p>
08:09 - 08:15	<p>När han kommer innanför biljetthallen luktar det rök och svagt dis av rök i taket på biljetthallen. Det luktar bränd plast/gamla bildäck. Det var ingen spårrvakt i luckan (spårrvaktan gick ner ungefär 8:07). Han observerar att rökgasskiktet ligger i taket på hela biljetthallen. Han går ner i rulltrappan och därnere på avsatsen ser han inte till väggen på andra sidan bron över mittenspåret, är ett rökgasskikt framför som en vägg. Det är ungefär 30 - 40 m till väggen och han inser att dit kan han inte gå. Ser att det kommer rök från mellanspåret upp mot där han står och från vänster och röken stiger vidare upp i rulltrappschaktet. När han står i stentrappan mot söderspåret och tittar mot mellanspåret till vänster om han, ser han att det är mycket rök på spårområdet och plattformen. Ser tåget genom väggen, i en utsprängd glugg. Tåget står där, är mörkt och massor med rök. Han går ner mot söderspåret och tittar längs med plattformen. Han ser folk som har dragit upp tröjan över ansiktet och ber dem att gå ut. Han upptäcker ytterligare grupp människor på norra sidan av plattformen. Där har det blivit ännu mer rök. Folk håller hand/näsduk framför munnen. När de har passerat följer han de till rulltrappan. Röken har då sjunkit i rulltrappan, svårt att se uppåt. Kollar sedan mellanplattformen, ser nästan hela vägen bort. Under hela tiden har det blivit mycket rökgigare. Kommer rök som en stor propp emot honom. Tittar uppåt i rulltrappan igen. Går till mellanspåret och söderspåret för att leta upp folk. Tittar även bakom trapporna. Till höger på söderspåret är det helt rökfritt. Röken tar vägen via rulltrappan. Känner ett svagt drag från tunnelmynningen med friskluft. Rökhastigheten är då ungefär gångfart. Tänker nu måste jag gå härifrån. Tittar bort mot tåget, ser att det blixtrar under tåget, som 30 pers sitter och svetsar, det sprakar. Jättestort ljussken. Ropar på radion (8:10:07) att de måste stänga av strömmen. Ropar igen (08:10:27) för att kolla hur det går med strömmen. Ser vagnsidan i hålet (mellan plattformarna), ser taket och i bakgrunden lyser lysrören på plattformen upp i fonden. Ser fruktansvärt tjock rök välla upp. Mörkgrå rök. Ringer upp till TL (08:11:58). Talar om att de måste bryta annars kommer vagnen att brinna upp. En halv minut senare slutar det spraka, blev tyst. Enormt mycket rök nu, svårt att se bakom väggen. Det ser ut som om röken går mot taket och delar sig och går längs med taket. Ropar igen (08:11:58) och frågar om strömmen är avbruten och var föraren är? När det slutat spraka, ser han genom vägghålet att det börjar bli mycket rök, går tillbaks till söderplattformen en gång till. Då möter han de 5 personer som tog sig över staketet. Talar om det för TL (08:14:37) att han har föraren där.</p>
08:07 - 08:14	<p>De som lämnade södergående plattformen sent</p> <p>Vittne berättar att han och kompiserna är på väg till City. När de tar rulltrappan ner ser de lite rök nere på perrongen, men ser inte varifrån den kommer. Han tyckte att den kom från vänster när de kom ned. Vittnet och hans kompis ställde sig på den folktomma perrongen in mot City (södergående). De ser att det står ett tomt tåg och en massa rök. Han blir nyfiken och tar några bilder med sin mobil och stannar kvar några minuter trots att högtalaren säger att stationen skall evakueras. Han ser röken som följer taket och inser att det inte kommer att komma något tåg, och börjar att gå tillbaka mot rulltrapporna. Det kommer också en väktare som säger att man måste gå ut (antagligen trafikbefälet). När de kommer till första avsatsen är hela den ytan helt rökfylld, men de bage ser dock var rulltrappan finns och ser att den går fortfarande. För varje meter uppåt blir det mer och mer rökfyllt och de bage lägger sig platta i trappan för att få luft då de hade svårt att andas av all rök. Han är dock tvungen att resa på sig då de börjar att närma sig biljetthallen föra att inte fastna med finger eller kläderna i rulltrappan och finner då att biljetthallen är helt fylld av brun/gul rök. De ser ingenting utan stegar fram till den plats där utgångarna finns och springer ut på torget. Vittnet upptäckte att det kom ut två kvinnor ut ur röken efter honom (kvinnorna från gruppen som tog sig mellan perrongerna).</p>
08:15 - 08:30	<p>De som åkte in i tunneln</p> <p>Kvarvarande nere på södergående perrong: Alla 6 (trafikbefäl, förare, man, tre kvinnor) personerna skyndar mot rulltrappa, upp för stentrappan. Kvinnorna kliver upp rulltrappan. Trafikbefälet ser inte längst upp i trappan när han tittar därefter. Bedömer att det finns en chans att ta sig ut via rulltrappan. Ber mannen och föraren att gå upp. Föraren stannar. Då har rökridån flyttat sig nedåt, rök halvvägs då. Tittar då upp och ser hur mannen åker in i röken och försvinner. Säger till föraren att vi kan inte gå in här och skriker åt mannen som försvann in i röken att vända. Då är trafikbefälet och föraren så långt uppe i rulltrappan att de nästan åkte in i röken. Trafikbefälet och föraren vände och sprang neråt. Föraren ramlar i trappan. De tar sig vidare neråt mot söderplattformen till höger. Där är det helt rökfritt, och frisk luft. Efter en liten stund kommer mannen hostande och staplande tillbaka. Då har stentrappan och avsatsen blivit</p>

