


# RAPPORT

JB 2011/08



## RAPPORT OM AVSPORING MED TOG 55 PÅ SKOTTERUD STASJON KONGSVINGERBANEN 1. OKTOBER 2010

 English summary included

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

**INNHALDSFORTEGNELSE**

MELDING OM HAVARIET .....	4
SAMMENDRAG.....	4
SUMMARY .....	5
1. FAKTISKE OPPLYSNINGER .....	5
1.1 Hendelsesforløp .....	5
1.2 Ulykkesstedet .....	8
1.3 Varsling og redning.....	9
1.4 Skader .....	9
1.5 Hendelsesmiljøet.....	11
1.6 Undersøkelsen.....	12
2. GJENNOMFØRTE UNDERSØKELSER.....	13
2.1 Informasjon fra involvert personale og vitner .....	13
2.2 Infrastruktur .....	13
2.3 Rullende materiell.....	14
2.4 Undersøkelse av SJ ABs vedlikeholdsrutiner for hjul og hjulsatser.....	19
2.5 Registrerende hastighetsmålerutstyr og datalogger .....	22
2.6 Organisatoriske forhold .....	22
2.7 Kompetansekrav til personalet.....	22
2.8 Lover og forskrifter.....	23
2.9 Menneske – Teknikk - Organisasjon .....	24
2.10 Brann og redningstjeneste.....	25
2.11 Andre opplysninger.....	27
2.12 Nyttige eller effektive undersøkelsesmetoder.....	28
3. ANALYSE.....	28
3.1 Hendelsesanalyse .....	28
3.2 Analyse av hjulstomme.....	28
3.3 Analyse av kontroll- og vedlikeholdsrutiner.....	28
3.4 Analyse av hjulets historikk.....	29
3.5 Analyse av vogntype B7 .....	29
3.6 Analyse av redningstjenesten.....	31
3.7 Skademekanisme.....	33
3.8 Samtrafikkavtalen .....	34
4. KONKLUSJON .....	34
4.1 Undersøkelsesresultat .....	34
5. PLANLAGTE TILTAK.....	36
5.1 Gjennomførte og planlagte tiltak .....	36
6. SIKKERHETSTILRÅDINGER .....	36

VEDLEGG..... 1

## RAPPORT OM

Tognummer:	55 / 846
Togdata:	Lengde 148 meter, vekt 319 tonn, bremseprosent 136, største hastighet 160 km/t.
Involvert materiell:	Lokomotiv og fem personvogner
Registrering:	Rc6 1391, B7C 5319, B7B 5286, BFS9 5217, B7 5353, AB7 5232
Eier:	SJ AB
Bruker:	SJ AB / NSB AS
Besetning:	3 personer. Fører, ombordansvarlig og togvert
Passasjerer:	276
Havaristed:	Skotterud stasjon, Kongsvingerbanen
Havaritidspunkt:	Fredag 1. oktober 2010 kl. 17:40

## MELDING OM HAVARIET

Ulykken ble varslet til vakthavende havariinspektør av NSB AS, Jernbaneverket og Hovedredningssentralen. På bakgrunn av ulykkens alvorlighetsgrad ble det bestemt å iverksette en undersøkelse. Tre havariinspektører reiste til ulykkesstedet og innledet en forundersøkelse.

På ulykkesstedet ble avsporsingsstedet påvist, og hendelsesforløpet kartlagt. Det ble samlet inn fakta i samarbeid med Jernbaneverkets uhellskommisjon og NSB AS. Det ble gjort dokumentasjon i form av bilder, tatt beslag i materiell og det ble foretatt spormålinger.

Havarikommisjonen informerte berørte parter i saken om at det ble åpnet sikkerhetsundersøkelse i brev av 04.10.2010.

## SAMMENDRAG

Fredag 01.10.2010 var persontog 55/846 på vei fra Oslo til Stockholm. Under kjøring gjennom spor 1 på Skotterud stasjon, Kongsvingerbanen, sporet første hjulgang på bakre boggi på første vogn av.

Toget holdt en hastighet på 95 km/t da det sporet av. Vogna dro ut mot høyre side i bakkant og slo inn i deler av plattformen, traff en relékiosk og knuste denne, rev ned deler av bomanlegget på et veisikringsanlegg og knekte en mast til kontaktledningsanlegget. Vogna hoppet opp i bakkant og mistet en boggi da den traff planovergangen i enden av stasjonen. Vogna brakk deretter ut og veltet. 36 personer ble skadet.

Den direkte årsaken til ulykken var at høyre hjul på første aksel på bakre boggi på første vogn gikk til brudd. Boggien mistet styring og boggien begynte å tverr stille seg.

I denne undersøkelsen har havarikommisjonen konsentrert arbeidet om tre tema:

- Hjulbruddet
- Overlevelsaspektet ved slike avsporinger
- Redningsarbeidet

Havarikommisjonen fremmer to sikkerhetstilrådinger i forbindelse med denne undersøkelsen. Disse retter seg mot å anbefale Statens jernbanetilsyn (SJT) å påse at trafikkelskaper som opererer i Norge har et sikkerhetsstyringssystem som fanger opp denne type feilutvikling i tide, og det bør gjøres en gjennomgang av rutineene for kommunikasjon mellom togleder og innsatspersonell med tanke på å sikre rask og effektiv kommunikasjon mellom disse.

## SUMMARY

Friday October 1. 2010 passenger train 55/846 was traveling from Oslo to Stockholm. When the train passed through track 1 at Skotterud station on the Kongsvinger line, the first wheel set on the rear bogie on the first wagon derailed.

The train was driving at 95 km/h when it derailed. The first wagon turned left in the rear end and hit the platform edge, a relay kiosk was crushed, demolished parts of the barriers on a railroad crossing and broke a pole to the overhead power supply system. The wagon jumped up in the rear end and lost the bogie when it hit the level crossing situated in the end of the station. The wagon then turned out right and turned over. 36 persons were injured.

The direct cause to the accident was that the right wheel on the first axel of the rear bogie on the first wagon had a breakage. The bogie lost its steering and it started to transverse.

In this investigation the Accident Investigation Board has focused its work on three subjects:

- The wheel breakage
- The survivability aspect at this kind of derailments
- The rescue work

The Accident Investigation Board Norway proposes two safety recommendations as a result of the investigation. These include to advice the Norwegian Railway Authority (NSA) to ensure that railway companies that are operating in Norway have safety management systems that catches this kind of error in an early stage. There should be done a going through concerning the routines for the communication between the traffic controller and the rescue personnel considering ensuring fast and efficient communication.

## 1. FAKTISKE OPPLYSNINGER

### 1.1 Hendelsesforløp

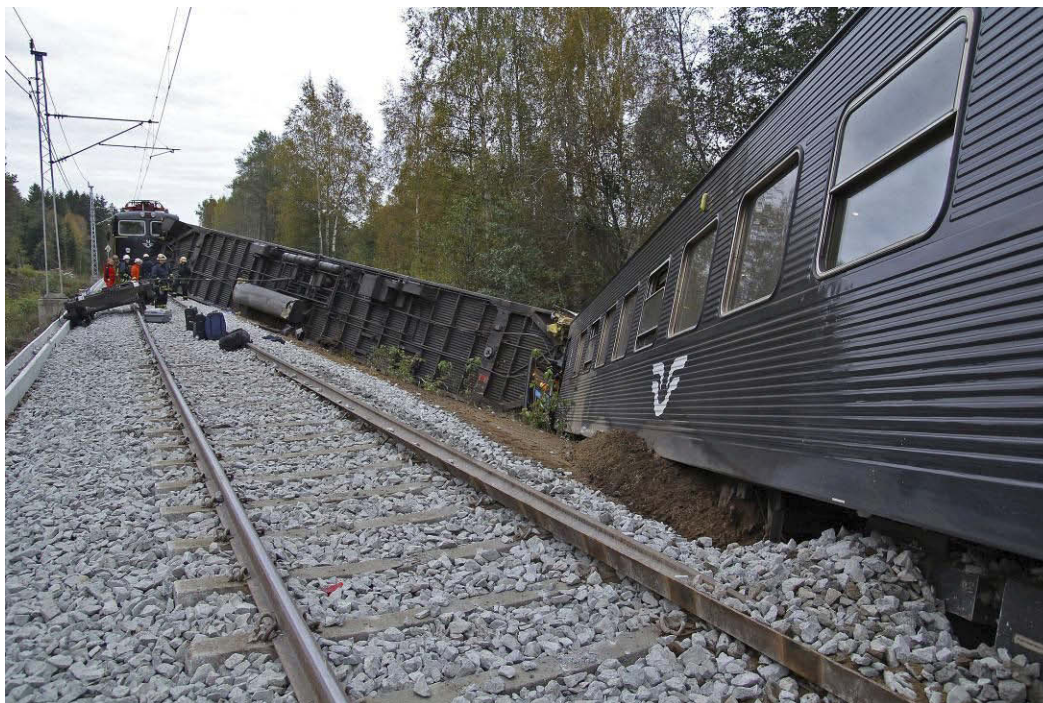
Fredag 01.10.2010 sporet persontog 55/846 på vei fra Oslo til Stockholm av ved km 127.138 i spor 1 som er hovedtogspor, på Skotterud stasjon, Kongsvingerbanen.

