

ISSN 1400-5743

Slutrapport RJ 2013:04

*Tillbud med tekniskt fel på tunnelåg
vid Medborgarplatsens och Slussens tunnelbanestationer,
Stockholms län, den 24 maj och den 9 juni 2011*

Dnr J-38/11

2013-11-21

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.

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

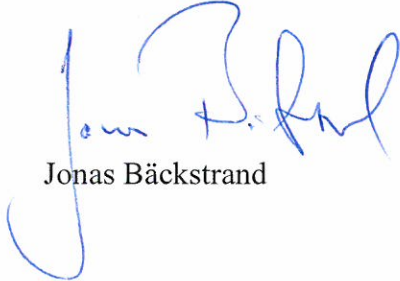
Transportstyrelsen
Väg- och järnvägsavdelningen
Box 14
781 21 Borlänge

Slutrapport RJ 2013: 04

Statens haverikommission har undersökt två tillbud som inträffade den 24 maj 2011 och den 9 juni 2011 i Stockholms län, med ett tunneltåg vid Medborgarplatsens och Slussens tunnelbanestationer.

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

Statens haverikommission emotser besked senast den 24 februari 2014 om vilka åtgärder som har vidtagits med anledning av de i rapporten intagna rekommendationerna.


Jonas Bäckstrand


Claes Hedbom

Innehåll

1	FAKTAREDOVISNING OM HÄNDELSEN	9
1.1	Händelseförloppet	9
1.2	Olycksplatsen	10
1.3	Räddningsinsatsen	10
1.4	Dödsfall, personskador och materiella skador	10
1.5	Händelsemiljön	10
1.5.1	<i>Personal</i>	10
1.5.2	<i>Vittnen och tredje man</i>	10
1.5.3	<i>Tåget och dess sammansättning</i>	11
1.5.4	<i>Infrastrukturen</i>	11
1.5.5	<i>Kommunikationsmedel</i>	11
1.5.6	<i>Pågående arbeten vid eller i närheten av platsen</i>	11
1.5.7	<i>Väder- och siktförhållanden</i>	11
1.6	Utredningen	11
2	GENOMFÖRDA UNDERSÖKNINGAR	13
2.1	Vittnesupplysningar	13
2.1.1	<i>Direkt inblandad personal</i>	13
2.1.2	<i>Övrig berörd personal</i>	13
2.1.3	<i>Övriga berörda vittnen</i>	13
2.2	MTR:s system för säkerhetsstyrning	13
2.2.1	<i>Företaget, arbetsorganisation och ordervägar</i>	13
2.2.2	<i>TBT – Tunnelbanan Teknik Stockholm AB</i>	15
2.2.3	<i>Kompetenskrav på personal</i>	15
2.2.4	<i>Rutiner för internkontroll, internrevision och uppföljning av personal</i>	16
2.2.5	<i>Samspel med andra verksamhetsutövare</i>	17
2.2.6	<i>Larmplan och organisation vid olyckor och tillbud</i>	17
2.3	Bestämmelser och föreskrifter	17
2.3.1	<i>Författningar på EU-nivå och nationell nivå</i>	17
2.3.2	<i>MTR:s säkerhetsbestämmelser</i>	21
2.4	Tillstånd och funktion hos tekniska system	26
2.4.1	<i>Signal- och trafikledningsanläggningar</i>	26
2.4.2	<i>Spårtekniska anläggningar</i>	26
2.4.3	<i>Kommunikationsutrustning</i>	26
2.4.4	<i>Rullande materiel</i>	26
2.4.5	<i>Detektorer</i>	34
2.4.6	<i>Andra registreringar</i>	35
2.5	Undersökning och dokumentation av operativa åtgärder	36
2.5.1	<i>Trafikledningsåtgärder</i>	36
2.5.2	<i>Säkerhetssamtal</i>	36
2.5.3	<i>Tillsyningsmäns och förarens anteckningar</i>	36
2.5.4	<i>Skydd för olycksplatsen</i>	36

2.6	Samspel människa-teknik-organisation	36
2.6.1	<i>Arbetstider för berörd personal</i>	36
2.6.2	<i>Medicinska och personliga förhållanden</i>	36
2.6.3	<i>Utformning av arbetsplats och utrustning</i>	36
2.7	Förutsättningar för räddningsinsatsen	36
2.8	Tidigare/andra händelser av liknande art	36
2.9	Andra undersökningar av händelsen	36
3	ANALYS	37
3.1	Kartläggning av händelseförloppet (händelseanalys)	37
3.2	Orsaksanalys	38
3.2.1	<i>Avvikelseanalys</i>	38
3.2.2	<i>Påverkande förhållanden</i>	39
3.3	Barriäranalys	41
3.4	Konsekvensanalys	41
3.5	Analys av räddningsinsatsen	41
4	UTLÅTANDE	42
4.1	Undersökningsresultat	42
4.2	Orsaker till tillbudet	42
4.3	Övriga iakttagelser	43
5	VIDTAGNA ÅTGÄRDER	44
5.1	Genomförda åtgärder	44
5.2	Beslutade men ej genomförda åtgärder	45
6	REKOMMENDATIONER	45

Allmänna utgångspunkter och avgränsningar

Statens haverikommission (SHK) är en statlig myndighet som har till uppgift att undersöka olyckor och tillbud till olyckor i syfte att förbättra säkerheten. SHK:s olycksundersökningar syftar till att så långt som möjligt klarlägga såväl händelseförlopp och orsak till händelsen som skador och effekter i övrigt. En undersökning ska ge underlag för beslut som har som mål att förebygga att en liknande händelse inträffar igen eller att begränsa effekten av en sådan händelse. Samtidigt ska undersökningen ge underlag för en bedömning av de insatser som samhällets räddningstjänst har gjort i samband med händelsen och, om det finns skäl för det, för förbättringar av räddningstjänsten.

SHK:s olycksundersökningar syftar till att ge svar på tre frågor: *Vad hände? Varför hände det? Hur undviks att en liknande händelse inträffar?*

SHK har inga tillsynsuppgifter och har heller inte någon uppgift när det gäller att fördela skuld eller ansvar eller rörande frågor om skadestånd. Det medför att ansvars- och skuldfrågorna varken undersöks eller beskrivs i samband med en undersökning. Frågor om skuld, ansvar och skadestånd handläggs inom rättsväsendet eller av t.ex. försäkringsbolag.

I SHK:s uppdrag ingår inte heller att vid sidan av den del av undersökningen som behandlar räddningsinsatsen undersöka hur personer förda till sjukhus blivit behandlade där. Inte heller utreds samhällets aktiviteter i form av socialt omhändertagande eller krishantering efter händelsen.

Utredningen

Statens haverikommission (SHK) underrättades den 24 maj 2011 om att ett tillbud inträffat på Medborgarplatsens tunnelbanestation, Stockholms län, där ett tunneltåg lämnat stationen med en öppen passagerardörr samma dag kl. 13.45.

SHK underrättades den 9 juni 2011 om att ett tillbud inträffat på Slussens tunnelbanestation, Stockholms län, där ett tunneltåg lämnat stationen med en öppen passagerardörr samma dag kl. 14.40.

Tillbudet har undersökts av SHK som företrätts av Carin Hellner, ordförande till och med januari 2012 därefter av Jonas Bäckstrand, samt Claes Hedbom, utredningsledare.

SHK har biträtts av Sigurd Tornborg från Interfleet Technology AB som teknisk expert på C20-fordon.

Undersökningen har följts av Transportstyrelsen genom Jerker Stubbans, Sofia Gjerstad och Per Almqvist.

Rapport RJ 2013:04

<i>Järnvägsfordon: Typ, beteckning (littera), nr:</i>	C20 tunneltåg, fordon 2077
<i>Fordonsägare:</i>	AB Storstockholms Lokaltrafik
<i>Spårinnehavare:</i>	AB Storstockholms Lokaltrafik
<i>Trafikutövare:</i>	MTR AB
<i>Tidpunkt för händelserna:</i>	2011-05-24 kl. 13.45 2011-06-09 kl. 14.40
<i>Plats:</i>	Medborgarplatsens tunnelbanestation och Slussens tunnelbanestation, Stockholms län.
<i>Typ av tåg, tågnr:</i>	Resandetunnelståg, linje 17 tur 111 och linje 18 tur 141.
<i>Personskador:</i>	Inga.
<i>Skador på järnvägsfordon:</i>	Inga.
<i>Skador på järnvägsinfrastruktur:</i>	Inga.
<i>Andra skador:</i>	Inga.

Sammanfattning

Vid två tillfällen under 2011 inträffade tillbud till olyckor i Stockholms tunnelbana med tunneltåg av typen C20 som lämnade plattformen med ett passagerardörrpar öppet.

Den 24 maj steg en person med rullator av tunneltåget vid Medborgarplatsens tunnelbanestation under pågående dörrstängning och fastnade i dörrparet. Personen trängde sig ut ur tunneltåget. Tunneltåget startade därefter och lämnade plattformen med passagerardörrparet öppet 30-40 cm.

Den 9 juni fastnade en person med en väska vid Slussens tunnelbanestation när personen försökte kliva på tunneltåget under pågående dörrstängning. Personen ryckte ut väskan men dörrparet stängdes inte. Tunneltåget startade och lämnade plattformen med dörrparet öppet 15-20 cm. Vid båda händelserna stängdes dörrarna senare under färd.

Tunnelståget C20 är konstruerat så att föraren endast ska kunna framföra tåget om klarsignal har erhållits från tåget säkerhetssystem. Tågets säkerhetssystem förhindrar drift av tunnelståget genom att full driftbroms behålls och en röd signal visas för föraren om inte alla parametrar för klarsignal är uppfyllda. En av dessa parametrar är att passagerardörrarna ska vara stängda och låsta. I de båda fallen rapporterade förarna att de, efter genomförd dörrstängning, fått klarsignal och att tunnelståget gick att starta.

Orsaken till tillbudet var en överledning mellan två elektriska ledare i kopplet på vagn 2077:s B-ände. Överledningen ledde till att säkerhetssystemet som rapporterar att passagerardörrarna är stängda och låsta rapporterade ”klart” för

alla passagerardörrar som befann sig efter kopplet i vagn 2077 B-ände samt för alla eventuella vagnar som var kopplade efter vagn 2077.

Bakomliggande orsaker var att underhållsentreprenören under en koppelrevision använde felaktiga underhållsinstruktioner som saknade vissa moment för kontroll av isolation mellan ledare i kopplet.

Att överledningen kunde uppstå berodde på att den krympslang som används som isolering var av fel dimension för att krympas över den kabelsko som användes samt att kontaktstiften sitter tätt monterade och inte mekaniskt stabilt åtskilda, vilket medförde att en nötning mellan kabelskorna skapade en elektrisk kontakt mellan två stift i kopplet.

MTR:s säkerhetsstyrningssystem har inte förmått fånga upp att Underhållsentreprenören använt avvikande instruktioner vid underhållet av vagnarna. Transportstyrelsens tillsyn, genom revisioner, har inte förmått upptäcka dessa avvikelser i MTR:s säkerhetsstyrningssystem trots att revisioner har genomförts mot fordonsunderhållet hos MTR kort tid innan händelserna inträffade eftersom inga verifieringar genomfördes vid dessa revisioner.

Rekommendationer

Transportstyrelsen rekommenderas att i arbetet med att analysera och utvärdera sina arbetsmetoder särskilt överväga om tillsynsformen R1 (brevtillsyn) och företagsmöten är tillräckliga för att kunna verifiera att verksamhetsutövare inom spårtrafikområdet uppfyller sin skyldighet att ha ändamålsenliga rutiner för att uppmärksamma brister och avvikelser i fordonsunderhållet. (se avsnitt 2.3.1 och 3.2.2) (RJ 2013:04 R1).

1 FAKTAREDOVISNING OM HÄNDELSEN

1.1 Händelseförloppet

Det har vid två tillfällen inträffat tillbud till olyckor i Stockholms tunnelbana med tunneltåg av typen C20 som lämnat tunnelbanepattformen med ett passagerardörrpar öppet.