	<p>rökfylld också hjälper mannen ut till rökfritt område. Mannen är helt svart runt näsan, hostar hysteriskt och svettig. När alla står där nere, börjar det komma rök från norränden också. Föraren och mannen hostar illa. Står 10 - 15 min, ringer till TL och berättar att de är där. Klockan 08:22 filmar trafikbefålet på sin mobil för att de väntar på rökdykare. Det kom inga. Ringer efter ett tag när det börjar komma rök även mot rökfria delen. Gör bedömningen att det är bäst att ta sig därifrån via tunneln. Ingen rök i tunneln.</p>
08:14 - 08:22	<p>De som gick vidare upp rulltrappan</p> <p>5 resenärer plus trafikbefäl springer upp för rulltrappan. Föraren, trafikbefäl samt den manlige resenären vänder neråt igen, går ut via tunneln (se ovan). Kvinna berättar att efter att de träffat trafikbefålet gick de alla in i dimman, först är det trappor, sedan perrong och rulltrappa, efter bara någon meter såg man inte någon i gruppen, hörde bara andras hostningar och följde dem. Det var jobbigt att andas. Mannen berättar att röken väller, när han kommer upp i rulltrappan halvvägs så ser han inget, massa rök. När han är uppe tar han sig ner genom en stillastående rulltrappa. Springer ner i totalt mörker, nästan hela vägen ner. Då ser han föraren och trafikbefålet då de var på väg mot spåret. Kvinna och två andra kvinnliga resenärer fortsätter upp rulltrappan, röken är så tjock att den inte ser handen framför sig. Kvinnan har svårt att andas och rädd att hon ska tippa av och bli medvetslös. Det var becksvalt i biljetthallen. Håller sig i väggen för att orientera sig, vänster hand var helt sotig för att hon trevat längs väggen. Bränner i halsen, rädd för inre brännskador. Röken skingrar sig och hon kan urskilja glasörrarna till utgången. Den andra kvinnan berättar att det var dimmigt i början av rulltrappan, när man var halvvägs såg hon ingenting. Från lukt och smak, röken var svart, och hon fick treva sig fram till utgången.</p>
08:15 - 08:30	<p>Rökdykarinsats</p> <p>Brandmän ser rökpelaren när de är på väg mot brandplatsen. De anländer ca 08:20. De ser rök komma från entrén och stålgallret på utsidan som vänder mot Rinkebytorget. Ordentlig rökutveckling från rök-gasschakt (antagligen stålgaller) vid ankomst. De ser även rök komma ut från det tryckavlastningsschakt som finns på den norra sidan av stationen.</p>
08:30 - 08:45	<p>Insats börjar ca 08:30 och utförs av två rökdykare. Sikten i röken i biljetthallen bedöms vara allt ifrån en halv meter upp till enstaka meter. Röken beskrivs som gråaktig. Röken är tjockast i biljetthallen. Två rökdykare ger sig ner i den vänstra rulltrappan med slang. Röken var tät i hela biljetthallen men minskade något ju längre ner rökdykarna kom i rulltrappan. Väl nere på avsatsen var röken så pass tät att det var svårt att se från vilket håll den kom. Rökdykarna tog sig över bron och fram till den norra perrongen. Rökdykarna sökte av perrongen och såg lågor inne i vagnen. De såg en öppen brand som är lokaliserad vid golvet. Dörrar och fönster var stängda. De ser att det har brunnit genom golvet. Sikten på perrongen var ungefär en vagnslängd. En rökdykare tog inomhusbrandpost och släckte genom att bända in slangen genom dörren. Ruta gick sönder vid insatsen. Släckningen var enkel. Klockan ca 08:45 bedöms branden vara släckt. Ingen skillnad på rökutvecklingen under insatsen.</p>