Inne på stasjonen merket føreren noen kraftige rykk i toget og at nødbrems deretter automatisk ble aktivert. Da toget stoppet rett etter stasjonen, så føreren i speilene for å se hva som hadde skjedd. Føreren så første vogn lå veltet på skrå ut fra sporet på togets

høyre side i kjøreretningen, og en boggi som stod utenfor sporet på venstre side. Føreren sendte nødansrop til togleder, varslet om ulykken og ba om assistanse.

Toget holdt en hastighet på 95 km/t da første hjulgang på første vogns bakre boggi sporet av. Dette gjorde at vogna dro ut mot høyre side i bakkant og slo inn i deler av plattformen ved stasjonsbygningen. Vogna traff deretter relékiosken til sikringsanlegget for personovergangen og knuste denne, rev ned deler av bomanlegget på veisikringsanleggets høyre side og knekte til sist en mast for kontaktledningsanlegget.

Fra avspøringsstedet til stoppunktet for toget var det 433 meter. Etter 316 meter, ved sporveksel 2 og ved planovergangen inne på Skotterud stasjon utviklet avsporingen seg ytterligere. Da den avsporede boggien kom inn i sporveksel 2 og deretter traff asfaltkanten i veibanen på planovergangen, hoppet vogna opp i bakkant. Dette gjorde at hovedledning ble brutt og nødbrems aktivert. Nødbremsen ga en staking i toget som gjorde at første vogn i toget brøt ytterligere ut til høyre i bakkant og veltet over på siden. Første boggi på andre vogn sporet av og fremre del av vogna brøt ut. Andre vogn veltet ikke. Vogn tre, fire og fem ble stående på sporet.



Figur 1: Bilde fra ulykkesstedet. (Foto: Bengt Andersson)





Figur 2: Viser det bearbejdede sideterrenget. (Foto: Bengt Andersson)

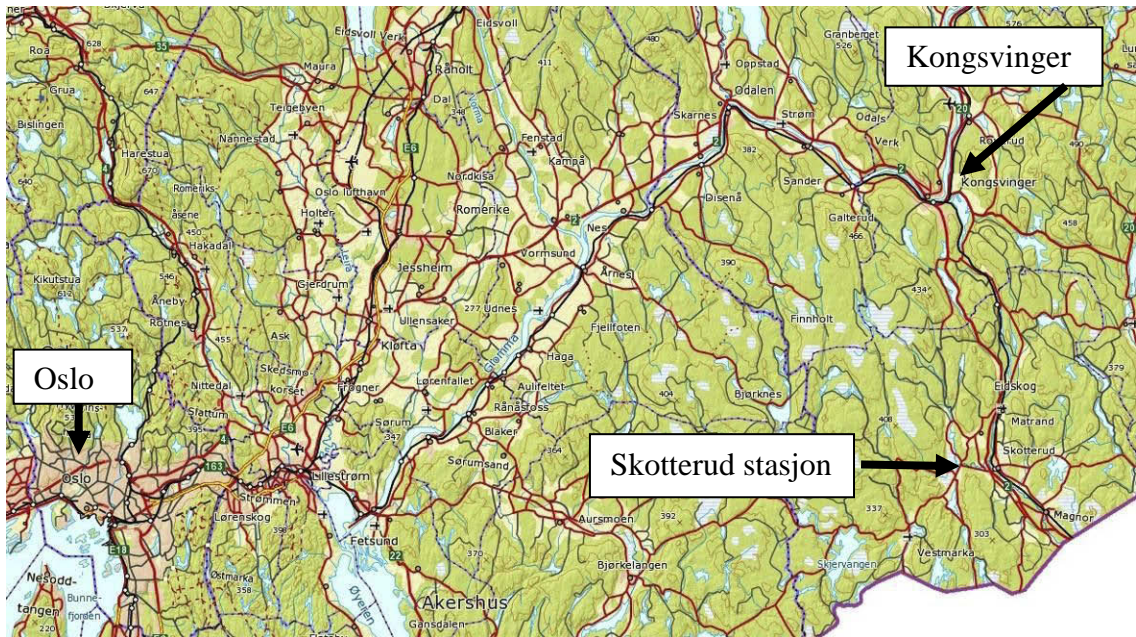


Figur 3: Viser innvendig fra første vogn rett etter ulykken. (Foto: Peter Qvarth)



## 1.2 Ulykkesstedet

Skotterud stasjon ligger på Kongsvingerbanen, mellom Kongsvinger stasjon på norsk side og Charlottenberg stasjon på svensk side ved riksgrensen. Skotterud stasjon har to spor. Spor 1 er hovedtogspor, mens spor 2 er kryssingsspor.



Figur 4: Kartutsnitt.



Figur 5: Skotterud stasjon i retning Charlottenberg.





Figur 6: Viser hvor hjulsats fra bakre boggi, vogn 1 ble funnet.

### 1.3 Varsling og redning

Første varsel om ulykken ble gitt kl. 1740 til 110 av en person som var vitne til hendelsen. Kl. 1743 varslet jernbaneverket Akuttmedisinsk kommunikasjonsentral (AMK) innlandet om ulykken og ba de foreta trippelvarsling.

### 1.4 Skader

#### 1.4.1 Personskader (Etter 24 timer på sykehus eller utskrevet innen 24 timer)

Tabell 1: Personskader (havarikommisjon modell etter Svensk havarikommisjons gradering (AIS))

Skader	Besetning	Passasjerer	Andre
Ingen		240	
Kritisk		0	
Meget alvorlig		0	
Alvorlig		2	
Moderat		1	
Lett		33	
Omkommet		0	

#### 1.4.2 Skader på involvert materiell

Lokomotiv Rc6 1391: Skader på A-ende, dragkrok og dragkrokstyring, koppel, buffere, sporryddere og fotsteg over buffer.

Vogn 1, B7C 5319: Plateskader i vognkassen og skader på utstyr i underredet, store plateskader på taket og i vestibylene i vognas kortende, jord og fyllmasse var presset inn i kupeen via skader i vognkassen, det var skader på dragkrok og buffere samt på endebjelken, og skader på inventaret i passasjerkupeen. Begge boggiene hadde løsnet og

falt av fra vognkassen. Alle vinduene på vognas ene side (som hadde ligget mot bakken) hadde falt ut.



Figur 7: Viser første vogns høyre side i kjøretretningen etter berging.

Vogn 2, B7B 5286: Plateskader på tak ved vestibylen samt i vestibylen, skader på endebjelken, skade på togvarmeanlegget, skader på elektrisk og mekanisk utstyr i underredet, skader på fottrinn i vestibylen og skader på endebjelken.

Vogn 3, BFS9 5217: Lakkskade på en dør, en skadet dørlist, skader på taket ved gavel over inngangsparti, skader på belgene ved gaveldør, skader på dragkrok og buffere. Generell uorden i passasjerkupeen.

Vogn 4, B7 5353: Løse/defekte lister på begge gavelendene (A+B).

Vogn 5, AB7 5232: Det er usikkert om de feil som er påvist på denne vogna stammer fra ulykken.

### 1.4.3 Skadebeskrivelse av infrastruktur og kjørevei

#### 1.4.3.1 *Spor og sporveksler*

I sporet var følgende skadet og måtte byttes: 800 betongsviller. 9 stk. Strail planovergangselementer, 200 m skinner/spor. I sporveksel 2 ble det byttet 1 stk. tunganordning og 2 stk. rådestokker med festejern. I tillegg ble det byttet 20 enkeltsviller samt noen smådelar.

Det ble satt opp 1 nytt releskap i tre for personplanovergangen og en stolpe med kilometerskilt. Det ble også utbedret skader på plattformkant, ca. 100 meter.

#### 1.4.3.2 *Elkraft*

Det ble byttet 1 stk. H mast med loddavspenning, 1 stk. betongfundament, 2 stk. barduner/anker, 1 stk. seksjonsutligger, diverse deler/utstyr til kontaktledningsanlegg samt 1 stk. komplett vekslerarmegruppe m/fundament.