Den 24 maj 2011 kl. 13.45 steg en person med rullator av tunneltåget vid Medborgarplatsens tunnelbanestation under pågående dörrstängning och fastnade i dörrparet. Personen trängde sig ut ur vagnen och ramlade på plattformen. Tunneltåget startade och lämnade plattformen med passagerardörrparet, som personen precis lämnat tunneltåget genom, öppet 30-40 cm. Enligt uppgift stängdes dörrarna när tåget hade åkt ca 50 meter.

Den 9 juni 2011 fastnade en person med en väska vid Slussens tunnelbanestation när personen försökte kliva på tunneltåget under pågående dörrstängning. Personen ryckte ut väskan men dörrparet stängdes inte. Tunneltåget startade och lämnade plattformen med dörrparet öppet cirka 15-20 cm. Enligt uppgift stängdes passagerardörrarna ungefär när tåget var mitt på bron på väg mot Gamla stans tunnelbanestation.

Tunneltåget C20 är konstruerat så att föraren endast ska kunna framföra tåget om klarsignal har erhållits från tåget säkerhetssystem. Tågdatorn, som ingår i systemet, kontrollerar flera parametrar innan tunneltåget kan framföras. En av dessa parametrar är att alla passagerardörrar är stängda och låsta. Tågdatorn förhindrar drift av tunneltåget genom att full driftbroms behålls och en röd signal visas för föraren om inte alla parametrar för klarsignal är uppfyllda. I de båda fallen rapporterade förarna att de, efter genomförd dörrstängning, fått klarsignal och att tunneltåget gick att starta.

Orsaken till tillbudet var en överledning mellan två elektriska ledare i kopplet på vagn 2077. Överledningen ledde till att kontrollslinga dörrar som rapporterar att passagerardörrarna är stängda och låsta alltid rapporterade "klart" för alla passagerardörrar som befann sig efter kopplet i vagn 2077:s B-ände samt för alla eventuella fordon som var kopplade efter vagn 2077.



Figur 1. Fordon C20.

1.2 Olycksplatsen

Medborgarplatsens och Slussens tunnelbanestationer är belägna på gröna linjen i Stockholms tunnelbana.

1.3 Räddningsinsatsen

Inte aktuellt för händelsen.

1.4 Dödsfall, personskador och materiella skador

Inga skador.

1.5 Händelsemiljön

1.5.1 Personal

Förarna för de två turlerna.

1.5.2 Vittnen och tredje man

Händelsen vid Slussen den 9 juni 2011 bevittnades av en anställd på MTR som åkte i vagn 2077. Personen rapporterade händelsen till MTR:s säkerhetsavdelning.

1.5.3 Tåget och dess sammansättning

Tunneltåget bestod av tre sammankopplade vagnar av typ C20.

Händelsen vid Medborgarplatsen den 24 maj 2011.

Linje: 17.

Tur: 111.

Tunneltågets sammansättning: 2040-2077-2205 (2040 var aktiv förarhytt).

SHK har inga uppgifter om vagnarnas orientering.

Det öppna passagerardörrparet fanns i vagn 2205.

Händelsen vid Slussen den 9 juni.

Linje: 18.

Tur: 141.

Tunneltågets sammansättning: 2018-2161-2077 (2018 var aktiv förarhytt).

Vagn 2077:s B-ände var kopplad mot vagn 2161.

Det öppna passagerardörrparet fanns i vagn 2077.

1.5.4 Infrastrukturen

AB Storstockholms Lokaltrafik var spårinnehavare för Stockholms tunnelbana vid tiden för händelsen. Sedan den 1 januari 2013 har förvaltningen övergått till trafiknämnden inom Stockholms läns landsting.

Händelserna inträffade på den gröna linjen (Tub 1) som har totalt 49 stationer och består av fyra delar, Hässelby strand i väster samt Hagsätra, Farsta strand och Skarpnäck i söder.

Den gröna linjen är elektrifierad med 750VDC och sträckan är utrustad med ett datorstyrt signalsystem. Den största tillåtna hastigheten på linjen är 70 km/tim.

1.5.5 Kommunikationsmedel

Inte aktuellt för händelsen.

1.5.6 Pågående arbeten vid eller i närheten av platsen

Inte aktuellt för händelsen.

1.5.7 Väder- och siktförhållanden

Inte aktuellt för undersökningen.

1.6 Utredningen

När SHK fick kännedom om händelserna inleddes en förstudie och beslut fattades den 14 juni om att undersöka händelserna. En inledande undersökning av vagnarna skedde den 20 juni 2011.

Statens haverikommission sände den 30 juni 2011 en anmälan enligt 17 § förordningen (1990:717) om undersökning av olyckor till Transportstyrelsen med information om att ett elektriskt fel i kopplet mellan vagnarna kan störa

den funktion som kontrollerar att dörrarna i tågsättet är stängda och låsta när tåget ska starta.

På uppdrag av SHK har Interfleet Technology AB genomfört en teknisk undersökning av tunnelvagnarna som återfinns i en rapport (TS4215-0000-2-RES, daterad 2011-12-14).

På uppdrag av SHK har SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut genomfört en teknisk undersökning av lågeffektdonet som återfinns i en rapport (PX18184, daterad 2012-02-22).

Presentation av fakta (haverisammanträde) skedde i SHK:s lokaler den 31 mars 2012.

Avgränsningar i utredningen

Det finns tekniska system på tunneltåg av typ C20 som ska förhindra att tunneltåget, vid normaldrift, startar från plattformen med passagerardörrar som inte är stängda och låsta. Redan i ett tidigt skede av utredningen fanns det omständigheter som pekade på att det fanns avvikelser i detta system. Bland annat framkom det att vid båda de händelser som kom till SHK:s kännedom hade klarsignal getts efter dörrstängning och tunneltåget gick att framföra. Utöver det tekniska systemet finns även bestämmelser och rutiner om att föraren ska genomföra vissa efterkontroller efter genomförd dörrstängning. Dessa kontroller ersätter dock inte det tekniska systemet och förmår inte upptäcka samma felmoder/avvikelser som detta. SHK har i denna utredning valt att avgränsa undersökningen till vagnarnas tekniska system.

2 GENOMFÖRDA UNDERSÖKNINGAR

2.1 Vittnesupplysningar

2.1.1 Direkt inblandad personal

SHK har inte intervjuat de inblandade förarna. Förarna för de två turerna har enligt uppgift från MTR uppgivit att de fått klarsignal efter genomförd dörrstängning och att tåget gick att starta.

2.1.2 Övrig berörd personal

MTR AB

SHK har under utredningen genomfört intervjuer med representanter från MTR:s säkerhetsavdelning.

TBT (Tunnelbanan Teknik Stockholm AB)

SHK har under utredningen genomfört intervjuer med representanter från TBT:s depå i Vällingby.

2.1.3 Övriga berörda vittnen

Händelsen vid Slussen den 9 juni bevitnades av en anställd person från MTR som åkte med i den aktuella vagnen med öppen passagerardörr. SHK har tagit del av personens skriftliga redogörelse för händelsen. Beträffande händelsen vid Medborgarplatsen har specifika vittnen inte hörts.

2.2 MTR:s system för säkerhetsstyrning

2.2.1 Företaget, arbetsorganisation och ordervägar

MTR Stockholm är ett dotterbolag till MTR Europe som ingår i MTR Corporation Ltd, vilket bolag har sitt säte i Hong Kong.

Den 2 november 2009 tog MTR över kontraktet angående trafikutövning, vilket inkluderar drift, planering och underhåll av tunnelbanan. TBT ansvarar på uppdrag av MTR för underhåll av tunneltågen.

MTR:s säkerhetsordning beskrivs i *Säkerhetsordning MTR Stockholm*. Dokumentet beskriver hur MTR arbetar med trafiksäkerheten och hur de uppfyller kraven i Transportstyrelsens *Regelbok för spårbunden trafik*.

I kapitel 4 beskrivs besiktning, funktionskontroll och underhåll av fordon:

MTR Stockholm anlitar Tunnelbanan Teknik Stockholm AB (TBT) som underleverantör för allt underhåll fordonsunderhåll på hela flottan som MTR nyttjar för trafikering.

TBT har system för fordonsunderhåll som beskrivs i sin helhet i VLS (Verksamhetsledningssystemet). TBT utför underhållet enligt vagnägarens (SL) underhållsplan som översiktligt beskriver åtgärder för respektive vagnstyp med intervall, samt med hänvisning till gällande

produktföreskrifter och arbetsinstruktioner. Nedan beskrivna dokument och system används för att styra underhållet.

Tabell 1. Utdrag ur TBT:s system för att styra underhållet av fordon.

System	Funktion
TBT Underhållshandbok	Dokumentsamling som tagits fram av TBT för att stödja underhållsarbetet. Innehåller <ul style="list-style-type: none"> • Underhållsplan (program) • Arbetsinstruktioner per åtgärd • Checklistor (Pricklistor) • Mätprotokoll
TrainMate	Dokumentsystem (PDM) som förvaltas av SL. Innehåller <ul style="list-style-type: none"> • Underhållsåtgärder med intervall och referens till dokument • Arbetsinstruktioner per åtgärd • Ritningar och scheman
Teknikmeddelanden	Meddelanden som anslås på intranätet och "Ordertavla" som under en begränsad tid ersätter en instruktion. Ex. i väntan på att underhållsinstruktion skall uppdateras eller för en tillfällig kampanj.

TrainMate är det system som innehåller giltig underhållsdokumentation för C20-fordonen. Systemet ägs av Bombardier men förvaltas av SL.

Till dokumentet *Säkerhetsordning MTR Stockholm* hör dokumentet *Säkerhetsledningssystem manual*. I dokumentet finns följande föreskrivet angående fordonsunderhåll:

Fordonsunderhåll

- I. Fordon får inte tursättas om underhållet på vagnen avviker från det som beskrivits i underhållsplan.
- II. För tursättning av alla typer av spårfordon gäller att fordon inte får sättas i trafik om fordon under tursättningens gång beräknas överskrida intervall för förebyggande underhållsaktivitet.
- III. Spårfordon med överskriden intervall för underhållsaktivitet kan tursättas i trafik om gällande dispens föreligger.
- IV. Spårfordon får inte tursättas om de innehåller kända fel eller avvikelser från avsedda funktioner som kan påverka trafiksäkerheten negativt.

I avtalet för säkerhetsfrågor mellan MTR och TBT beskrivs Fordonsunderhåll enligt följande:

TBT utför underhållet enligt vagnsägarens underhållsplan som översiktligt beskriver åtgärder för respektive vagnstyp med intervall, samt med hänvisning till gällande produktföreskrifter och arbetsinstruktioner.

Dokumentet innehåller även Tabell 1 som beskriver gällande dokument och system för underhåll.

Vidare anges följande:

TBT skall registrera alla utförda åtgärder på komponenter och fordon i därför avsedda system för att vid var tid kunna redogöra för övergripande status på varje komponent och vagnindivid samt svara för att fordonens har en tillräckligt hög trafiksäkerhetsmässig standard status på dennes enligt BV-FS 2000:1.

I samband med att MTR övertog trafiken skrevs ett underavtal mellan MTR och TBT. I detta avtal anges att TBT skall uppfylla alla kriterier som SL AB beskriver i huvudavtalet med MTR gällande fordonsunderhåll och depåförvaltning.

I huvudavtalet ("E17- Upphandling avseende tunnelbaneverksamhet i Stockholms län" Utdrag ur E17 BO.1.7.2.1 Säkerhetsstyrning Fordon och föreskriftsändringar) anges:

- *SL äger alla föreskrifter, instruktioner och underhållsdokumentation för SLs fordon och strategiska komponenter, samt godkänner ändringar i dessa handlingar. Entreprenören får inte förändra omfattning, innehåll och inriktning i av SL angivna åtgärder i dessa handlingar utan SLs godkännande.*
- *Entreprenören skall följa speciella godkännande processer för fordon och föreskriftsändringar.*
- *Enbart förändringar beslutade av SL få införas i dokumenten och på SL fordon.*

2.2.2 TBT – Tunnelbanan Teknik Stockholm AB

TBT, Tunnelbanan Teknik Stockholm AB, bildades 2009 och finns på 5 platser i Stockholmsområdet. TBT utför underhåll av tunnelbanevagnar, moderniseringar av fordon samt reparationer av olika fordon för järnväg och spårväg.