Bilaga 2

Bilaga 2 En beskrivning av tänkbar rökutveckling på stationen i Rinkeby.

Tid (h:min)	Rökutveckling och spridning av rök
07:58 – 07:59	En svag rökutveckling pågår när tåget står i Rissne. Rökutvecklingen är inte tillräckligt kraftig för att kunna upptäckas av trafikanter som är kvar på stationen i Rissne.
08:00 – 08:02	Tåget stannar i Rinkeby. Vittnen berättar om kraftig rökutveckling vid vagn nr 7, vilket är tecken på att branden börjar spridas under vagnen. På grund av relativt låg värmeutveckling, men samtidigt som golvmattan närmast stålgolvet kan ha börjat pyrolyseras lokalt genereras rök både inne i vagnen och i närområdet av den, utan att röken stiger tydligt. Rökspridningen är mycket lokal och diffus på grund av låg värmeutveckling men relativt kraftig pyrolys. Att det finns rök inne i vagnen kan också förklaras av att dörrarna stod öppna en stund.
08:02 – 08:06	Förmodligen har golvmattan inne i vagn 7 börjat pyrolyseras (lokalt begränsat) vilket har gjort att det finns mycket diffus rök inne i vagnen. Det kan vara orsaken till att föraren tvekar att gå in i vagnen. Röken sprids även på den norrgående perrongen. Under denna period börjar röken spridas långsamt i riktning mot utgången och trappan till avsatsen (bron över spår).
08:06 – 08:09	Rökgasfronten sprids från vagn 7 på norrgående perrongen via trappan till höger och upp till avsatsen (bron). I slutet av perioden så har röken börjat följa långsamt med luftströmmarna ovanför taket på rulltrappan (mellan bergväggstaket och rulltrappstaket). Röken är fortfarande ganska diffus på själva perrongen runt vagnen som brinner, eventuellt har det börjat bildas ett tunt rökgaslager högst upp vid taket. Sikten från vagnen och upp mot avsatsen har sannolikt minskat rätt mycket under denna period. Övriga delar av den norrgående perrongen är relativt rökfria på grund av de svaga luftströmmarna. Antagligen är det svagt drag från norr mot söder men kan ha upplevts som vindstilla. I slutet av denna period lämnar föraren och 4 trafikanter den norrgående perrongen för att i nästan rökfri miljö ta sig över till den södergående perrongen.
08:09 – 08:15	I början av perioden när en diffus rökgasfront upp till biljetthallen. Röken sprids till stor del ovanför taket i rulltrappan vilket förklarar varför den inte syns i rulltrappan. Så småningom så bildas ett tunt rökgasskikt i taket på biljetthallen. Trafikbefälet pratar om svagt dis i hela taket på biljetthallen när han anländer. Detta rökgasskikt växer till sig allt eftersom tiden går. Folk utanför tunnelbanan borde ha börjat märka att det kommer svag grå rök ut genom stålgallret på väggen mot Rinkeby torg. Nere på