#### 1.4.3.3 *Signal*

Det ble byttet veibom inkludert drivmaskin, bomlykter, signaler, det måtte erstattes diverse baliser, samt drivmaskin og driv/kontrollstenger i sporveksel 2.

#### 1.4.3.4 *Annet*

I tillegg kom nødvendig ballastering, sporjustering mm.

#### 1.4.4 Andre skader

Som følge av avsporingen var Kongsvingerbanen stengt i ca. 70 timer. Havarikommisjonen kjenner ikke til andre skader i forbindelse med ulykken.

### 1.5 **Hendelsesmiljøet**

#### 1.5.1 Personalet

Fører er 62 år, ansatt i SJ AB og har 28 års erfaring som fører.

Ombordansvarlig / tågmästare er 35 år og ansatt i SJ AB siden 2000. Vedkommende har 10 års erfaring som togmästare.

Togvert er 52 år og ansatt i SJ AB siden 2002.

#### 1.5.2 Vitner

Havarikommisjonen har hatt en samtale med fører, samt en passasjer i toget som satt i første vogn.

#### 1.5.3 Involvert materiell

Persontog 55/846 er et regiontog som går mellom Oslo og Stockholm. Toget bestod av lokomotiv RC 6 og 5 personvogner. Toget hadde en lengde på 148 meter, og en bruttovekt på 319 tonn. Største tillatte hastighet for toget var 160 km/t.

#### 1.5.4 Infrastruktur og kjørevei

Kongsvingerbanen er en del av det nasjonale jernbanenettet i Norge, og går fra Lillestrøm stasjon til Riksgrensen/Charlottenberg grense. Strekningen er enkeltsporet og elektrifisert. Banen har S49 kg skinner og betongsviller med panderol skinnefeste. Største tillatte hastighet på strekningen er 130 km/t. Største tillatte hastighet på avspøringsstedet er 105 km/t. Største stigning / fall på strekningen Kongsvinger – Charlottenberg er 3 hhv 4 ‰.

#### 1.5.5 Trafikkledelse og signalsystem

Kongsvingerbanen er fjernstyrt og betjent fra Oslo togledersentral. Den har delvis utrustet ATC (DATC), fjernstyringen er Vicos og Skotterud stasjon er utstyrt med NSI 63 sikringsanlegg.

### 1.5.6 Kommunikasjonsmidler

Kommunikasjonen mellom personalet i toget og togleder foregikk med GSM-R mobiltelefon.

### 1.5.7 Pågående arbeider i eller ved sporet

Det pågikk ingen arbeider i eller ved sporet som hadde betydning for hendelsen.

### 1.5.8 Været

Fredag 01.10.2010 var det + 6° C, skyet og enkelte regnbyger. Været hadde ingen innvirkning på hendelsen.

## 1.6 **Undersøkelsen**

Havarikommisjonen har vektlagt tre temaer i denne undersøkelsen.

- Undersøkelse av hjulet, hjulstommen, hjulstommens bruddutvikling og rutine for hjulvedlikeholdet.
- Undersøkelse av vogna som veltet og overlevelsesaspektet ved denne typen ulykker. Her er det blant annet innhentet informasjon fra engelske undersøkelser av tilsvarende og liknende ulykker.
- Gjennomgang av redningsarbeidet.

I tillegg er samtrafikkavtalen mellom SJ AB og NSB AS beskrevet, men denne er ikke vurdert nærmere.

Undersøkelsen er gjennomført ved befaring på ulykkesstedet og på involvert materiell, samtaler med involvert personale og sentral ledelse i SJ AB og NSB AS.

Det har blitt gjennomført tekniske og metallurgiske undersøkelser av hjulet som gikk til brudd samt et tilsvarende hjul på samme boggi.

Redningsarbeidet har blitt gjennomgått med hensyn på tidsaspektet og tilgjengelige resurser, og det er gjennomført samtaler med noen av redningspersonellet for å vurdere gjennomføringen av redningsarbeidet.

Det er gjort en gjennomgang av de reisendes skadetyper og omfanget av disse for å gjøre en vurdering av overlevelsesaspektet ved ulykken.

Svenske prosedyrer og referanser er beholdt i svensk tekst for å unngå feiltolkninger.

## **2. GJENNOMFØRTE UNDERSØKELSER**

### **2.1 Informasjon fra involvert personale og vitner**

#### **2.1.1 Fører**

I samtale med havarikommisjonen fortalte føreren at vedkommende merket noen kraftige rykk i toget inne på Skotterud stasjon, men før vedkommende klarte å identifisere hva som var i ferd med å skje ble nødbrems aktivert. Da toget stoppet så føreren første vogn ligge veltet, på høye side av toget. Vedkommende sendte da nødmelding til togleder, varslet om hendelsen og ba om assistanse. Deretter forsøkte vedkommende å komme i kontakt med ombordansvarlig, først på telefon og deretter utenfor toget. De møttes utenfor toget hvor de koordinerte sine gjøremål.

#### **2.1.2 Vitne**

Vitnet, som har teknisk utdanning, gikk på toget i Lillestrøm og hadde plass i bakre del av første vogn. Vedkommende registrerte at det helt fra avgang Lillestrøm var en høy "bankelyd" fra under vogna, samt at det "ristet og skaket" i vogna og at det følte som om den krenget mer enn vanlig. Støyen og ristingen "kom og gikk" hele veien fra Lillestrøm mot Skotterud. Vedkommende reagerte på dette, men togpersonalet virket ubekymret da de gikk gjennom vogna for billettkontroll, og vedkommende regnet da med at alt var i orden. Da ulykken inntraff satt vitnet og halvsov.

### **2.2 Infrastruktur**

#### **2.2.1 Trafikkledelse og signalsystemer**

Trafikkledelse og signalsystem fungerte som forutsatt og hadde ingen innvirkning på hendelsesforløpet.

#### **2.2.2 Sporet og underbygging**

Spor 1 på Skotterud stasjon var nylig opprustet. Det ble gjennomført ballastrensing den 23. september, og sporet ble deretter pakket og visitert. Hastigheten på stedet ble satt opp til normal strekningshastighet den 27. september 2010.

I forbindelse med havarikommisjonens undersøkelse av ulykken ble sporet kontrollmålt og visitert. Alle måleparametre var innenfor gjeldende normer og sporet anses således ikke å ha hatt betydning for hendelsen.

#### **2.2.3 Kommunikasjonsutrustning**

Kommunikasjonen mellom fører og togleder foregikk ved bruk av GSM-R mobiltelefon. Dette fungerte etter forutsetningen.

Det var ikke utgitt ordre vedrørende togframføringen som hadde betydning for hendelsen.

#### **2.2.4 Baliser og detektorer**

Det er ikke innhentet informasjon fra baliser eller detektorer i undersøkelsen.

Strekningen er ikke utstyrt med detektorer for hjulskader.



## 2.3 Rullende materiell

### 2.3.1 Involvert vogntype

Vogntype B7 er bygget i perioden 1979 til 1990. Vognene 5319 og 5286 (vogn 1 og 2 i toget) inngår i tredje serie av vogntypen og ble produsert på midten av 1980-tallet. Vognlengden er 26 meter, vognvekten er 47/46 tonn og vogntypen har 76 sitteplasser.

### 2.3.2 Passasjerkupe

Nye stoler ble innmontert i vognene ved modernisering av vogntypen. Dette ble gjort i henhold til kravene i UIC 566. Ingen stoler hadde løsnet fra innfestingen ved ulykken, men flere stolputer hadde falt av og blitt kastet rundt inne i kupeen.



Figur 8: Viser stolputer som er løsnet.



Figur 9: Viser sideplate som er løsnet.

Flere sideplater og leselamper hadde løsnet i innfestingen ved ulykken. Leselampene ble hengende i strømledningen, mens sideplatene hadde løsnet helt.



Figur 10: Viser leselampe og andre løse gjenstander inne i kupeen.



Figur 11: Viser jord og leire som er presset inn i kupeen gjennom vindusåpningen.

Samtlige vinduer på vognas høyre side i kjøreretningen, med unntak av de vinduene som kan åpnes, hadde falt ut ved ulykken. Innfesting av vindusrutene var i henhold til gjeldende krav.

Bagasjehyllene over stolradene er av standard type, åpne og 34 cm dype. Dette er ikke særegent for denne vogntypen. Bagasjehyllene var intakte etter ulykken.



Figur 12: Viser dybden på bagasjehyllene.



Figur 13: Viser bagasjehyllene, (illustrasjonsbilde.)