TBT ägs till 50 % av MTR Stockholm AB och till 50 % av det norska underhållsföretaget Mantena AS.

För att få bedriva underhåll av fordon på tunnelbanan krävs, enligt lagen (1990:1157) om säkerhet vid tunnelbana och spårväg, tillstånd för verksamheten. Ett sådant tillstånd innehas av MTR Stockholm.

MTR har anlitat TBT som entreprenör för underhåll av fordon. Detta innebär att TBT inte behöver något eget tillstånd för underhållet utan omfattas av MTR:s tillstånd för verksamheten.

2.2.3 Kompetenskrav på personal

Inte aktuellt för händelsen.

2.2.4 Rutiner för internkontroll, internrevision och uppföljning av personal

Avvikelsehantering

I MTR:s säkerhetsordning återfinns i kapitel 8.3.9 en beskrivning av hur avvikelser hanteras i MTR:s säkerhetsstyrning:

Som en del i MTR Stockholms system för hantering av olyckor och tillbud används ett avvikelshanteringssystem (C2). C2 används för att rapportera, besluta, genomföra och följa upp avvikelser och förbättringsförslag.

Vid tiden för händelsen använde inte MTR systemet C2 för att registrera avvikelser. MTR använde istället ett avvikelssystem, Compass, där förare rapporterade händelser i trafik till trafikledningen som sedan registrerade inrapporterade avvikelser i Compass. MTR registrerade inte avvikelser för brister/avvikelser i underhåll eller underhållsdokumentation i något system utan detta sköttes av TBT.

MTR hade vid tiden för händelsen inget avvikelshanteringssystem där personalen kunde registrera avvikelser av mer allmän karaktär, t.ex. avvikelser i dokumentation eller avvikelser hos anlitade entreprenörer för t.ex. underhåll.

TBT använde systemet C2 för att registrera avvikelser i sin verksamhet. Om TBT ansåg att en avvikelse berörde MTR sände TBT information om avvikelsen till MTR. MTR gick inte igenom TBT:s avvikelser utan MTR blev bara uppmärksammade på avvikelser när TBT ansåg att det behövdes. Enligt uppgift från MTR registrerade TBT mest avvikelser angående arbetsmiljö och trafikhändelser i depån i C2.

MTR genomförde vid tiden för händelsen ingen annan kontroll av avvikelshantering i samband med underhåll av fordonen än den som nämns ovan.

Revisioner

I MTR:s säkerhetsordning, version 4.0 återfinns i kapitel 8.3 *Beskrivning Säkerhetsstyrning* en hänvisning till att beskrivning för interna revisioner återfinns i *MTR Stockholms Säkerhetsmanual*, version 3.0. Där anges bl.a. följande.

- I. MTRS kommer att utföra regelbundna revisioner av den egna verksamheten i syfte att säkerställa att MTRS uppfyller sina säkerhetsåtaganden.*
- II. Intervallen för interna riktade revisioner bör inte överstiga 12 månader.*
- III. En årlig revisionsplan skal upprättas och dokumenteras vilken skall innehålla:*
 - *Mål och omfattning för revisionen*
 - *Uppgifter om föreskrifter och normer som skall revideras*
 - *Tid och plats för revisionen*
 - *Specificering av de enheter som skall revideras*
 - *Plan över möten*

MTR:s dokument *interna revisioner* (version 1) beskriver rutiner för interna revisioner av verksamheten. Enligt rutinen för interna revisioner ska, utifrån en handlingsplan, en årlig revisionskalender tas fram, vilket kvalitets- och miljödirektören, säkerhetsdirektören och arbetsmiljöchefen är ansvariga för. I rutinen står att tillkommande revisioner inte dokumenteras i revisionsplanen utan endast planerade revisioner. SHK har tagit del av revisionsplaner för 2010 och 2011, vilka inte innehåller några planerade revisioner hos TBT som rör frågan om bolaget följer kraven på underhåll och service eller hur TBT säkerställer att rätt instruktioner används för arbeten med C20-fordon.

SHK har efterfrågat hur MTR säkerställer att TBT följer kraven på underhåll och service samt hur MTR säkerställer att rätt instruktioner används för arbeten med C20-fordonen. MTR uppgav att detta görs i samband med revisioner. Detta svar har också inkommit till Transportstyrelsen vid företagsmöten mellan MTR och Transportstyrelsen.

Från starten av verksamheten i november 2009 fram till händelsen i juni 2011 har MTR inte genomfört några revisioner av TBT:s verksamhet för att undersöka om rätt instruktioner används för underhåll av C20-fordonen.

MTR har inte heller uppmärksammat att TBT inte sparat alla komponenter i underhållssystemet för kontroll av serviceintervall eller att punkter i avtalet angående ändringar i underhållsinstruktioner har genomförts av TBT utan att SL har godkänt det (se vidare kapitel 2.3.2).

2.2.5 *Samspel med andra verksamhetsutövare*

Inte aktuellt för händelsen.

2.2.6 *Larmplan och organisation vid olyckor och tillbud*

Inte aktuellt för händelsen.

2.3 **Bestämmelser och föreskrifter**

2.3.1 *Författningar på EU-nivå och nationell nivå*

Av 4 § lagen (1990:1157) om säkerhet vid tunnelbana och spårväg framgår att sådan verksamhet som avses i lagen (spårinnehav, trafikutövning och trafikledning) endast får bedrivas av den som har tillstånd av tillsynsmyndigheten. Enligt 2 § förordningen (1990:1165) om säkerhet vid tunnelbana och spårväg är Transportstyrelsen tillsynsmyndighet.

Beträffande säkerhetsordning och organisation innehåller nämnda lag bl.a. följande grundläggande bestämmelser:

11 § För verksamheten skall den organisation finnas som krävs för att verksamheten skall kunna bedrivas på ett säkert sätt.

14 § För verksamheten skall det finnas en säkerhetsordning med sådana säkerhetsbestämmelser som behövs utöver denna lag och de föreskrifter som är utfärdade med stöd av lagen.

15 § Den som driver verksamheten ansvarar för att de i 10-14 § angivna kraven uppfylls.

Av Järnvägsstyrelsens föreskrifter (JvSFS 2007:4)¹ om säkerhetsordning för tunnelbana och spårväg framgår att säkerhetsordning är ett sammanfattande begrepp för verksamhetsutövarnas egna detaljerade säkerhetsbestämmelser om trafik, personal, fordon, spåranläggning, olycks- och tillbudshantering samt internkontroll.

Enlig 2 § ska säkerhetsordningen innehålla bestämmelser om bedrivande av trafik och arbeten på spåret, besiktning, funktionskontroll och underhåll av fordon och internkontroll.

Järnvägsstyrelsens föreskrifter (JvSFS 2007:5) om internkontroll för tunnelbana och spårväg, innehåller bland annat följande bestämmelser:

2 § Kraven på säkerhetsstyrning omfattar, utöver verksamhetsutövarens egen verksamhet, även den verksamhet som utförs av entreprenörer för verksamhetsutövarens räkning samt de produkter av betydelse för säkerheten som verksamhetsutövaren använder.

3 § Verksamhetsutövarens verkställande ledning ska utöva säkerhetsstyrning av verksamheten. Säkerhetsstyrningen ska följas upp i den omfattning verksamheten kräver.

6 § Verksamhetsutövaren ska ha rutiner som säkrar att olyckor, tillbud och andra avvikelser i drift och produktion snabbt fångas upp. Rutinerna ska vara väl dokumenterade och beskriva hur olyckor, tillbud och andra avvikelser ska identifieras, dokumenteras, utvärderas och åtgärdas samt hur information till berörda ska lämnas.

9 § När ny teknik, nya principer, väsentliga förändringar i existerande organisation eller oprövade lösningar som har en trafiksäkerhetsmässig betydelse avses att införas ska riskanalys, eller i enklare fall riskbedömning, utföras, verifieras och dokumenteras.

Föreskrifter om underhåll av spårfordon fanns vid tiden för händelserna i Järnvägsinspektionens föreskrifter (BV-FS 2000:1)² om besiktning, funktionskontroll och underhåll av fordon. Med *underhåll* avses samtliga åtgärder som syftar till att upprätthålla de funktioner som har betydelse för trafiksäkerheten. Med *säkerhetsbesiktning* avses de kontroller som syftar till att fastställa de åtgärder som krävs för att upprätthålla de funktioner som har betydelse för trafiksäkerheten. Med *funktionskontroll* avses ett säkerställande av trafiksäkerhetsmässigt viktiga funktioner, i anslutning till fordonets eller säkerhetstillbehörets dagliga användande. I 7 § nämnda föreskrift stadgas följande:

¹ Föreskriften är sedan 1 september 2013 ersatt av Transportstyrelsens föreskrifter (TSFS 2013:44) om säkerhetsstyrning och säkerhetsordning med säkerhetsbestämmelser inom tunnelbana och spårväg.

² Föreskriften är sedan 31 maj 2012 ersatt av Transportstyrelsens föreskrifter (TSFS 2012:33) om besiktning, funktionskontroll och underhåll av fordon.

7 § Verksamhetsutövaren skall ha skriftliga bestämmelser för säkerhetsbesiktning, funktionskontroll och underhåll.
Av bestämmelserna skall framgå

1. vilken den största intervallen är mellan de periodiska besiktning- eller underhållstillfällena,
2. vid vilka tillfällen säkerhetsbesiktning skall ske utöver de periodiska säkerhetsbesiktningarna,
3. vilka kontroller som skall utföras och vilka gränsvärden som skall gälla vid säkerhetsbesiktning,
4. vilka åtgärder som skall utföras vid periodiskt underhåll,
5. vilka kontroller som skall utföras vid funktionskontroll,
6. hur avvikelser skall rapporteras,

Tillstånd

Transportstyrelsen genomförde en tillståndsgivningsprocess beträffande MTR då bolaget tog över kontraktet för Stockholms tunnelbana. I samband med tillståndsgivningen genomförde Transportstyrelsen en systemrevision, vid vilken det undersöktes om verksamhetsutövaren hade ett system för att kunna hantera och driva verksamheten och följa de lagar och förordningar som finns. Denna typ av process innefattar en undersökning av den övergripande säkerhetsordningen, eftersom den oftast genomförs innan verksamheten har startat.

Tillsyn

I Transportstyrelsens interna rutin 017, *Utförande av säkerhetsrevisioner* anges följande:

En av Transportstyrelsens uppgifter enligt järnvägslagen (2004:519), järnvägsförordningen (2004:526), lagen (1990:1157) om säkerhet vid tunnelbana och spårväg och förordningen (1990:1165) om säkerhet vid tunnelbana och spårväg är att kontrollera verksamhetsutövarnas säkerhetsarbete. För att göra detta utövar Transportstyrelsen tillsyn mot verksamhetsutövarna. Tillsynen utförs som företagsmöte, tillsyn mot transport av farligt gods eller revision.

Förutsättningen för att ett fungerande säkerhetsarbete ska kunna bedrivas är att det finns ett fungerande säkerhetsstyrningssystem och att detta system finns dokumenterat. Syftet med säkerhetsrevisioner är att kontrollera efterlevnad av säkerhetsstyrningssystemet samt att lagar och förordningar följs.

Transportstyrelsens tillsyn på tunnelbanan genomförs av *Sektion Infrastruktur* vilken också hanterar tillsyn för infrastrukturförvaltare³ och spårväg. Tillsynen är av stickprovskaraktär och genomförs numera i form av systemrevisioner. Transportstyrelsen granskar tillståndshavarnas förmåga att hantera (t.ex. genom fastlagda rutiner) händelser som inträffar i verksamheten, att det finns kompetens inom organisationen och att ledningen är involverad i säkerhetsfrågor. Transportstyrelsen granskar översiktligt t.ex. arbetsordningen och säkerhetsstyrningen men gör normalt inte någon detaljgranskning i övrigt.