avsatsen syns tydlig rökspridning från den nedre perrongen (norrgående) och upp mot rulltrappan. Fortfarande syns inte mycket rök i själva rulltrappan men det fylls på med rök upp i biljetthallen. Uppskattningsvis så har biljetthallen rökfylld helt på fåtal minuter. I slutet av perioden så är hela biljetthallen rökfylld och ett tydligt rökgasskikt börjar vandra nedåt i rulltrappan. Sikten i rökgasskiktet försämras kraftigt under denna period. I slutet av perioden borde en relativt kraftig rökpelare ha syns utanför tunnelbanan, både från stålgallret och genom dörrarna till Rinkebytorget och mot gatan (förutsatt att de har öppnats). På perrongen och i trappan upp till avsatsen (bron) har sikten försämrats kraftigt. Det är lite rök i övrigt på den södergående perrongen eftersom den svaga luftströmmen förhindrar att den relativt kalla röken sprids i nordlig riktning. De fem personerna som förlämnade sig från den norrgående perrongen till den södergående perrongen såg inte mycket rök under sin färd. Det var först när de började närma sig stentrappan på södergående perrongen som de ser rök. På den norrgående perrongen finns mycket rök runt vagnen och fram till stentrappan. På stationen har röken börjat vandra från tåget och längs taket mot norr och även mot den andra perrongen (södergående). I slutet av perioden så har rökgasskiktet börjat vandra nedåt i rulltrappan. Någon eller några minuter senare har rökgasskiktet sjunkit ner till halva rulltrappshöjden.
08:15 – 08:30	Sikten i rökgasskiktet i biljetthallen är storleksordningen en meter. Temperaturen i rökgasskiktet har inte höjts speciellt mycket, högst 10 grader. Under perioden växer rökgaslagret relativt snabbt och vid tiden 08:22 så vet vi att rökgaslagret har sjunkit enda ner till avsatsen (rörliga bilder från trafikbefälens mobil visar det). Röken är tjockast i biljetthallen, ungefär halv till en meter, och längst ner i rulltrappan ett fåtal meter. Nedanför avsatsen, i stentrappan på den södergående perrongen, finns mycket disig rök. Man kan se hela trappan men sedan är det tjockt med gråsvart rök. På den norrgående perrongen mellan vagnen och avsatsen finns mycket rök. Sikt-längden är ungefär en vagnslängd. Röken som började vandra från tåget mot norr och över till den södergående perrongen har nått runt hela stationen. Röken har kallnat och finns som dis i två skikt. Tätare i taket och lite dis vid golvet. Orsaken är att bergväggarna kylvärmer brandgaserna vilket gör att delar av röken faller ner mot golvet. Därför syns två relativt synliga skikt över hela den södergående perrongen.
08:30 – 08:45	Inga större förändringar i rök-bilden jämfört med perioden innan.