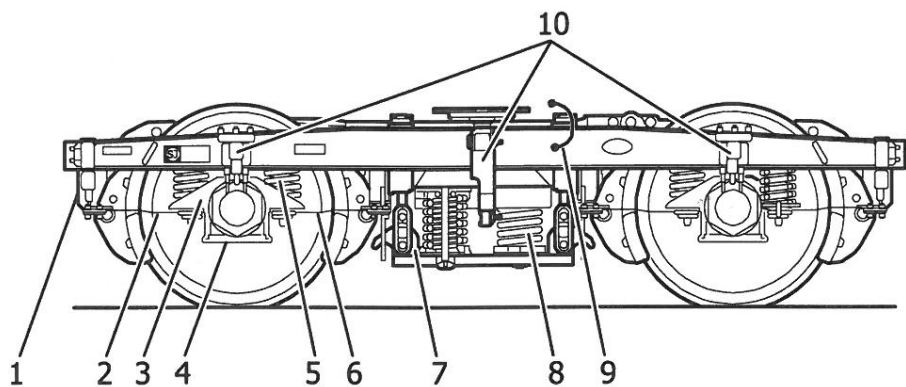
### 2.3.3 Involvert boggi og hjulsats

Bakre boggi til første vogn i toget ble funnet på høyre side av sporet ca. 40 meter etter planovergangen. Kun en hjulsats satt på plass i boggirammen. Den andre hjulsatsen ble funnet ikke langt fra boggirammen. Denne savnet den ene hjulringen og ytre del av hjulstommen. Hjulringen og ytre del av stommen ble funnet noen meter fra boggirammen.

Fremre boggi til første vogn stod avsporet i sporet ved den fremre delen av første vogn.

Fremre boggi til andre vogn ble funnet i området hvor den havarerte boggien hadde stoppet. Bakre boggi på andre vogn stod fortsatt under vogn.

Involvert boggi var av typen MD og er tyskprodusert.



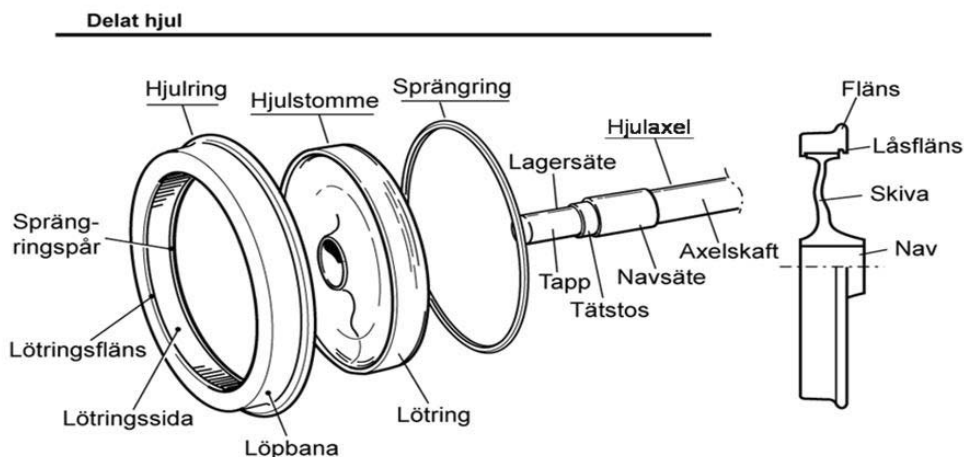
000091A

1.	Tandad vinkellänk	6.	Inre tandad styrlänk
2.	Yttre tandad styrlänk	7.	Pendellänk
3.	Hylla för lagerboxfjäder	8.	Sekundärfjädring (Vaggfjäder)
4.	Bindstag	9.	Jordförbindning
5.	Primärfjädring (Lagerboxfjäder)	10.	Stötdämpare

Figur 14: En skisse av boggi type MD.

Hjulsatsene som satt i boggien var av type 40A, (art. nr. 11 28 449), hadde delte hjul med hjulstomme (felg) og hjulringer som vist i figur 15.

Hjulstommen ble produsert i 1958 og har hatt en driftstid på vel 50 år. Den er produsert i et stål med en kvalitet sammenlignbar med 17-JG-7 i SURA Kvalitetsöversikt, og har en betydelig lavere styrke sammenlignet med dagens krav, ref. EN 13262 (European Norm). SJ AB har ikke dimensjoneringskravet for hjulstommen, og vet ikke med sikkerhet om stommen er høyere utnyttet enn opprinnelig forutsatt. SJ AB har kontrollert samtlige stommer av samme type, og det er ikke funnet nye feil.



Figur 15: Oppbygging av hjulsats.

Begge hjulsatsene i boggien som sporet av hadde ett hjul med hjulstomme som var produsert i hhv september 1958 og januar 1959, og ett hjul produsert i hhv 1997 og 1999.

#### 2.3.4 Undersøkelse av boggi nr. 21089 med tilhørende hjulsatser.

Boggi og hjulsatser ble transportert til havarikommisjonens lokaler i Lillestrøm. Basert på innhentede opplysninger fra SJ ABs materielloppfølgingssystem ble det bekreftet at boggien hadde gått som bakre boggi i vogn 5319 (første vogn i toget).

De to hjulsatsenes identifikasjon ble fastlagt til hhv. 263584 og 265812. Hjulsats 263584 hadde det havarete hjulet.



Figur 16: Ytre del av hjulstomme og hjulring.





Figur 17: Indre del av hjulstomme samt aksel og hjullager.



Figur 18: Boggirammen til hjulet som gikk til brudd.

Innhentede data fra SJ ABs materielloppfølgingssystem viser at begge hjulsatsene sist hadde vært til revisjon i slutten av mai 2010 og ble montert under vogn 5319 i slutten av juni. Utdrag av vedlikeholds- og løpsdata vises i tabell 2 under.

Tabell 2: Utdrag av vedlikeholds- og løpsdata

Hjulsats id.	263584	265812	Kommentar
Angitt byggeår	01.01.63	Ikke angitt	
....	....	....	....
Omstomning og revisjon	12.03.09	16.03.09	Hjulringene byttet. Ingen omstomning.
Montert under vogn 5325	19.03.09	19.03.09	
....	....	....	....
Demontert fra vogn 5325	18.05.10	18.05.10	Merknad: "rundtomgående krossår"
Innsyning	27.05.10	26.05.10	
Revisjon og dreining	27.05.10	26.05.10	Revisjon av hjullagrene. Dreining på grunn av "rundtomgående krossår".
Montert under vogn 5319	20.06.10	20.06.10	
Løp etter siste revisjon	71 263 km	71 263 km	
Angitt totalløp	1 657 524 km	1 558 290 km	

### 2.3.5 Forekomster av liknende feil

SJ AB opplyser at de ikke tidligere har hatt denne type feil på sine hjul. De opplyser også at de, etter hendelsen, har kontrollert samtlige hjulstommer av tilsvarende type uten at det har blitt avdekket sprekkdannelse.

Havarikommisjonen har gjennom sitt nettverk i European Railway Agency (ERA) etterspurt informasjon om lignende eller tilsvarende hendelser hos andre jernbaneforvaltninger i Europa. Tilbakemeldinger viser at det har vært tilløp til sprekker i hjul i blant annet Danmark, Sverige og Frankrike, men at disse har blitt oppdaget før hjulene har gått til brudd.

### 2.3.6 Undersøkelse av hjulsatsene

#### 2.3.6.1 *Hjulsats 263584*

Hjulene ble tatt av akselen hos Mantena AS Grorud. Forsvarets laboratorietjeneste, kjemi og materialteknologi, ble anmodet om å bistå i skadeundersøkelsen av hjulet som gikk til brudd samt tilsvarende hjul på andre hjulsats i den havarerte boggien. Undersøkelsene bestod i visuell undersøkelse av det havarerte hjulet ved havarikommisjonen, prøveuttak, fraktografi i SEM<sup>1</sup>, metallografi og mekanisk testing.

Den havarerte hjulstommen er produsert i et stål med en kvalitet sammenlignbar med kvalitet 17-JG-7 i SURA Kvalitätsöversikt, og har en betydelig lavere styrke sammenlignet med dagens krav, ref. EN 13262.

Basert på overflatebeskaffenheten der det kunne observeres et betydelig antall malingslag som delvis skallet av på grunn av korrosjon, er det på det rene at visuell inspeksjon av hjulstommen ikke kunne forventes å avdekke sprekkinitieringer i overflaten.