³ Med begreppet avses området järnväg.

De olika former av revisioner som används brukar betecknas som R1, R2 och R3.

Revisionstypen R1 utförs via brev och innefattar inte verifieringar ute hos tillståndshavaren utan denne uppmanas inkomma med handlingar till Transportstyrelsen.

Vid en R2-revision revideras delar av säkerhetsstyrningen och dokument granskas. R2 inkluderar besök hos tillståndshavaren och viss stickprovsverifiering.

R3 är en systemrevision, vid vilken säkerhetsstyrningen i sin helhet revideras. R3 innefattar besök hos tillståndshavaren och viss stickprovsverifiering.

Företagsmöten är i huvudsak av informationskaraktär. De syftar till att ge företagen en bild av hur tillsynsmyndigheten uppfattar att deras verksamhet fungerar. Dessa möten har inte ett verifierande syfte.

Infrastrukturenheten på Transportstyrelsen lägger ca 2,5 årsarbetskrafter på tillsynsverksamheten, vilken innefattar tillsyn av ca 450 tillståndshavare.

Transportstyrelsen genomförde en revision via brev den 13 december 2010 avseende underhåll av tunnelbanevagnar (ärende TSJ 2010-1915), vid vilken det framkom uppgifter om att underhållet var eftersatt och att trasiga vagnar tursattes. Transportstyrelsen efterfrågade bland annat om MTR använde vagnar som överskridit underhållsintervallet och om vagnar med säkerhetsrelaterade fel användes i trafik.

MTR angav i sitt svar bl.a. att bolaget har tydliga rutiner och processer för att säkerställa att vagnar som överskridit underhållsintervallet inte sätts i trafik. Ett datorsystem används där vagnar registreras inför varje tur, varvid det automatiskt kontrolleras att intervallen inte överskrids. Om systemet ligger nere finns rutiner för manuell kontroll. De enda intervall som inte kontrolleras på detta sätt avser städning och utvändigt tvätt av tunnelvagnarna.

Transportstyrelsen avslutade ärendet den 14 januari 2011 med ett beslut om att MTR uppfyller de krav som ställs i lagen (1990:1157) om säkerhet vid tunnelbana och spårväg respektive i Transportstyrelsens föreskrifter.

Transportstyrelsen genomförde ett företagsmöte med MTR den 15 april 2011. Vid mötet diskuterades underhåll av fordon enligt följande;

Transportstyrelsen undrade vilken kontroll har MTR på underhållet av vagnarna? MTR berättade att man gör revisioner mot TBT. Man kontrollerar att man har rätt dokument på plats och man kontrollerar även systemet. Man tittar däremot inte på när själva jobben genomförs. Vid frågan om man kontrollerar att "avbockade" punkter verkligen är utförda svarar man nekande. Transportstyrelsen framförde att man borde genomföra sådana kontroller. MTR svarade att man tar frågan på allvar och att man kommer att göra en sådan kontroll. Man framförde även att man vill träffa Transportstyrelsen om

det framkommer indikationer på att underhållet inte fungerar som det ska.

Protokollet från företagsmötet innehåller inte några ytterligare punkter eller krav på MTR angående underhåll av fordon eller behov av att vidta några åtgärder.

2.3.2 MTR:s säkerhetsbestämmelser

Operativa regler (TRI)

I Trafiksäkerhetsinstruktion för tunnelbanan (TRI) SL-2008-16140, ver 4.0 anges följande i § 33:

Tunneltåg får ej framföras utan klarsignal i form av grön indikering, ”Klart för körning”. Slocknar klarsignal i körhytten skall tåget omedelbart fullbromsas. Återkommer klarsignalen omedelbart eller efter kvittering får fullbromsningen hävas.

Därutöver anges i samma paragraf vilka åtgärder föraren ska vidta innan avgång från station, varvid en procedur innefattar följande:

”– kontrollera att dörrarna stängts och att indikering för stängda dörrar erhållits.”

Handhavanderegler

Inte aktuellt för händelsen.

Normer för projektering och konstruktion

Inte aktuellt för händelsen.

Regler för skötsel av fordon

Fordonstyp C20 består av tre vagnsdelar. Mittdelen M står på två boggier. Änddelarna A och B står på en boggi samt hänger i mittdelen via semitrailerleder. Automatkopplet (se Figur 2) är kopplet mellan tunnelvagnarna som består av såväl den mekaniska som den elektriska kopplingen. Den elektriska delen på automatkopplet kallas för lågeffektdon. Automatkopplet är tillverkat av Dellner Couplers AB och inköpt som färdig komponent av Bombardier för montering på C20-fordonen.

På uppdrag av MTR genomförde TBT ett projekt med renovering och underhåll av alla automatkoppel för C20-vagnarna under våren 2011.

För C20-tunnelvagnarna gäller underhållsplanen i Bombardiens system TrainMate som föreskrivet underhåll. SL har inte utfärdat några kompletterande föreskrifter för underhållet av automatkopplet.



Figur 2. Automatkoppel C20.

Automatkoppel med serienummer 166 med lågeffektdon serienummer 165 monterades på vagn 2077 den 15 april 2011. Lågeffektdonet 165 reviderades den 11 april 2011 av TBT.

Enligt underhållsplanen 3EST000252-1272, rev.10, finns följande information om underhåll av automatkopplet för C20:

Tabell 2. Utdrag ur underhållsplan för automatkopplet.

Block-ID	Aktivitetsnamn	Procedur	Dagar	Km
1.4 A	Rengör, Besiktiga, Smörj: Automatkoppel	1.4-01		40000
1.4 B	Ersätt: Automatkoppel	1.4-03		1200000
1.4 C	Renovera: Automatkoppel	1.4-04		1200000
1.4 D	Byt: Ventilpackning, automatkoppel	1.4.04.02- 02	730	

Kolumnen procedur i Tabell 2 hänvisar till avsnitt i dokumentet *Underhållsinstruktion – System Automatkoppel C20*, 3EST 93-356, revision 11.

Enligt uppgifter som inkommit från både Bombardier och MTR gäller underhållsplanen enligt Tabell 2 för lågeffektdonet.

Beträffande renovering av automatkopplet hänvisar ovanstående dokument till underhållsrutinen 1.4-04, vilken innehåller instruktioner för renovering av lågeffektdonet. Efter renovering av lågeffektdonet ska en efterkontroll göras enligt kapitel 6.7.11:

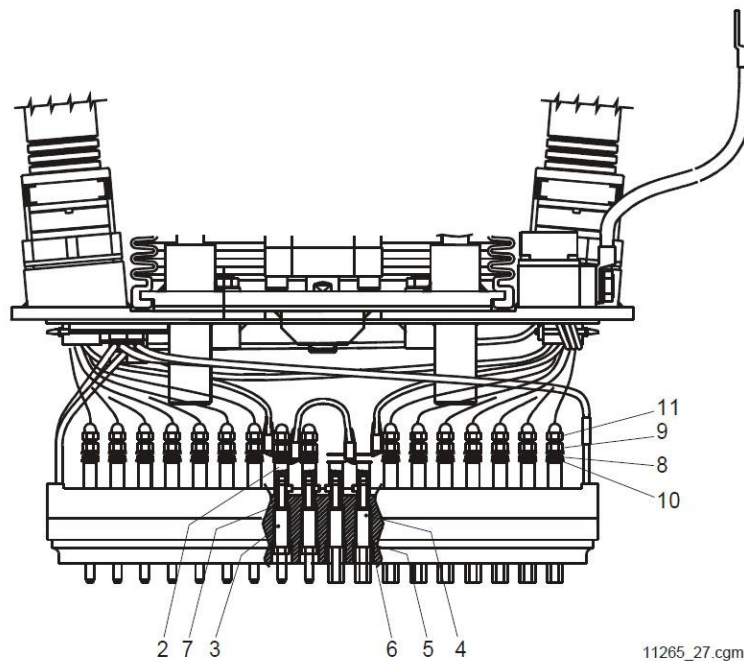
Före montage ska den elektriska kopplingen kortslutningstestas. Testa med 2 kV och 50 Hz mellan varje närliggande kontakt, och mellan varje

kontakt och kontakthuset (kontakterna visas i Figur 3). Kablarna får inte vara i kontakt med varandra. Gnistbildning indikerar kortslutning.



Figur 3. Lågeffektdon på automatkopplet.

Vid revidering av lågeffektdonet ska kontakter bara demonteras från plinten om de är skadade eller rostiga. Om kontakterna inte är skadade eller rostiga behöver de inte demonteras. Vidare anges i instruktionen (kapitel 6.7.5) att alla skruvar, muttrar och brickor samt kontakter ska bytas vid behov. Det framgår inte tydligt om detta inkluderar plastmuttrarna, muttrarna och brickorna som håller fast kabelskon på kontaktstiften (nummer 8, 9, 10 och 11 i Figur 4). Enligt uppgift från TBT har dessa kontakter inte bytts vid renovering av lågeffektdonen. Det finns inga krav på byte av kablarna med kabelsko eller dess isolerande krympslang vid renovering av lågeffektdon. Vid demontering och montering av stiftkontakterna finns inga instruktioner om att anslutningskablarna ska vara monterade enligt några specifika krav eller riktlinjer angående avstånd eller eventuell kontakt med andra ledare.



Figur 4. Bild på lågeffektdon från Bombardier, dokument 3EST 93-356.

TBT har via terminaler i verkstaden tillgång till TrainMate, där giltig dokumentation för underhåll av fordonen finns. Vid tiden för händelsen beställde TBT önskade ändringar i TrainMate via MTR som vidarebefordrade önskemålen till SL. Ändringar i TrainMate genomfördes inte omedelbart. Det kunde enligt avtalet mellan SL och Bombardier ta upp till ett kvartal innan ändringarna fördes in i systemet.

Om TBT behöver göra kompletterande underlag, dela upp underhållsinstruktioner eller t.ex. skapa checklistor för underhåll så ska dessa införas i TBT:s Underhållshandbok (se Tabell 1) och först godkännas av TBT:s Teknikavdelning enligt TBT:s process för teknisk dokumentation. Sådana kompletteringar får dock inte utan godkännande av SL skilja sig från godkända underhållsinstruktioner i TrainMate. SL och MTR har uppgivit att om ändringar behöver genomföras i godkänd underhållsdokumentation och i väntan på att TrainMate ska uppdateras så publicerar TBT Teknikmeddelanden (se Tabell 1) som under en begränsad tid ersätter en instruktion. Dessa ändringar ska godkännas av SL innan de införs. Denna ändringshantering är inte reglerad i avtalet mellan MTR och SL. I avtalet mellan MTR och TBT beskrivs de delar som framgår i Tabell 1. Där finns dock inget angivet om hur processen för ändringar med Teknikmeddelanden ska hanteras.

SHK har efterfrågat uppgifter om hur MTR säkerställer att lågeffektdonen underhålls enligt underhållsschemat såvitt avser antal driftkilometrar. TBT har uppgett att lågeffektdonet inte är en individ i underhållssystemet, vilket innebär att lågeffektdonet inte har någon egen räknare för kilometerproduktion. Lågeffektdonet följer med kopplets kilometerräknare som spåras med kilometertal. Men dels flyttas lågeffektdon mellan vagnar, dels renoveras lågeffektdonet och de pneumatiska delarna separat vid renovering av automatkoppel, varefter de inte monteras ihop med samma individer (koppel) som de tidigare var monterade på. Det är därför inte möjligt att spåra ett lågeffektdon och det saknas uppgifter om lågeffektdonens verkliga kilometertal.

För projektet med renovering av automatkopplen till C20 hade TBT plockat ut delar ur de underhållsinstruktioner som finns i TrainMate (Underhållsinstruktion – System Automatkoppel C20) och skapat egna uppdelade lokala instruktioner för att underlätta renoveringen av automatkopplen. De lokala instruktionerna hade inte godkänts enligt TBT:s process för godkännande av dokument och fanns inte registrerade i TBT:s underhållssystem.