Bilaga 3 En beskrivning av tänkbar brandutveckling i vagn 7. Baserat på vittnesmål kombinerad med beräkningar.

Tid (h:min)	Tänkbar utveckling av branden
07:58 – 07:59	Det skede som initierar branden har förmodligen startat innan tåget anländer i Rissne
08:00 – 08:02	Under färden mellan Rissne och Rinkeby, som tog ca 2 minuter, så har branden förmodligen inte hunnit få något ordentligt fäste. Det finns inga tecken på att branden tagit sig igenom golvet än. Det finns inga vittnesmål som talar om rök inne i vagnen under färd eller hål som syns i golvet. Vid ankomst avtar luftkylningen under vagnen kraftigt och branden får större möjlighet att utvecklas. Det finns inga vittnen som ser någon flamma eller rök när de stiger av tåget. Det finns alltså inga tecken på branden har börjat utvecklas nämnvärt under vagnen när tåget stannar. All eventuell brandutveckling som har börjat i Rissne, eller tidigare, har sannolikt bromsas av eller reducerats under färden. När tåget stannar i Rinkeby då tar det fart igen men det måste ha varit relativt lokala bränder. Någon eller några minuter efter att tåget stannar ser vittnen öppna lågor under vagnen, vilket är tecken på att det har börjat brinna i kablar och fett/smuts. När väl branden startar igen sprids den sakta under vagnen. Det finns goda förhållande för branden att utvecklas där nu. De elektriska tändkällorna fortsätter också att generera värme (blixtar) och eventuellt nya brandhårdar bildas. Värmen från branden leds igenom stålgolvet och golvmattan börjar pyrolyseras lokalt.
08:02 – 08:06	Under denna period börjar en tydlig brandspridning under vagnen att ske. Det finns dock inga vittnen under denna period som ser någon brandutveckling inne i vagnen (kupén).
08:06 – 08:09	Under denna period börjar branden växa/spridas kraftig under vagnen. Hela undervagnen är dock antagligen inte övertänd. Branden håller på att växa till sig ordentligt och sprids hela tiden. Vittnen ser lågor som slår upp mellan vagnen och perrongen. Det är tecken på att branden har tagits sig ordentligt under vagnen. Det är fortfarande oklart om branden har spridit sig till själva kupén. Beror på hur/när/varför det blev hal i golvet.
08:09 – 08:15	Under denna period blir vagnen övertänd på undersidan. Det är mer sannolikt att branden har spridits till kupén under denna period.
08:15 – 08:30	I början av denna period brinner det antagligen för fullt under vagnen och branden har börjat utvecklas inne i kupén. Rökgaslagret inne i kupén växer och blir tjockare och tjockare. Under denna period har sätet inne i vagnen börjat brinna och spridits till väggen och branden når förmodligen sitt maximum. Innan slutet av perioden så har branden börjat avta kraftigt.
08:30 – 08:45	Branden har avtagit i intensitet, speciellt under vagnen. Delar av golvmattan brinner och sätet brinner fortfarande när räddningstjänsten anländer. På grund av låg syrenivå i rökgaslagret så begränsas brandtillväxten inne i vagnen. Medeltemperaturen i varma rökgaslagret är inte mycket högre än 200 °C. Temperaturen i närområdet av branden och i taket har dock, när branden uppnådde maximum, varit betydligt högre. Rökdykare observerade lågor inne i vagnen när de anlände. De var koncentrerade till mitten av vagnen, och vagnen var full med svarta rökgaser som puffade till. Det brann i sätet, och i golvet, ungefär i mitten av vagnen. Branden var dock sannolikt på väg att minska i sin tillväxt.

Bilaga 4 En beskrivning av matematisk modell för beräkning av brandeffekten i vagn 7.

Följande matematiska uttryck används för att representera brandutvecklingskurvan [3]:

$$\dot{Q}(t) = \dot{Q}_{\max} \cdot n \cdot r \cdot e^{-kt} (1 - e^{-kt})^{n-1} \quad (4.1)$$

där \dot{Q}_{\max} är maximum brandeffekt (MW) och t är tiden i (s).

De olika parametrarna n , r och k i ekvation (4.1) påverkar formen på kurvan på olika sätt. Variabeln n kallas för "retard index", r kallas för "amplitude coefficient" och bestäms av;

$$r = \left(1 - \frac{1}{n}\right)^{1-n} \quad (4.2)$$

och k kallas för "time width coefficient" och beskrivs på följande sätt:

$$k = \frac{\dot{Q}_{\max}}{E_{\text{tot}}} \cdot r \quad (4.3)$$

där E_{tot} är totala energivärdet. De parametrar som är bestämmande i ekvation (4.1 – 4.3) är E_{tot} , \dot{Q}_{\max} samt n . I Tabell 4.1 anges de parametrar som användes till framtagningen av kurvorna.

Tabell 4.1 Parametrar som användes vid framtagning av brandutvecklingskurvor för vagn 7.

Parameter	Minimum		Maximum	
	Under vagnen	Inne i vagnen	Under vagnen	Inne i vagnen
E_{tot} (GJ)	2	1	3	2
\dot{Q}_{\max} (MW)	2	0.5	4	0.5
n	24	5	55	3
r	2.661	2.441	2.694	2.25
k	0.00266	0.001221	0.003591	0.0005625

Valet av n styr kurvans utseende med hänsyn till tidsskalan. Det har optimerats med hänsyn till den beskrivning av brandutvecklingen som finns redovisad i Bilaga 3.