Bruddskaden til hjulstommen har oppstått som følge av initiering av utmattingssprekker fra overflaten sirkulært langs området med den laveste godstykkelsen på 19-20 mm. Det er i dette området hjulstammen er mest belastet, og det er naturlig at sprekker vil initieres her. Den grove korroderte overflaten har trolig medvirket til det store antallet av sprekkinitieringer. Sprekkinitieringene har oppstått på både innsiden og utsiden av hjulstammen og tyder på sykliske belastninger fra begge sider av hjulet. I tillegg ble det observert en sprekk med mulig initiering i senter av materialet. Dette kan tyde på høye trykkspenninger, men kan også ha oppstått fra inneslutninger i materialet. Den metallografiske undersøkelsen tyder også på betydelig belastning i sprekkoverflaten, samtidig som sprekkfronten ser ut til å være korrodert. Det virker derfor rimelig å anta at korrosjonsutmatting er en medvirkende faktor i sprekkveksten.

Resultatet fra undersøkelsen er vedlagt rapporten som vedlegg A.

#### 2.3.6.2 *Hjulsats 265812*

Også her ble hjulene demontert fra akselen. Hjulet med stomme tilsvarende den havarerte ble sendt til FLO for undersøkelse og oppmåling. Det ble ikke funnet sprekkdannelse på denne hjulstommen.

## 2.4 **Undersøkelse av SJ ABs vedlikeholdsrutiner for hjul og hjulsatser**

SJ ABs kontroll og rutiner for vedlikehold i drift, og vedlikehold i verksted, utføres i hovedsak av underentreprenører basert på vedlikeholdsavtaler og styrende dokumentasjon utgitt av SJ AB. Vedlikeholdet av hjulsatser er kilometerbasert. Oversikt over styrende dokumenter for hjulvedlikehold er gitt i vedlegg D.

Inspeksjon (ingår i sikkerhetssyning ref SJF 454.20) av fordonsmonterede hjulpar (trafikknære underhåll) utføres i Malmö, Göteborg og Luleå. Sikkerhetssyning utføres i egen regi gjennom Produktionsområde Depåproduksjon eller av underhållsleverantør (på oppdrag av Produktionsområde Depåproduksjon).

---

<sup>1</sup> Skanning i elektromikroskop



Omsvarvning sker normalt ej med hjulparen fordonsmonterade utan huvudsakligen byts vid behov hjulparen och sänds till svarvning som utföres av underhållsleverantör i Hagalund (Stockholm), Luleå och Örebro.

#### 2.4.1 Kontroll i driften.

Dokumentet som beskriver kontroller i driften (SJF 454.20) fokuserer bare på synlig del av hjulet med fokus på hjulets løpeflate og flenser. Hjulstomme og steg nevnes ikke spesielt.

#### 2.4.2 Kontroller i verksted

Revisjon av hjulpar inklusive ikke destruktiv testing (NDT) samt bytte av hjulringer, hjulstommar og helhjul skjer hos EuroMaint i Örebro. For vogner i trafikk på øvre Norrland i en viss grad også hos Duroc i Luleå.

Dokument SJF 496.135.1 beskriver de kontroller som skal foretas på hjulstommene ved omringning. Dokumentet inneholder blant annet følgende:

##### *Avsnitt 5.4.1 Rengöring av hjulpar*

*Rengöring före revision av hjulpar ska utföras så att eventuella ytsprickor och skador blir väl synliga. Löst sittande avlagringar får inte finnas kvar.*

....

##### *Avsnitt 5.4.6.4 Hjulstommar*

*För hjulstomme som sitter kvar på hjulaxeln ska följande utföras:*

- *Kontrollera A-måttet enligt instruktion i SJF 456.136.3.*
- *Mät hjulstommens kast med indikatorklocka mot hjulstommens lötring enligt SJF 456.136.2. Om hjulstommen kastar axiellt kan det bero på att hjulaxeln är krokig eller att hjulstommen har deformerats genom mekanisk eller termisk inverkan.*
- *Syna hjulstommen med avseende på skador samt utför en sprickundersökning med oförstörande provning (OFP), se SJF 456.135.7. Hjulstomme som brustit eller har sprickor i nav eller skiva ska kasseras och avvikelserapporteras i enlighet med gällande rutiner.*

I dokument SJF 456.135.7 Oförstörade provning (OPF) (gjeldende från 2009-04-17 och tills vidare) beskrives imidlertid bare kontroll av aksler. Den foreskrevne kontrollen av hjulstommer er ikke beskrevet og gjennomføres ikke i praksis ifølge opplysninger fra SJ AB.

Etter hendelsen ble denne arbeidsprosedyren supplert med en utfyllende underhållsinstruktion SJM 112/11 gyldig fra 2011-04-14 som beskriver NDT kontroll også av hjulstommer. SJ opplyser at denne vil bli innarbeidet i dokument SJF 456.135.7 ved første revisjon av dokumentet.

Dokument SJF 456.136.3 omhandler omstomning og bytte av helhjul. Her heter det blant annet:

##### *Kapittel 5 byte av helhjul eller hjulstommar*

##### *Avsnitt 5.1 Allmänt*

*Hjulstommarna måste monteras på hjulaxeln innan någon eventuell ny hjulring får krymps på. De båda stommarna eller helhjulen i hjulparet ska vara av samma typ, materialkvalitet och, om möjligt, av samma charge. (Understreket av SHT)*

*De båda hjulen för ett hjulpar ska väljas så att så lika diametrar som möjligt erhålls.*

*De båda ..*

Ved denne ulykken var det hjul av forskjellig årgang, materialkvalitet samt charge. En hjulsats hadde stommer produsert i 1958 og 1997 og en hjulsats hadde stommer produsert i 1959 og 1999. Havarikommisjonen har fått opplyst fra SJ AB at hjulparenes stommer i dag er av samme type (rak eller dubbelvælvd) og materialkvalitet. Det kan i dag finnes hjulpar hvor stommene er av ulik charge, men dette er av SJ AB bedømt til ikke å påvirke sikkerheten da dimensjoneringsberegninger og analyser er utført på aktuelle hjulstommer.

#### 2.4.3 Rutiner for styring av vedlikeholdsleverandører.

SJ AB ställer i avtal mellan SJ och underhållsleverantören (i avtalets säkerhetsbilaga) krav på att underhållet ska utföras enligt av SJ fastställda bestämmelser. Leverantörerna kan därutöver själva utarbeta kompletterande arbetsunderlag etc. Leverantörerna får dock inte förändra omfattning och inriktning i av SJ angivna åtgärder enligt underhållsdokumentationen. Vidare ställer SJ krav på att underhållsleverantören har system som reglerar hanteringen av föreskrifter och arbetsunderlag.

SJ ställer utöver säkerhetsbilagans ramvillkor i ett antal generella underhållsbestämmelser övergripande krav på underhållsleverantören med avseende på att fordon ska vara trafiksäkra när de lämnar underhållsleverantören.

Krav på underhållsleverantörer följer ett antal steg som börjar i SJ bestämmelse SJF 017.2. Kraven regleras sedan i avtal mellan SJ och underhållsleverantör och i den underhållsdokumentation som enligt underhållsavtalet ska gälla. Uppföljning av underhållsleverantörens verksamhet sker genom revisioner (systemrevisioner, processrevisioner eller produktrevisioner) samt genom säkerhetsstyrning mot underhållsleverantören.

I SJF 017.2 specificeras processen vid kvalificerande av underhållsleverantör. I SJF 017.2 bilaga 1 framgår de direkta trafiksäkerhetskraven på underhållsleverantören och den bilagan ingår som en särskild kontraktsbilaga i underhållskontrakt mellan SJ och underhållsleverantör.

SJ genomför revisioner av underhållsleverantörer (systemrevisioner, processrevisioner eller produktrevisioner) och SJ rätt att granska underhållsleverantörens verksamhet framgår av säkerhetsbilagans avsnitt 11.

Ansvar för att genomföra trafiksäkerhetsrevisioner av underhållsleverantörer ligger enligt SJ säkerhetsstyrning (ref SJF 001 och SJF 014.1) på chef för stab Trafiksäkerhet och fastställande av revisionsplan samt uppföljning görs på säkerhetsstyrningsmöten (3 gånger/år) inom stab Trafiksäkerhet. Hur revisioner (interna samt av underhållsleverantörer) ska genomföras preciseras i SJF 004.

SJ gjennomfører ref SJF 017.2 sikkerhetsstyringsmøten med underhållsleverantør. Ansvaret for at disse sikkerhetsstyringsmøten gjennomføres åligger ref SJF 014.1 chef stab trafiksikkerhet.