I de lokala instruktioner som hade tagits fram fanns ett leveranstest av lågeffektdon (Bilaga 7 Leveranstest ver. 3.0, daterad 2010-07-16), vilket innehöll funktionstester på det kompletta lågeffektdonet efter revidering. I dokumentet beskrivs följande:

Sista provet är isolationsprov mellan huset och stift/hylsor. Mellan canonkontakterna och stift/hylsorna.

Det finns en bild i dokumentet på canonkontakten (den kontakttyp som används för att koppla in lågeffektdonets kabel med tunnelvagnen) men inte någon bild på lågeffektdonets stift. Dokumentet innehåller inte heller någon instruktion om att isolation ska kontrolleras mellan stiften utan bara kontrolleras mellan stift och hus. Det är inte heller specificerat vid vilken spänningsnivå eller under hur lång tid spänningen ska vara applicerad på stiften vid genomförande av isolationstestet.

Enligt uppgift från MTR så var syftet med de lokala instruktionerna inte att ta bort eller ändra underhållsmoment/kontroller för lågeffektdonet. Dokumenten skulle enligt uppgift genomgå TBT:s process för dokumentkontroll vilket de inte gjorde. Detta medförde även att de inte kommunicerades till MTR eller SL.

MTR har uppgett att en av de bidragande orsakerna till att de lokala instruktionerna användes utan godkännande var att projektet för koppelrevisionen låg efter i tidsschemat och att det hade varit stor personalomsättning i ledningen för projektet. För att försöka ta igen tid startades projektet med icke godkända instruktioner. Inga avvikelser för detta fanns registrerade hos vare sig MTR eller TBT vid tiden för händelsen. Projektet för koppelrevision startades under föregående avtalsperiod med den dåvarande underhållsentreprenören.

MTR:s avtal anger att vagnar inte får tas i drift om underhållet på vagnen avviker från det som beskrivits i underhållsplanen, vilket är fallet när fordon har underhållits enligt icke godkända underhållsinstruktioner.

Enligt de undersökningar SHK genomfört hade inte MTR kontroll på alla komponenter på C20 enligt underhållsplanen då TBT inte kunde spåra lågeffektdonet i underhållssystemet såvitt avser kilometertal. Vidare kunde MTR inte garantera att det inte fanns säkerhetsfarliga fel i underhållsinstruktionerna, eftersom de ändrats när delmoment och kontroller togs bort utan godkännande av SL.

Regler för skötsel av spåranläggning

Inte aktuellt för händelsen.

2.4 Tillstånd och funktion hos tekniska system

2.4.1 Signal- och trafikledningsanläggningar

Inte aktuellt för händelsen.

2.4.2 Spårtekniska anläggningar

Inte aktuellt för händelsen.

2.4.3 Kommunikationsutrustning

Inte aktuellt för händelsen.

2.4.4 Rullande materiel

Tågets säkerhetssystem har en dörrförregling som ska förhindra start av tunneltåg med olåsta dörrar samt förhindra dörröppning vid annan plats än perrongen. För att förhindra start med olåsta dörrar behåller tunneltågets tågdator full driftbroms och förhindrar lossning av broms tills ett flertal parametrar är uppfyllda. En av dessa parametrar är att tunneltågets ”Säkerhetskets Tunnelvagnsdörrar” är sluten i hela tåget och den elektriska signalen på 110VDC drar reläet ”Alla Pass.Dörrar Stängda”.

”Säkerhetskets Tunnelvagnsdörrar” är en seriell elektrisk slinga som går igenom hela tunneltåget, via kopplen, och kontrollerar att reläerna ”Tunnelvagnsdörrar stängda” är dragna i varje enskild vagn. I varje vagn finns en ”Kontrollslinga dörrar” som är en elektrisk slinga som kontrollerar läget på alla gränslägesbrytare som sitter vid varje passagerardörrpar och indikerar på om dörrarna är stängda och låsta. Denna signal samlas upp i reläet ”Alla Pass.Dörrar Stängda” vilket i sin tur, när det är draget dvs. spänningssatt, sluter ”Säkerhetskets Tunnelvagnsdörrar” för hela tunneltåget.

Tågets säkerhetssystem (ATP/ATO) känner av tågets hastighet och vilken av tågets sidor som vetter mot plattformen. Om förutsättningarna tillåter dörröppning ges signal till dörrdatorer på den sida som vetter mot plattformen att dörröppning är tillåten. Därefter kan föraren beordra dörröppning eller ”dörrar fria” för passagerarmanövrering av dörrarna. Både vid förarmanövrering och vid passagerarmanövrering måste vissa villkor vara uppfyllda i tunneltågets säkerhetssystem för att dörrarna ska kunna öppnas. Oavsett driftfall gör en förlust av något villkor att dörrmaskineriets motor spänningssätts och stänger dörren om en dörr är öppen eller olåst.

Dörrarnas funktion styrs via en dörrdator som finns vid varje passagerardörrpar. Alla dörrdatorerna är anslutna till tågdatorn via en kommunikationsbuss. Tågdatorn sänder kommunikation ”öppna”, ”stäng” och ”ändring av parametervärden” till dörrdatorn. Dörrdatorn sänder i sin tur information om dörrstatus som ”stängd dörr”, ”påverkat nödöppningshandtag”, ”dörrar hindrade”, ”felaktiga parametervärden” m.m. (se Figur 5 för presentation av information på skärmen). Alla dörrdatorer är anslutna till tågets säkerhetssystem (ATP/ATO). Villkoren för dörrförreglingen måste vara uppfyllda för att dörrdatorn ska ta hänsyn till öppningskommando från tågdatorn via kommunikationsbussen.

Under pågående stängningsrörelse av dörrarna detekterar dörrdatorn hinder och avbryter stängning vid en viss kraft. Dörren går efter detta att manövrera för hand i två sekunder innan dörrdatorn påbörjar ett andra stängningsförsök. Dörrdatorn gör totalt tre automatiska försök att stänga dörrarna vid hinder och slår ifrån motorn efter det sista försöket, varefter dörrarna är fria att flytta för hand. Föraren får i detta läge ej klarsignal ("Stopp" = röd signal) och tågdatorn förhindrar att tåget kan starta då villkoren för dörrförreglingen ej är uppfyllda. Föraren kan efter detta ge ett nytt stängningskommando, varvid dörrarna åter försöker stänga enligt ovanstående beskrivning.

C20 är utrustad med en fellogg som via dörrdatorn registrerar om dörrarna inte är stängda eller låsta, om de hindrats samt om de är förbikopplade eller om de har påverkats av nödöppningshandtaget.

Dörrdatorn får information om vilket läge gränslägesbrytarna har för respektive dörr. Denna information sänds till tågdatorn vilken presenterar för föraren vilken dörr eller vilka dörrar som är öppna. Se exempel i Figur 5 där dörr B4 i vagn 2269 inte är stängd. (Denna bild har tagits under återskapande av felet varvid signalen "Klart" är grön trots att en dörr är öppen vilket inte är normalfallet). Informationen som presenteras på skärmen påverkar dock inte dörrförreglingen (som förhindrar start av tåg med öppna dörrar). Föraren kan kvittera bort meddelanden på skärmen, t.ex. meddelande att någon dörr är hindrad under stängning. Säkerhetsspärren för kontrollen av dörrarna ligger istället i dörrförreglingen som via tågdatorn ger grön signal "Klart".

Alla passagerardörrar kontrolleras av dörrförreglingen som förhindrar start av tåg med öppna eller olåsta dörrar. Föraren får en röd signal (se Figur 5) och tågdatorn behåller full driftbroms om inte förreglingen är släppt, vilket medför att föraren inte kan starta tåget innan tågdatorn har hävt förreglingen.



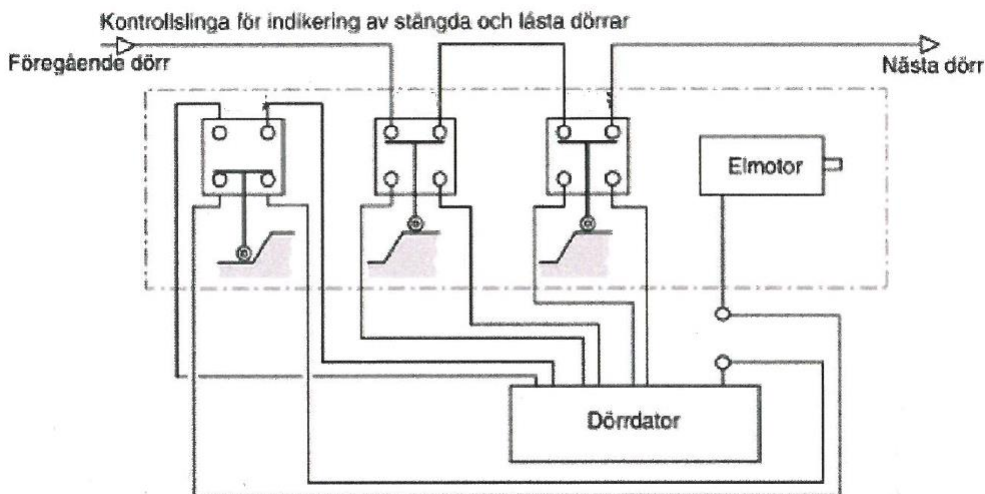
Figur 5. Förarhytt i C20 med signal för "Stopp" och "Klart" (röd inringning) samt informations-skärm.

Varje passagerardörr består av två dörrblad och varje dörrblad kontrolleras av två gränslägesbrytare; en brytare kontrollerar att dörren är stängd och en brytare kontrollerar att dörren är låst, se Figur 6. Gränslägesbrytarna sitter i slingan "Kontrollslinga dörrar" som bryts om någon passagerardörr i tåget inte är stängd eller låst. Varje gränslägesbrytare har två galvaniska, avskilda, inbyggda kontakter varav den ena används till "Kontrollslinga dörrar" och den andra till dörrdatorn krets. Dessa två kretsar är elektriskt separerade från varandra, dvs. dörrdatorns krets påverkar inte "Kontrollslinga dörrar".

Alla dörrpars gränslägesbrytare i en vagn, som nämnts ovan, är kopplade seriellt i "Kontrollslinga dörrar" för ett fordon och signalen samlas upp i ett relä "Relä tunnelvagnsdörrar stängda". Signalen går sedan vidare i slingan "Säkerhetskrets Tunnelvagnsdörrar" via lågeffektdonet i kopplet mellan fordonen till nästa fordon för att slutligen samlas upp via ett relä ("Relä alla Pass.Dörrar stängda") i fordonet med aktiv förarhytt som går in i tågdatorn och ger klartecken att samtliga passagerardörrar i tåget är stängda och låsta. "Säkerhetskrets tunnelvagnsdörrar" matas med 110VDC från bakre delen av tunneltåget (vilken är den normala spänning som finns i tåget) och när slingan i tåget är sluten når 110VDC signalen fram till relä "Alla Pass.Dörrar stängda".

Vid eventuella fel på slingorna som kontrollerar passagerardörrarna eller fel på någon dörr finns en funktion för att förbikoppla dörrarna i en vagn och därigenom sluta "Säkerhetskrets Tunnelvagnsdörrar" så att tåget kan flyttas. Detta görs genom en förbikoppling av "Relä tunnelvagnsdörrar stängda" vilket ger klarsignal till "Säkerhetskrets Tunnelvagnsdörrar" från den aktuella vagnen. Förbikoppling av vagn får endast göras efter medgivande från trafikledningen. Efter att förbikoppling har genomförts måste vagnen vara utrymd och föraren måste kontrollera att alla dörrar är mekaniskt låsta. Om ett

dörrpar inte går att stänga måste en dörrvakt finns vid dörren och vagnen får framföras med maximalt 30 km/tim. Enligt uppgift var inte någon vagn förbikopplad vid händelserna.



Indikering av stängd och låst dörr

Figur 6. Kontrollslina dörrar (bilden kommer från MTR:s dokumentation).