## 2.5 Registrerende hastighetsmålerutstyr og datalogger

Lokomotivet var utstyrt med en registreringsenhet knyttet til materiellets ATC-system. Etter ulykken ble disse dataene sikret. Registreringene viste at toget holdt 95 km/t da det sporet av. Registreringene viste videre at toget holdt 91 km/t da nødbrems ble aktivert. Toget kjørte 433 meter fra avspøringsstedet til det stoppet.

Det er ikke mottatt informasjon fra elkraftsentraler eller trafikantinformasjonssystemer.

## 2.6 Organisatoriske forhold

### 2.6.1 Selskapene

SJ AB er et svensk, statseid foretak som i hovedsak kjører persontrafikk med tog i Sverige. SJ AB ble til ved oppdelingen av Statens Järnvägar den 1. januar, 2001.

Persontogvirksomheten i NSB konsernet består av NSB AS, med datterselskapene NSB Gjøvikbanen AS og AB Svenska Tågkompaniet.

### 2.6.2 Samspill mellom selskapene

Den grenseoverskridende persontrafikken mellom Oslo og Stockholm, som foregår i samarbeid mellom SJ AB og NSB AS, er regulert gjennom "Trafiksikkerhetsavtal för gränsöverskridande samtrafik NSB-SJ, Gällande fra och med 13. december 2009" (Samtrafikkavtalen).

Avtalen regulerer samarbeidet og beskriver ansvars- og myndighetsområder selskapene imellom og håndtering av aktivitetene i forbindelse med togframføring og trafikkavvikling.

Samtrafikkavtalen er virksom for strekningen Oslo – Charlottenberg og Oslo – Kornsjø.

## 2.7 Kompetansekrav til personalet

Samtrafikkavtalen, kapittel 11.6 Personalets kompetens och utbildning beskriver kompetansekrav til personalet.

SJ-personal som skal tjenestegjøre som fører i Norge skal ha grunnutdanning som fører i Sverige.

SJ-personal som skal tjenestegjøre som ombordansvarlig og assistanse på motorvagnståg i Norge skal ha grunnutdanning som avgangssignalerare i Sverige.

SJ-personal som skal tjenestegjøre som ombordansvarlig og assistanse på loktåg i Norge skal ha grunnutdanning som særskildt ombordansvarig i Sverige.

Den svenske Personalansvarige chefen er ansvarlig for at SJ-personalet oppfyller NSB AS krav til kompetanse og utdanning samt helsekrav.

NSB AS er ansvarlig for at SJ ABs personale får og opprettholder nødvendig kompetanse relatert til trafikksikkerhet og togframføring i Norge.

#### 2.7.1 Krav til fører i Norge

Fører skal være utdannet i henhold til Forskrift 7. februar 2005 nr. 113 om krav til kompetanse og autorisasjon for førere av trekraftkjøretøy på det nasjonale jernbanenettet. Dette er omforente kompetansekrav både i Norge og Sverige. Svenske førere som opererer i Norge skal i tillegg være opplært og godkjent i trafikkregler for det norske jernbanenettet, norske førere på det svenske jernbanenettet.

Førerne skal ha typekurs på gjeldende materiell, ha nødvendig strekningskunnskap, ha opplæring i selskapets interne prosedyrer, og i tillegg ha godkjent prøve i sikkerhetsbestemmelsene.

Førere i NSB AS gjennomgår årlig kurs i interne prosedyrer, selskapets nødprosedyrer samt kurs i jording av kontaktledningsanlegget, og hvert annet år repetisjonskurs i trafikksikkerhetsregler hvor det avlegges skriftlig prøve. Denne prøven må bestås for å få fornyet godkjenning.

Fører hadde nødvendige godkjenninger.

#### 2.7.2 Krav til ombordansvarlig i Norge

Ombordansvarlige i NSB AS skal ha gjennomført konduktøropplæring. Dette innbefatter blant annet opplæring i de generelle trafikksikkerhetsbestemmelsene og NSB AS interne prosedyrer. Vedkommende skal ha opplæring og godkjenning på gjeldende materielltype og ha nødvendig strekningskunnskap.

Ombordansvarlige i NSB AS gjennomgår årlig kurs i interne prosedyrer, selskapets nødprosedyrer, og hvert annet år repetisjonskurs i trafikksikkerhetsregler hvor det avlegges skriftlig prøve. Denne prøven må bestås for å få fornyet godkjenning.

Ombordansvarlig hadde nødvendige godkjenninger.

## 2.8 **Lover og forskrifter**

### 2.8.1 Lover og forskrifter

Det overordnede regelverket for jernbanevirksomhet er gitt i jernbaneloven (lov 11. juni 1993 nr. 100) med tilhørende lover og forskrifter. I det følgende henvises det til paragrafer som er relevante for denne ulykken.

Lov 1993-06-11 nr 100: Lov om anlegg og drift av jernbane, herunder sporvei, tunnelbane og forstadsbane m.m (jernbaneloven), § 6 lyder:

*”Den som vil drive kjørevei eller trafikkvirksomhet må ha tillatelse fra departementet... (osv)..”.*

FOR 2005-12-16 nr 1490: Forskrift om lisens, sikkerhets sertifikat og om tilgang til å trafikere det nasjonale jernbanenettet, samt om sikkerhetsgodkjenning for å drive infrastruktur (lisensforskriften). Denne forskriften ble opphevet med virkning fra

1. januar 2011 og erstattet av forskrift 10. desember 2010 nr. 1568 om jernbanevirksomhet mv. på det nasjonale jernbanenet (jernbaneforskriften).

NSB AS har lisens og sikkerhets sertifikat.

## 2.8.2 Selskapenes interne prosedyrer og regler

Forholdet mellom SJ AB og NSB AS interne regler og prosedyrer er regulert gjennom Samtrafikkavtalen.

### 2.8.2.1 *Ansvar for eget materiell*

NSB AS er, om ikke annet er avtalt, ansvarlig for NSB AS materiell som benyttes i Sverige, og SJ AB er, om ikke annet er avtalt, ansvarlig for SJ AB materiell som benyttes i Norge. Dette gjelder både tilsyn og vedlikehold dokumentert på kilometerløp. (Samtrafikkavtalens kapittel 9, avsnitt 9.1 og 9.2).

### 2.8.2.2 *Varslingsplan ved ulykker og hendelser*

Samtrafikkavtalens kapittel 12 beskriver varsling og undersøkelser av ulykker og hendelser i Sverige og Norge med de respektive lands materiell og personell. Varslingsrutinene fungerte som forutsatt.

## 2.9 **Menneske – Teknikk - Organisasjon**

### 2.9.1 Personalets arbeidstid og turnus

Tabell 2: Tjeneste fører

Dato: 29.09.2010	Dato: 30.09.2010	Dato: 01.10.2010
Tjeneste: 1028 – 1642	Tjeneste: 1415 – 2128	Tjeneste: 1416 -

Tabell 3: Tjeneste ombordansvarlig

Dato: 29.09.2010	Dato: 30.09.2010	Dato: 01.10.2010
Tjeneste: 06:27 – 12:00	Tjeneste: Fri	Tjeneste: 09:46 -

Oppsatt tjeneste var i henhold til arbeidstidsbestemmelsene.

### 2.9.2 Medisinske og personlige forhold.

Involvert personale hadde gjennomgått helseundersøkelse i rett tid. Det var ikke gitt dispensasjoner eller forbehold av noe slag. Det er ikke avdekket andre forhold av betydning for hendelsen.

Personalet hadde ingen sammenfallende gjøremål eller arbeidsoppgaver som påvirket hendelsen.

## 2.10 Brann og redningstjeneste

### 2.10.1 Brann

Det oppstod ikke brann ved denne ulykken.

### 2.10.2 Varsling

Første varsel til 110 var fra et vitne til ulykken kl. 1740. Kl. 1743 varslet Jernbaneverket AMK innlandet (113). De varslet 110 kl. 1744 og 112 kl. 1745. AMK gjennomførte trippelvarsling innenfor en tidsramme av 2 minutter.

### 2.10.3 Redningstjenesten

Første innsatspersonell på stedet var Eidskog brannvesen. De var på ulykkesstedet ca. kl. 1748. Kl. 1808 ankom første politipatrulje på stedet, og politiets innsattsleder ankom kl. 1812. Første helsepersonell, en ambulanse, ankom også kl. 1812. En av disse inntok rollen som operativ leder helse (OLH). Fra varslingstidspunkt til første ambulanse var på stedet gikk det 29 minutter. Ambulansen tilhørende Skotterud var på vei til et annet oppdrag.

### 2.10.4 Tidfestede faktorer

- Kl. 1748 ankom første enhet fra brannvesenet.
- Kl. 1808 ankom første patrulje fra politiet.
- Kl. 1812 ankom første ambulanse skadestedet.
- Kl. 1814 landet første luftambulanse. Deretter ankom raskt 6 ambulanser og to helikoptre.
- Kl. 1858 ble de første 12 pasientene sendt til sykehus med minibuss.
- Kl. 1907 og kl. 1913 reiste to svenske ambulanser med pasienter til Arvika.
- Kl. 1912 reiste 12 pasienter med minibuss til sykehus.
- Kl. 1918 reiste en luftambulanse.
- Kl. 1920 reiste Sea King helikopteret.

### 2.10.5 Ressurstilgang

#### 2.10.5.1 *Norske ressurser*

Helse stilte med totalt 27 ressurser. Dette innbefattet 12 ambulanser fra innlandet, 2 luftambulanser, 3 ambulanser fra Oslo-Akershus, 1 Sea King redningshelikopter fra 330-skvadron, 5 ambulanser fra Røde Kors og andre organisasjoner, 2 ambulanser i beredskap og 2 luftambulanser i beredskap. Politiet stilte med 4 + 1 patruljer, og brannvesenet stilte med 15 mannskaper og 3 brannbiler.

#### 2.10.5.2 *Svenske ressurser*

Dette distriktet har en samarbeidsavtale med Sverige i forhold til innsats på hver side av grensen. I denne ulykken ble svensk redningstjeneste varslet. De stilte med 2 ambulanser, 3 brannbiler og 12 brannmenn.



### 2.10.6 Personskader.

Havarikommisjonen har fått oppgitt at det var 276 passasjerer med toget. Av disse ble 240 evakuert til Eidskog rådhus. Det er mulig at 4 av de som ble fraktet til rådhuset hadde ubetydelige skader, men ikke ønsket tiltak for dette. Til sammen ble 36 pasienter fraktet til sykehus. 26 pasienter ble fraktet til Sykehuset Innlandet Kongsvinger, 7 pasienter til Oslo Universitetssykehus Ullevål og 3 pasienter Sykehuset Arvika-Värmland.

### 2.10.7 Skadegradering

Skadegradering blir gjort i 2 faser.

Fase 1, på skadested: Basert på notat fra OLH og samtale med flere helsepersonell. De første helsepersonell på stedet hadde ingen annen prioriteringsmetode enn Pre Hospital Trauma Life Support (PHTLS) å forholde seg til. De beskriver 2 skadede som kritisk initialt, men mener nok at dette var litt overreagert i de første hektiske minuttene. Senere kom helsepersonell til at ingen var kritisk skadet, men at 4 ble betraktet som alvorlig.

- Akutt (Kritisk):
- Haster (Alvorlig): 4
- Vanlig (Lettere): 32
- Ikke skadet: 240 (Ikke klart før etter ca. 2 timer)
- Død: 0

Akutt: Evakueres umiddelbart

Haster: Kan vente 2-4 timer

Vanlig: Kan vente over 4 timer

Fase 2, på sykehus: (Basert på innkomstlogg fra mottagelsene)

- Kritisk: 0
- Alvorlig: 3 Ullevål sykehus.
- Lettere skadet: 33 4 Ullevål sykehus, 26 Kongsvinger sykehus, 3 Arvika
- Død: 0

I ettertid er det kommet innspill i forhold til gradering/triagering. Det er forskjellige systemer i de forskjellige helseforetakene, samt forskjellig terminologi på skadested og innkomst sykehus.

### 2.10.8 Overlevelsesaspekter

Jernbaneulykker av denne typen har ofte gitt et antall døde og kritisk/alvorlig skadde personer. Dette skyldes flere forhold. Ofte blir personer kastet ut av vognene gjennom knuste vinduer, åpne dører og hull i vognside. Samtidig blir personer kastet rundt inne i kupeene og blir skadet på grunn av sammenstøt med andre reisende, bagasje og inventar i kupeen. Ved avsporing og velt kan en vognkasse bli deformert av sammenstøt med terreng eller installasjoner langs linjen. Dette kan føre til at stoler løsner fra innfestinger og at deler av overlevelsesrommet inne i kupeen blir redusert og at personer derigjennom blir klemt.

## 2.11 Andre opplysninger

Havarikommisjonen har søkt etter nyere undersøkelser utført i England med relevans til passasjerkupeer, reisendes sikkerhet og skadetyper og henviser til etterfølgende kapitler.

### 2.11.1 Rail Accident Investigation Branch (RAIB) rapport om avsporing ved Grayrigg, England

Den 23. februar 2007 sporet et ekspressstog fra West Coast Trains Ltd. på vei fra London til Glasgow av i en sporveksel like ved Grayrigg i Cumbria, England. Toget, av typen Class 390 Pendolino, holdt en hastighet på 153 km/ (95 mph) da det sporet av. Samtlige 9 vogner i toget sporet av. 8 vogner falt ned en skråning ved sporet. 5 av disse veltet over på siden. Den engelske havarikommisjonen (RAIB) utarbeidet en rapport om ulykken, som blant annet beskriver togets beskaffenhet før, under og etter ulykken, rømningsveier fra toget, analyse av og årsaker til skader på de reisende og togets kollisjonsstyrke. Sidene 131 – 152 omhandler dette.

Rapporten konkluderer med at togsettet tålte påkjenningene det ble utsatt for. Ingen reisende ble kastet ut av togsettet, og skadene de ble påført var slag- og sårskader.

Rapporten er tilgjengelig på:

[http://www.raib.gov.uk/publications/investigation\\_reports/reports\\_2008/report202008.cfm](http://www.raib.gov.uk/publications/investigation_reports/reports_2008/report202008.cfm)

### 2.11.2 Rail Safety and Standards Board Ltd (RSSB), England

Rail Safety and Standards Board Ltd (RSSB) i England er en organisasjon eiet av en majoritet av selskapene innen den engelske jernbaneindustrien. (Infrastruktureiere, operatører, produsenter o.a.). Selskapet er et “not-for-profit company”, og ledes av dets medlemmer, et styre og en rådgivende komité. RSSBs primære rolle er å legge til rette for, og lede, den engelske jernbaneindustriens arbeide med kontinuerlig å forbedre jernbanesikkerheten.

RSSB har gjennomført flere undersøkelser med relevans til avsporingen på Skotterud. De har blant annet utført en undersøkelse med sikte på hva som kan hindre personer å bli kastet ut av vogner ved avsporinger og velt. Rapporten vurderer nødvendig kvalitet på vinduer for å tåle en ulykke, og bruk av setebelter for å holde de reisende inne i kupeen.

Rapporten konkluderer med at laminatglass og fastlimte ruter var beste løsning. Bruk av setebelter hadde negativ innvirkning på passasjersikkerheten.

Rapporten er vedlagt, men er også tilgjengelig på:

<http://www.rssb.co.uk/SiteCollectionDocuments/pdf/reports/6%20CCS%20-%20Containment.pdf>

RSSB har også gjort undersøkelser med sikte på å forbedre passasjerer og togbetjeningens sikkerhet ved avsporinger. Dette arbeidet har blant annet belyst materiellets kollisjonsstyrke, boggiers evne til å forbli festet til vogna, bruk av setebelter og omgivelsene inne i vognene. Rapporten sier at vognkassen ikke skal sprekke opp, boggiene bør forbli festet til vognkassen og at setene skal forbli festet til gulvet.

En oppsummering av rapporten er vedlagt, men er også tilgjengelig på:

[http://www.rssb.co.uk/sitecollectiondocuments/pdf/reports/Report%20on%20improvements%20in%20safety%20in%20train%20accidents\\_October2009.pdf](http://www.rssb.co.uk/sitecollectiondocuments/pdf/reports/Report%20on%20improvements%20in%20safety%20in%20train%20accidents_October2009.pdf)

RSSB har også utarbeidet en rapport kalt "Passenger Containment". RSSB kan kontaktes på: <http://www.rssb.co.uk/>

## 2.12 Nyttige eller effektive undersøkelsesmetoder

Det er ikke gjennomført undersøkelser som krever spesiell omtale.

# 3. ANALYSE

## 3.1 Hendelsesanalyse

Analysen av hjulet som gikk til brudd viste at det har vært sprekkutviklinger flere steder på hjulstommen. Disse har utviklet seg over tid, og akselerert etter hvert som sprekken har møttes. Utsagnet fra vitnet som hørte "bankelyder" fra under vogna tyder på at sprekkutviklingen var langt fremskredet da toget forlot Lillestrøm.