SHK har tillsammans med Interfleet genomfört en undersökning av några av de fordon som var involverade i de två händelserna. Nedan följer en sammanfattning av undersökningen. Händelsen vid Medborgarplatsen kallas för händelse 1 och händelsen vid Slussen för händelse 2.

Vid händelse 2 (den 9 juni 2011) tömdes tåget vid Hötorget och kördes till depå. Tågets sammansättning lämnades efter ankomsten till depån orörd (vagnarna 2018-2161-2077). Vagn 2205 ställdes undan i samband med händelse 1. Vagn 2205:s driftsinformation efter händelse 1 (den 24 maj 2011) har inte undersökts av SHK. Vagn 2077 var gemensam för båda händelserna.

Enligt uppgifter från förarna fick de vid båda tillfällena signal ”Klart” (grön signal) och tåget gick att starta trots att ett dörrpar visade sig vara öppet.

Undersökningen genomfördes enligt följande.

- Granskning av registreringar.
- Syn av tunnelståg och dess komponenter. Ingen aktivering av tunnelståget.
- Kontroll av gränslägesbrytare och reläkontakterns läge med hjälp av motståndsmätning. Ingen aktivering av tunnelståget.
- Kontroll av gränslägesbrytarnas funktion med hjälp av motståndsmätning och manuell manövrering. Ingen aktivering av tunnelståget.
- Aktivering av tåget och återskapande av felet.
- Isolering av avvikelserna för att lokalisera felet.

Tunnelstågets registreringar kontrollerades efter händelserna. Händelse 1: Enligt registreringar i händelseloggen indikerade tåget ”Dörrar Stängda” och signal ”Klart” under hela färden mellan Slussen och Gamla Stan. För hela

resan Farsta Strand – Hötorget tyder alla registreringar på att färden mellan två stationer har skett med indikering ”*Dörrar Stängda*” och signal ”*Klart*”
 Händelse 2: Under den tid, som linje 18, tur 141, färdades, finns inga registreringar i felloggen som tyder på att det var problem med dörr-indikeringar eller signal ”*Klart*”. Före och under samma tid finns det inte heller några registreringar som tyder på att ”*Dörrar stängda*” eller signal ”*Klart*” varit förbikopplad.

Samtliga passagerardörrar i tunneltåget (2018-2161-2077) synades utvändigt utan avvikelser. Maskineriet till dörr A5 i vagn 2077, som varit med i händelse 2, synades utan avvikelser. Relä ”*Tunnelvagnsdörrar stängda*” i vagn 2077 samt relä ”*Alla Pass.Dörrar stängda*” i aktivt fordon 2018 kontrollerades utan avvikelser. Gränslägesbrytarna för dörrpar A5 i vagn 2077 kontrollerades utan avvikelser. Omkopplare för ”*Förbikoppling Pass.dörrar*” kontrollerades utan avvikelser.

Manövrering av dörrarna från förarhytten testades utan avvikelser. När alla dörrar öppnats från förarhytten visades ”*Stopp*” (röd signal) i förarhytten och tunneltåget gick inte att starta. Felet återskapades genom att dörr A5 i vagn 2077 hindrades från att stängas under alla de tre automatiska försöken, med följden att dörrarna förblev fria, vilket är den normala funktionen. När dörrarna A5 var fria och helt öppna visades ”*Klart*” (grön signal) i förarhytten och tåget kunde startas med öppen dörr. Vid rekonstruktionen visades på förardisplayen att dörr A5 var hindrad men efter att meddelandet kvitterats indikerade förardisplayen att alla dörrar var stängda, trots att dörr A5 i 2077 var helt öppen.

”*Kontrollslinga dörrar*” undersöktes i hela tåget, varvid det visade sig att slingan felaktigt var spänningssatt med 110VDC (vilket är korrekt spänning för klarsignal i dörrförreglingen). Felet lokaliserades till lågeffektdonet i kopplet på B-änden i vagn 2077. Kopplet hade serienummer 166 och lågeffektdonet hade serienummer 165. Felet uppstod bara när det aktuella kopplet var kopplat med en annan vagn. När kopplet på B-änden i vagn 2077 inte var kopplat fungerade kontrollslingan normalt. Mätningar i lågeffektdonet visade att det skedde en överledning (kortslutning) mellan två stift (kontakter 6 och 16). När lågeffektdonet är kopplat är alltid kontakt 16 spänningssatt med 110VDC. Denna spänning överleddes via kortslutning till stift 6 vilket är överföringen av ”*Kontrollslingan dörrar*” till nästa vagn vilket medförde att dörrförreglingens krets bakom kopplet, på B-änden av vagn 2077, alltid var spänningssatt vilket motsvarar signalen ”*Klart*”, dvs. att alla passagerardörrar bakom kopplet är stängda och låsta.

Orsaken till kortslutningen undersöktes vidare genom att lågeffektdonet demonterades. På insidan av lågeffektdonet ansluts kablarna via kabelskor som isoleras med en gul krympslang till kontaktstift, se Figur 7. Flertalet av de isolerande krympslangarna låg mot varandra och en del var skadade. Isoleringen för kablarna 608 och 602 på stift 6 och 16 hade båda skadade isoleringar och låg mot varandra, se Figur 8. I Figur 8 har kabelskon för kontakt 6 roterats upp för att möjliggöra fotografering av skadan på isoleringen.



Figur 7. Lågeffektdonets kontaktblock med dess kabelanslutningar.



Figur 8. Skadad isolering på kabelskor till kontakt 6 och 16.

SP Sveriges Tekniska forskningsinstitut har på uppdrag av SHK genomfört en undersökning av elektrisk isolation genom spänningsprov och undersökning av krypslangarna i det aktuella lågeffektdonet.

För att förhindra överslag mellan olika elektriska kretsar måste det finnas elektrisk isolation. Elektrisk isolation byggs upp med någon eller båda av följande två delar:

- 1) Isolering genom luft. En förutsättning för att man kan ha isolering genom luft är att avståndet säkerställs med styv mekanisk uppbyggnad. Vidare måste kraven på isolation längs ytor beaktas, vardagligt benämnt som krypavstånd.

- 2) Isolering genom ett fast material. En förutsättning är att isoleringen anpassas till de påfrestningar som kan uppkomma t.ex. genom nötning, tryck, deformation, kemisk och termisk påverkan.

Undersökningen visade att stiften i lågeffektdonet satt löst och tätt intill varandra vilket innebär att luften inte kan anses vara isolering och att isoleringens tjocklek minskade på grund av nötning och tryck på det fasta materialet.

Spänningsprov mellan stift 6 och 16 visade på överslag vid test med 2500VAC. Lågeffektdonen spänningsprovas med 2500VAC innan leverans från Dellner Couplers.

Kablarna demonterades för att bekräfta att överslag skedde vid den skadade isoleringen och ett spänningsprov med 2500VAC på enbart kablarna genomfördes utan överslag. För att testa isolation av krympslangen testades tre utvalda krympslangar (de valdes ut då två av dessa såg ut att ha en tunn isolation och en hade tjockare isolering) med spänningsprov mellan krympslang och kontaktstift. Spänningsprovet började på 500VAC och ökades i steg om 500VAC.

Resultatet visas i Tabell 3 vilket visar på överslag vid 500VAC på stift 01.

Tabell 3. Spänningstest mellan krympslang och kontaktstift.

Test Spänning (VAC)	Mät punkt		
	Stift 109	Stift 107	Stift 01
500	Ok	Ok	Överslag
1000	Ok	Överslag	-
1500	Ok	-	-
2000	Ok	-	-
2500	Ok	-	-

Krympslangen är av typen Sumitube NH. Produkten är enkelväggig och är tillverkad av polyolefin. Den krympslang som, enligt Dellner Couplers har använts, har enligt produktdatablad för typ 3/16 de mått som anges i tabell 4.

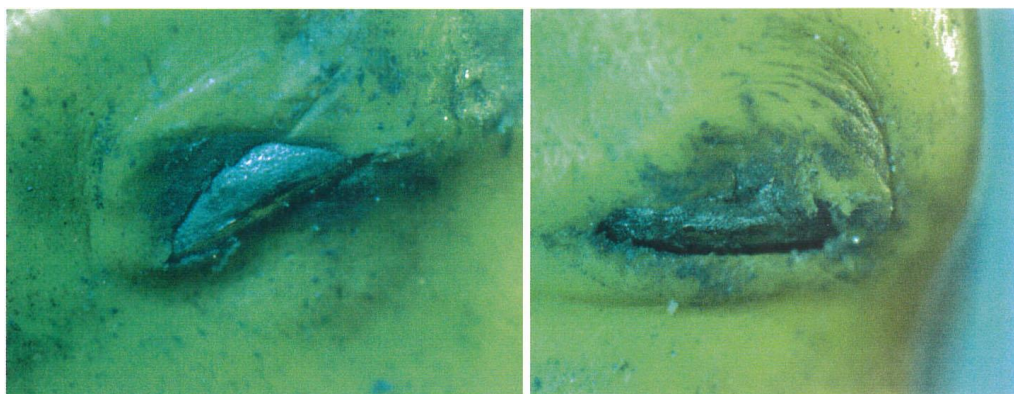
Tabell 4. Krympslangens mått enligt produktdatablad.

Före Krympning		Efter krympning	
Typ	Innerdiameter i okrympt tillstånd	Inner diameter i krymp tillstånd	Vägg tjocklek i krympt tillstånd
3/16	4,8mm	2,4mm	min 0,70mm max 1,00mm

Då kabelskons form är oregelbunden och har yttermått på ca 4,1-5,5mm (se Figur 9) blir krympslangens innerdiameter efter krympning inte mindre än detta och krympslangens vägg tjocklek uppnår inte den önskade vägg tjockleken på 0,70-1,00 mm utan blir enligt mätning i profilprojektor endast 0,20-0,35 mm efter krympning.



Figur 9. Kabelsko.



Figur 10. Närbild på ytor på kabelskor för stift 06 och 16 där överledning skedde.

I Figur 10 visas en närbild på området på kabelskorna för stift 06 och 16 där överledning skedde. Krympslangen är så tunn att den inte har motstått den nötning som har skett.

Sammanfattning av utförda undersökningar

En kortslutning i kopplet för B-änden i fordon 2077 ledde till att 110VDC-signalen från stift 16 leddes över till stift 6 som är överföringen av ”*Kontrollslinga dörrar*”. Kortslutningen ledde till att kontrollslingan indikerade att alla passagerardörrar var stängda och låsta bakom punkten för överledningen. Stift 16 var enbart spänningssatt med 110VDC när en vagn var kopplad med en annan vagn. Felet uppträder inte i ett ensamt fordon. Detta medförde att i händelse 1, då fordon 2077 gick som vagn nummer två i tunneltåget, var kontrollslingan utslagen även i vagn 2205 som gick sist i tunneltåget. Det hade inte spelat någon roll vilken dörr bakom B-änden i vagn 2077 som hade hindrats från att stängas och blivit fri efter de automatiska stängningsförsöken för att felet skulle uppstå. Vid rekonstruktionen av felet hindrades ett flertal dörrar från att stängas och signalen ”*Klart*” gavs när någon passagerardörr bakom kopplet var öppen. Framför kopplet fungerade kontrollslingan normalt då dessa gränslägesbrytare bröt slingan och signalen blev låg.

All isolation mellan kontakterna är beroende av isolation genom det fasta materialet eftersom de sitter tätt monterade och ibland kommer i kontakt med andra ledare.

Undersökningen av krympslangen visade att den inte var anbringad enligt krympslangstillverkarens anvisningar, vilket ledde till att en för tunn slangtjocklek kvarstod efter krympning.

Enligt Bombardier har risk- och säkerhetsanalyser genomförts vid konstruktionen av C20. De risker som här har bedömts sannolika för delar i dörrförreglingen ska enligt tillverkaren ha hanterats av mjukvaran eller hårdvaran i tunneltåget. Risker angående isolationsskador, risker med att ledarnas krympslangar ligger i kontakt med varandra på insidan av kopplet, överledning mellan ledare eller ledarnas dragning i kopplet har inte analyserats eller har bedömts som icke sannolika av tillverkaren.

2.4.5 *Detektorer*

Inte aktuellt för händelsen.

2.4.6 Andra registreringar

Övervakningskameror från stationerna har undersökts i samband med händelserna. En sammanfattning av undersökningarna återfinns i tabellerna 5 och 6.

Tabell 5. Händelse 1 vid Medborgarplatsen 24 maj 2011.

Tid:	Händelse:	Kommentar:
13:44:40	Tåget stannar vid plattformen	
13:44:42	Dörrar börjar att öppnas	
13:44:45	Dörrarna fullt öppna	
13:44:59	Dörrarna börjar att stängas	
13:45:02	Dörrarna ”pluggar in”, dvs. låsta i stängt läge.	
13:45:11	Tåget startar och främre delen av rollatorn syns mellan dörrarna.	
13:45:15	Personen ramlar på plattformen.	Dörrarna är 30 – 40 cm öppna när tåget åker vidare.
	Dörrarna helt stängda när de passerar slutet av plattformen.	

Tabell 6. Händelse 2 vid Slussen 9 juni 2011.

Tid:	Händelse:	Kommentar:
14:41:00	Tåget stannar vid plattformen	
14:41:02	Dörrar börjar att öppnas	
14:41:05	Dörrarna fullt öppna	
14:41:32	Dörrarna börjar att stängas, en person är på väg in och 4 personer väntar utanför.	Händelsen gäller näst sista dörrparet på sista vagnen i färdriktningen.
14:41:35	Övriga dörrar ”pluggar in”, dvs. låsta i stängt läge.	Vid det aktuella dörrparet befinner sig fortfarande tre personer utanför. När dörren, efter att ha försökt att stänga, öppnas igen går ytterligare två personer på. När dörrarna återigen försöker stänga för att sedan öppnas går den sista personen på samtidigt som tåget startar. Dörrparet är aldrig helt stängt under händelseförloppet.
14:41:40	Tåget startar.	
	Dörrparet glipar när tåget passerar slutet av plattformen.	

2.5 Undersökning och dokumentation av operativa åtgärder

2.5.1 Trafikledningsåtgärder

Inte aktuellt för händelsen.

2.5.2 Säkerhetssamtal

Inte aktuellt för händelsen.

2.5.3 Tillsyningsmäns och förares anteckningar

Inte aktuellt för händelsen.

2.5.4 Skydd för olycksplatsen

Inte aktuellt för händelsen.

2.6 Samspel människa-teknik-organisation

2.6.1 Arbetstider för berörd personal

Inte undersökt för händelsen.

2.6.2 Medicinska och personliga förhållanden

Inte aktuellt för händelsen.

2.6.3 Utformning av arbetsplats och utrustning

Inte undersökt för händelsen.

2.7 Förutsättningar för räddningsinsatsen

Inte aktuellt för händelsen.

2.8 Tidigare/andra händelser av liknande art

Inga tidigare händelser av liknande art har inkommit till SHK.

2.9 Andra undersökningar av händelsen

Händelserna har undersökts av MTR.

3 ANALYS

Metoden som används i denna analys utgår från händelseanalys (även kallad MTO-analys). Den innebär att händelseförloppet först kartläggs och att eventuella avvikelser identifieras. Sedan följer en orsaksanalys som dels beskriver avvikelserna, dels beskriver de påverkande förhållanden som kan ha bidragit till de olika delhändelserna. Analysen avslutas med en barriäranalys och en konsekvensanalys.

3.1 Kartläggning av händelseförloppet (händelseanalys)

Händelseförloppet redovisas i tabell 7 med ett urval av delhändelser som enligt haverikommissionens bedömning har haft betydelse för händelseförloppet. Händelseförloppet börjar med att automatkopplet monteras av tillverkaren och avslutas med händelse 1 på Medborgarplatsen då undersökningarna visat att orsaken till händelserna varit densamma. Datum och tidpunkter redovisas i den mån det finns uppgifter som bekräftar dessa.

Tabell 7. Kartläggning av händelseförloppet.

Tid	H-nr	Delhändelse
	H1 <i>A1</i>	Automatkopplet levereras av Dellner Couplers AB. <i>Krympslangen har inte monterats enligt tillverkarens anvisningar.</i>
	H2	Lågeffektdonet monteras vid leverans av vagnarna till SL.
2011-04-11	H3 <i>A2</i>	Lågeffektdon nr. 165 renoveras av TBT. <i>Lokala instruktioner användes vid revision av lågeffektdonet</i>
2011-04-15	H4	Lågeffektdonet monteras på vagn 2077
	H5 <i>A3</i>	Vagn 2077 tas i drift. <i>Vagnen togs i drift trots avvikelser.</i>
2011-05-24	H6	Dörrstängning inleds på Medborgarplatsens tunnelbanestation.
2011-05-24	H7	Dörrarna hindras.
2011-05-24	H8 <i>A4</i>	Föraren får signal ”Klart”. <i>Passagerardörrarna i vagn 2205 är öppna vid signal ”Klart”.</i>

3.2 Orsaksanalys

3.2.1 Avvikelseanalys

A1 Krympslangen har inte monterats enligt tillverkarens anvisningar.
Enligt de undersökningar som SHK har genomfört har krympslangen inte monterats enligt anvisningar från tillverkaren. Eftersom dimensionen på kabelskon är för stor uppnås inte den tänkta väggjockleken på krympslangen efter krympning. Detta medför att den elektriska isolationen blir lägre. Undersökningar har visat överslag vid 500 VAC. Undersökning av den lägsta spänningsnivån för överslag har inte genomförts då kravet är 2500 VAC för isolation mellan kontakthus och närliggande kontakter vid leverans av kopplet. Eftersom kontakterna är tätt monterade och inte är mekaniskt åtskilda så kan de komma i kontakt med varandra under användning vilket medför att krympslangens isolationsförmåga är helt avgörande för att förhindra överledning mellan de elektriska ledarna i kopplet.

A2 Lokala instruktioner användes vid revision av lågeffektdonet.
De underhållsinstruktioner som TBT använde vid renoveringen av lågeffektdonet följde inte underhållsinstruktion 1.4-04 i dokument 3EST 93-356 vilket är den giltiga underhållsinstruktion enligt underhållssystemet TrainMate. En lokalt framtagen instruktion med tillhörande protokoll användes vid renoveringen vilken inte fullt ut motsvarar gällande instruktioner i TrainMate. Den del som innehåller instruktioner om isolationstest mellan närliggande stift saknas liksom beskrivningar av hur isolationsmätningen skall genomföras och vid vilken spänningsnivå.

A3 Vagnen togs i drift trots avvikelser.
Vagn 2077 togs i drift efter renoveringen av automatkopplet som avvek från föreskrivet underhåll såvitt avser isolationskontroll samt spårning av komponenter då lågeffektdonet inte spåras för kilometertal, vilket den ska enligt underhållsschemat i TrainMate. Denna avvikelse medför att MTR inte uppfyller kravet i säkerhetsordningen på att fordon inte får tursättas om underhållet på vagnen avviker från vad som beskrivits i underhållsplanen. Det innebär också ett avsteg från kravet på att spårfordon inte får tursättas om fordonet under tursättnings gång beräknas överskrida ett intervall för förebyggande underhållsaktiviteter.

Det har inte kunnat klarläggas när felet med överledning i lågeffektdonet uppstod. Vid leverans genomgår kopplen ett isolationsprov och de skador på krympslangen som undersökts bedöms ha uppkommit därefter. Detta har skett genom nötning under en längre tid då rörelserna i stiftet är små. Ett snabbt förlopp hade troligen resulterat i ett renare brott på krympslangen. Med hänsyn till att den första händelsen inträffade kort tid efter det att lågeffektdonet hade renoverats bedömer SHK att skadan på krympslangen till stiftet 6 och 16 uppkom innan lågeffektdonet reviderades och monterades på vagn 2077 den 15 april 2011. Den omständigheten och att de isolerande plastmuttrarna som syns i figur 8 hade tydliga ålderstecken och att det förekom en mängd smuts på ledarna och krympslangarna visar också att TBT inte hade bytt några av delarna på insidan av lågeffektdonet såsom kablar, kabelskor eller muttrar i samband med renoveringen av det aktuella lågeffektdonet.

A4 Passagerardörrarna i vagn 2205 var öppna vid signal "Klart".

Dörrförreglingen var kortsluten på grund av överledning mellan stift 6 och 16 i lågeffektdonet. Detta medförde att dörrförreglingens funktion var utslagen för alla passagerardörrar efter kopplet på B-änden i vagn 2077. Alla passagerardörrar efter kopplet indikerade att de var stängda och låsta oberoende av dörrarnas verkliga status. Oavsett vilken dörr som hade hindrats och blivit fri eller hur många passagerardörrar som varit öppna bakom punkten för kortslutningen hade föraren fått signal "Klart" och tunneltåget hade gått att framföra.

Kortslutningen berodde på att krympslangen inte hade motstått den nötning som uppkommit mellan kontaktstiften. Detta hade kunnat uppmärksammas av TBT om de hade genomfört isolationsprov mellan alla stift enligt gällande underhållsinstruktioner.

Isolationstest ska genomföras efter sådana renoveringar av automatkoppel som enligt underhållsschemat ska göras efter 1 200 000 km.

Skador på krympslangen kan uppkomma mellan revisioner vilket kan innebära att en kortslutning inte uppmärksammas förrän vid nästföljande revision av automatkopplet. Enligt gällande underhållsinstruktioner krävs inte några kontroller med kopplade vagnar, vilket är en förutsättning för att upptäcka felet vid normal funktionskontroll av dörrförreglingen. Alla kontroller görs på en vagn efter service innan den godkänns för trafik.

3.2.2 Påverkande förhållanden

Lokala instruktioner användes av TBT vid renoveringen av lågeffektdon – Delhändelse H3

Lågeffektdon nr. 165 renoveras av TBT

Vid revisionen av lågeffektdonen använde TBT lokalt framtagna instruktioner vid den depå där renoveringen genomfördes. Underhållsinstruktionerna skiljde sig från de rutiner för underhåll som finns i TrainMate, dvs. de av SL godkända instruktionerna. SHK har inte granskat alla delar i de lokalt framtagna instruktionerna utan fokuserat på de efterkontroller som skulle ha kunnat medföra att kortslutningen i kopplet hade upptäckts. I de godkända underhållsinstruktionerna som finns i TrainMate anges att ett isolationsprov ska utföras när alla åtgärder på lågeffektdonet är genomförda. Om detta prov hade utförts enligt anvisningen hade felet med stor sannolikhet upptäckts.

De lokala instruktionerna hade inte godkänts av TBT:s tekniska dokumentkontroll, enligt deras process, och var inte införda i TBT:s underhållshandbok för C20. Ändringarna hade inte kommunicerats med MTR eller SL för godkännande innan de började användas i projektet för renovering av automatkoppel till C20. Enligt uppgift var inte syftet att plocka bort moment, angående efterkontrollen av lågeffektdonet, i den lokala instruktionen. MTR har uppgivit att bidragande orsaker till att de lokala instruktionerna användes utan godkännande var att projektet för koppelrevisionen låg efter i tidsschemat och att det hade varit stor personalomsättning i ledningen för projektet. För att försöka ta igen tid startades projektet trots att instruktionerna inte var godkända. Detta har, varken hos MTR eller hos TBT, registrerats som en avvikelse.

MTR:s hantering av avvikelser i fordonsunderhåll – Delhändelse H3

TBT har ett system för hantering av avvikelser men i systemet registreras mycket sällan t.ex. avvikelser angående brister/avvikelser i dokument eller dokumentkontroll. MTR arbetade vid tidpunkten för händelsen passivt med avvikelshantering angående fordonsunderhåll på så sätt att TBT skulle informera MTR om TBT ansåg att någon uppmärksammas avvikelser berörde MTR.

MTR hade ett system för hantering och registrering av avvikelser men detta utnyttjades endast för avvikelser i trafik, vilka registrerades av trafikledningen. Övriga avvikelser som t.ex. brister i dokumentkontroll eller liknande hanterades inte i systemet. Järnvägsstyrelsens föreskrifter (JvSFS 2007:07) om internkontroll för tunnelbana och spårväg ställer krav på att avvikelser i produktionen hos anlåtade entreprenörer snabbt ska identifieras och åtgärdas. Enligt SHK:s mening framstår det som tveksamt om dessa krav kunde uppfyllas.

MTR:s revisioner har inte uppmärksammat avvikelser i fordonsunderhållet - Delhändelse H3

MTR:s säkerhetsstyrningssystem bygger på att avvikelser hos TBT ska kunna upptäckas vid genomförandet av revisioner. Några sådana revisioner avseende dokumentstyrning och underhållsdokument hade dock, vid tidpunkten för händelserna, inte genomförts av MTR sedan verksamheten startade. MTR hade inte heller vid planering eller genomgång av andra genomförda revisioner uppmärksammat denna brist.

Transportstyrelsens tillsyn angående fordonsunderhåll uppmärksammade inte avvikelser angående fordonsunderhåll hos MTR – Delhändelse H3

Transportstyrelsen har genomfört ett antal revisioner och företagsmöten på MTR sedan bolaget tog över driften av Stockholms tunnelbana.

En revision genom brev (R1) genomfördes den 13 december 2010, vilken avslutades med inkomna svar från MTR den 14 januari 2011. Vidare hölls ett företagsmöte den 15 april 2011. Båda dessa fokuserade på frågor om MTR:s kontroll av underhållet på vagnar och om MTR använde vagnar som överskridit underhållsintervallet. MTR svarade i båda fallen att de hade system för att hantera dessa frågor och att bolaget genomför revisioner för att kontrollera att rätt dokument används för underhållet. Transportstyrelsens tillsyn skedde således dels genom en systeminriktad brevrevision, dels genom ett företagsmöte, som inte har ett verifierande syfte. Båda tillsynsåtgärderna fokuserar på frågan om trafikutövaren har system för att säkerställa att ställda krav uppfylls.

SHK har kunnat konstatera att MTR från det att verksamheten inleddes till tidpunkten för de två händelser som undersöks, inte genomfört någon riktad revision angående rutiner, instruktioner eller dokumentkontroll för underhåll av vagnar hos TBT.

Transportstyrelsens tillsynsåtgärder har inte varit sådana att bristerna i MTR:s säkerhetsstyrning upptäckts. Det har till exempel inte verifierats att MTR verkligen genomfört revisioner på det sätt och i den utsträckning som bolaget uppgett sig göra. Det har inte heller uppmärksamats att MTR:s entreprenör,

TBT, inte spårade alla komponenter i sitt underhållssystem och därmed inte kunde garantera att underhållsintervallen inte överskridits för vissa komponenter. Transportstyrelsens systemtillsyn har således inte på ett verksamt sätt förmått fånga upp de nu nämnda bristerna. Tillsynen har varit inriktad på att kontrollera att tillståndshavaren haft system av olika slag, vilket också varit fallet. Däremot synes det inte ha vidtagits några tillsynsåtgärder för att kontrollera att dessa system också fungerat operativt. Enligt SHK:s mening är det en avgörande del av säkerhetsstyrningen att befintliga system också används och fungerar i praktiken. Att inte kontrollera detta förtar i stor utsträckningen tillsynens effektivitet.

3.3 Barriäranalys

B1 Brusten barriär – Risk- och säkerhetsanalys vid konstruktionen

De analyser som genomfördes vid konstruktionen av C20 tog inte hänsyn till riskerna, eller bedömde dessa som försumbara, såvitt avser isolationsskador, risken för att ledarnas krympslangar ligger i kontakt med varandra på insidan av kopplet, överledning mellan ledare eller ledarnas dragning i kopplet. En säkerhets- eller riskanalys hade, om den identifierat dessa risker, kunnat förhindra att händelserna inträffade genom att de omhändertagits i konstruktionen.

B2 Brusten barriär – Isolationstest genomfördes inte enligt gällande underhållsinstruktion

Om ett isolationstest hade genomförts enligt underhållsinstruktionen 3EST-365 skulle det ha medfört att felet upptäckts, eftersom det var elektrisk kontakt mellan stiften. I det aktuella fallet genomfördes bara isolationsprov med okänd spänningsnivå mellan stift och kontakthus vilket inte är tillräckligt för att upptäcka det aktuella felet.

B3 Brusten barriär - Dörrförreglingen via kontrollslina dörrar var kortsluten

Dörrförreglingen fungerade inte vid de två händelserna då den var kortsluten. Detta ledde till att tågdatorn alltid fick signal ”alla passagerardörrar stängda” för alla passagerardörrar efter B-änden på vagn 2077 oberoende av dörrarnas verkliga status.

En fungerade dörrförregling hade givit föraren en röd signal samt förhindrat att tåget gick att starta.

3.4 Konsekvensanalys

Mot bakgrund av vad övervakningsfilmen från tunnelbanan kunnat utvisa är det sannolikt att den person som fastnade med sin rullator i passagerardörrarna och ramlade inte fick några allvarliga skador. Personen har inte identifierats eller lämnat någon information om händelsen. Inga övriga skador uppstod vid någon av händelserna.

3.5 Analys av räddningsinsatsen

Inte aktuellt för händelsen.

4 UTLÅTANDE

4.1 Undersökningsresultat

- a) Krympslangen som monterades vid leverans av kopplet hade inte tillräcklig diameter för att krympas över kabelskon i lågeffektdonet.
- b) TBT tog fram lokala instruktioner vilka avvek från godkända instruktioner för underhåll. De lokala instruktionerna var inte godkända vare sig av TBT, MTR eller av SL.
- c) Vid revidering av kopplet användes de lokalt framtagna instruktionerna vilka saknade vissa moment för efterkontroll som exempelvis isolationstest av kontaktstiften i lågeffektdonet.
- d) MTR:s säkerhetsstyrning uppmärksammade inte avvikelser hos TBT angående underhåll då inga revisioner inom området genomfördes.
- e) Transportstyrelsens tillsyn av fordonsunderhåll uppmärksammade inte bristerna då revisionerna som genomförts inte innehöll någon form av verifiering av att MTR:s system fungerade i drift.

4.2 Orsaker till tillbuden

Orsaken till tillbuden var en överledning mellan två elektriska ledare i kopplet på vagn 2077:s B-ände. Överledningen ledde till att säkerhetssystemet som rapporterar att passagerardörrarna är stängda och låsta alltid rapporterade ”klart” för alla passagerardörrar som befann sig efter kopplet i vagn 2077 B-ände samt för alla eventuella vagnar som var kopplade efter vagn 2077.

Bakomliggande orsaker var att underhållsentreprenören under en koppelrevision använde felaktiga underhållsinstruktioner som saknade vissa moment för kontroll av isolation mellan ledare i kopplet.

Att överledningen kunde uppstå berodde på att den krympslang som används som isolering var av fel dimension för att krympas över den kabelsko som användes samt att kontaktstiften sitter tätt monterade och inte mekaniskt stabilt åtskilda, vilket medförde att en nötning mellan kabelskorna skapade en elektrisk kontakt mellan två stift i kopplet.

MTR:s säkerhetsstyrning, som i form av revisioner skulle upptäcka eventuella avvikelser i underhållet hos entreprenören, fungerade inte eftersom inga revisioner inom området hade genomförts av MTR.

Transportstyrelsens tillsynsåtgärder som vidtogs nära i tiden före händelserna och inom det specifika området uppmärksammade inte bristerna, eftersom tillsynsåtgärderna uteslutande fokuserade på förekomsten av MTR:s system för att upptäcka brister i underhållet utan att några verifieringar av funktionaliteten av systemet genomfördes.

4.3 Övriga iakttagelser

Ett flertal av de plastmuttrar som sitter monterade på gängorna på kontaktanslutningarna i lågeffektdonet hade på det undersökta lågeffektdonet åldrats så mycket att de börjat spricka och var spröda, se Figur 8.

I lågeffektdonet sitter en värmeslinga för att förhindra miljöpåverkan på kontakterna. SHK har inte undersökt anledningen till att plastmuttrarna åldrats. Det finns dock inget i underhållsrutinerna för C20 som anger att plastmuttrarna ska kontrolleras eller bytas ut vid underhåll av fordonen. Om plastmuttrarna lossnar kan skador på isoleringen på ledarna eller krympslangen uppstå vilket även det kan leda till överledning mellan de elektriska ledarna i lågeffektdonet.

5 VIDTAGNA ÅTGÄRDER

5.1 Genomförda åtgärder

SHK lämnade i utredning RJ 2012:04 en rekommendation till Transportstyrelsen som rörde myndighetens tillsyn:

”Transportstyrelsen rekommenderas att analysera och utvärdera de arbetsmetoder som tillämpas i syfte att öka förmågan att uppmärksamma sådana avvikelser som Transportstyrelsens systemtillsyn inte förmått att upptäcka ...”.

I sitt rekommendationssvar till SHK svarade Transportstyrelsen att myndigheten kontinuerligt arbetar med att analysera och utvärdera sina arbetsmetoder för tillsyn inom den egna tillsynsprocessen.

Följande är en sammanfattning av de åtgärder som parterna uppgett för SHK att de vidtagit i samband med händelsen.

Enligt uppgift från MTR har följande åtgärder vidtagits:

Omedelbart efter att den tekniska orsaken till händelsen fastställts isolationsprovades samtliga lågeffektton. Inget ton utöver det i 2077 hade bristande isolationsförmåga.

TBT har infört lågeffekttonet som individ i sitt underhållssystem.

Varannan vecka provas klarsignalfunktionen på samtliga C20-tåg innan trafiksättning. Detta prov kommer att genomföras tills alla ton som genomgått den bristfälliga revisionen åtgärdats.

MTR har genomfört 6 revisioner av underhållet, varav två (en på fordon littera Cx och en på C20) berörde underhållsdokumentationen.

Under våren 2012 förändrade MTR:s säkerhetsavdelning sin organisation på så sätt att det numera finns en särskild grupp (två personer) som på heltid följer upp verksamheten i underhållsorganisationen.

Enligt uppgift från Stockholms läns landsting (SLL) har följande åtgärder vidtagits:

Under 2013 har rutinerna förändrats på så sätt att TBT på uppdrag av SL (via MTR) ändrar i TrainMate i stället för att det som tidigare ska göras av SL.

TBT har föreslagit en teknisk lösning på de felaktiga kabelanslutningarna i ändringsbegäran 2011-TUBC20-013, vilken har godkänts av SL.

5.2 Beslutade men ej genomförda åtgärder

Följande är en sammanfattning av de åtgärder som parterna uppgett för SHK att de planerar att genomföra med anledning av händelsen.

Enligt uppgift från Transportstyrelsen har följande åtgärder planerats:

Transportstyrelsen planerar att utföra en revision R3 mot MTR under början av 2014. Revisionen kommer bland annat att omfatta kontroll av systemet för underhåll.

Enligt uppgift från MTR har följande åtgärder planerats:

Ny krympslang ska monteras på samtliga kabelskor i lågeffektdonen och i donens kapsling, för att förhindra risken för överledning. Detta beräknas vara slutfört vid årsskiftet 2014/2015.

En genomgång har inletts av instruktioner som används lokalt. Flertalet av de instruktioner som inte tagits fram enligt den process som föreskrivs i kvalitetssystemet har nu granskats, vid behov reviderats, godkänts och publicerats i Underhållshandboken. Detta arbete pågår och beräknas kunna avslutas under 2014.

6 REKOMMENDATIONER

Transportstyrelsen rekommenderas att i arbetet med att analysera och utvärdera sina arbetsmetoder särskilt överväga om tillsynsformen R1 (brevtillsyn) och företagsmöten är tillräckliga för att kunna verifiera att verksamhetsutövare inom spårtrafikområdet uppfyller sin skyldighet att ha ändamålsenliga rutiner för att uppmärksamma brister och avvikelser i fordonsunderhållet. (se avsnitt 2.3.1 och 3.2.2) (RJ 2013:04 R1).