Da hjulet gikk til brudd vandret den ytre delen av hjulet innover på akslingen. Høyre hjul "falt" ned og boggien mistet styring. Første hjulgang sporet av og boggien begynte å tverr stille seg. Høyre, bakre hjørne på første vogn, samt boggien feide med seg deler av plattformen og diverse utstyr og installasjoner langs linjen. Da bakre boggi på første vogn traff veibanen på planovergangen hoppet vogna opp i bakkant og boggien falt av. Dette gjorde at trykkluftbremsens ledning ble brutt, noe som ga nødbrems. Vogn nummer to sporet også av på dette tidspunktet, trolig fordi bevegelsene i første vogn avlastet og styrte første boggi ut av sporet hvor den falt av vogna. Nødbremsen ga staking i toget, noe som gjorde at vognene brakk ut. Første vogn i bakkant og andre vogn i fremkant. Da vogn nummer en mistet bakre boggi gjorde dette at den falt ned i bakkant. Vogna ble dratt langs bakken og veltet over på siden. Da vogna veltet falt også fremre boggi av. Boggiene på svensk materiell har ingen mekanisme som holder boggien på plass på vogna om denne sporer av og velter.

## 3.2 Analyse av hjulstomme

Det overordnede inntrykket er at den observerte skaden har utviklet seg over lang tid og at sprekkdannelsene kunne vært fanget opp i forbindelse med overhaling/inspeksjon. For tilsvarende komponenter i bruk, må det snarest etableres et hensiktsmessig kontrollregime der overflaten til hjulstommene forbedres slik at NDT kontroll kan utføres.

Det anbefales også å gjøre en vurdering av om design og materialvalg tilfredsstillende dagens krav til materialet, da det er skjedd betydelige endringer i materialvalg, design, hastighetsøkning og bruksbetingelser siden den aktuelle hjulstommen ble produsert.

## 3.3 Analyse av kontroll- og vedlikeholdsrutiner

Det viser seg at prosedyren for omstopping ikke var fulgt. Det er beskrevet at begge stommene eller helhjulene skal være av samme type, materialkvalitet og helst av samme charge. Dette var ikke tilfellet da det for den ene hjulsatsen var en stomme produsert i

1958, mens den andre var produsert i 1997. For den andre hjulsatsen i samme boggi var en stomme produsert i 1959 og en produsert i 1999.

Den pålagte NDT-kontrollen var ikke gjennomført. De overordnede prosedyrene stilte krav til dette, men NDT-kontroll var ikke beskrevet i arbeidsprosedyrene. Det har vært akseptert arbeidspraksis kun å foreta en visuell inspeksjon av stommene. Inspeksjon av hjulstommene har vist at disse ikke har vært tilstrekkelig rengjort for maling og rust før inspeksjon, slik at en visuell inspeksjon ikke har kunnet fange opp sprekkdannelse. En visuell inspeksjon ville heller neppe ha avdekket denne typen skade før den var langt fremskredet.

Det er ikke montert detektorer langs linjen på denne banestrekningen som kan fange opp denne typen hjulskader.

Samlet sett har de faktiske etablerte kontroll- og vedlikeholdsrutinene ikke hatt mulighet for å fange opp denne feilen før den ble fatal.

### **3.4 Analyse av hjulets historikk**

Havarikommisjonen har gjort forsøk på å undersøke hjulstommens historikk for å se om det kunne avdekkes forhold som kan ha vært utløsende for sprekkdannelsene. Dette kan f.eks. være et eller annet fenomen som medførte overbelastning, hjulet har hatt for trang hjulring, det har vært sidekast i hjulet eller hjulringen, at hjulstommen tidligere har vært med i en avsporing eller om faktisk utvikling i aksellast og kjørehastigheter har ført til en situasjon der disse hjulstommene er underdimensjonert eller at geometrien på den aktuelle stommen var spesielt ugunstig. Denne undersøkelsen ga ingen resultater. Det kan derfor ikke avgjøres om hjulstommen har vært utsatt for noen spesiell belastning eller ikke.

Havarikommisjonen har gjennom sitt nettverk i European Railway Agency (ERA) etterspurt informasjon om lignende eller tilsvarende hendelser hos andre jernbaneforvaltninger i Europa. Tilbakemeldinger viser at det har vært tilløp til sprekker i hjul i blant annet Danmark, Sverige og Frankrike, men at disse har blitt oppdaget før hjulene har gått til brudd.

### **3.5 Analyse av vogntype B7**

#### **3.5.1 Vogntype B7**

Vogntype B7 er bygget i perioden 1979 til 1990, i flere serier. Vognene 5319 og 5286, vogn 1 og 2 i toget, inngår i tredje serie av vogntypen og er produsert på midten av 1980-tallet av Kalmar Verkstads AB, Sverige. Vognene er produsert i henhold til datidens krav og retningslinjer, bygget i stål og med en struktur som har en stor grad av styrke og stivhet. Vogna fikk ingen store strukturelle skader.

Nye stoler ble innmontert i vognene ved opprustning av vogntypen. Dette ble gjort i henhold kravene i UIC 566. Disse stolene har en konstruksjon som gjør at de ved en ulykke skal deformeres for å oppta energi.

### 3.5.2 Vognenes konstruksjon og interiør

Ved denne hendelsen løsnet sideplater, leselamper og stolputer inne i den veltede vogna. Samtlige faste vinduer på vognas høyre side i kjøreretningen falt ut ved ulykken. Innfesting av vindusrutene er i henhold til gjeldende krav som er innfesting i en gummipakning og låsing med en gummilist utvendig. Dette gir ingen styrke ved belastninger utover det å holde vinduene på plass ved normale driftsforhold. Glassene er doble, med et vanlig ytterglass og laminert innerglass. Det er noe usikker i hvilken fase vinduene falt ut, men trolig skjedde dette da vogna veltet over på siden. Ingen vinduer på vognas venstre side falt ut. Vinduene som kan åpnes satt på plass i føringskinnene for å åpne/lukke. Vinduene på denne vogntypen har påmontert et tverstag midt på vinduet som skal være med å hindre personer å havne utenfor vogna om vinduene faller ut.

Vognkassen ble ikke deformert ved ulykken. Det gjorde at overlevelsesrommet inne i passasjerkupeene ikke ble redusert. Samtlige stoler forble festet til gulvet og man unngikk dermed at passasjerer ble klemt mellom eller under disse, eller at stolene ble kastet rundt inne i kupeen.

### 3.5.3 Andre observasjoner

Rail Safety and Standard Board (RSSB) i England har utført flere undersøkelser for den engelske jernbaneindustrien. De har blant annet, på bakgrunn av flere ulykker hvor passasjerer er kastet ut av vognene og omkommet, gjort en omfattende undersøkelse for å se hvilke tiltak som var mest hensiktsmessig for å holde personer inne i vogna.

Undersøkelsen vurderte både bruk av 2- eller 3-punkts sikkerhetsbelte og det å forsterke vindusrutene i vognene. Undersøkelsen konkluderte med at setebelter var uheldig da dette ville kreve forsterking av stolene, noe som igjen ville gjøre disse tyngre (større egenvekt samt personens kroppsvekt) og kreve en helt annen innfesting av stolene i vogn gulvet. Dette ville gjort at de reisende forble i området av vogna, selv om dette området ble deformert, og dermed mistet sitt overlevelsesrom. Beregninger viste at for hver passasjer setebeltet reddet, vil det kreve 8 omkomne.

Forsterkede vinduer (laminert glass) med limt innfesting viste seg å tåle de påkjenningene undersøkelsen forventet for å holde de reisende inne i passasjerområdene i vogna. Undersøkelsen utført av RSSB konkluderte med at det heller ikke er nødvendig å benytte vinduer som nødutgang for evakuering av passasjerer. Tidsrommet fra ulykken inntreffer til redningspersonell er på ulykkesstedet er i England vurdert til normalt å være kort, og redningsetatene har utstyr for raskt å åpne/skjære opp laminerte ruter og deretter bistå med evakuering.

Undersøkelsen vurderte også om boggiene på en vogn bør løsne og fjerne seg fra vogna, eller om de bør følge med vogna. Konklusjonen i England var at det gunstige er at boggien forblir festet til vogna og dermed beskytter vogn gulvet og opptar energi. Samtidig med dette unngår en at løse boggier legger ut på egen ferd og derigjennom påfører andre deler av toget eller dets omgivelser skader (både materiell, reisende eller tredjeperson). Havarikommisjonen har ikke vurdert tilsvarende undersøkelser gjennomført av andre europeiske organisasjoner eller komiteer.

### 3.6 Analyse av redningstjenesten

#### 3.6.1 Organisering av skadestedet, KO og fagledere.

Første innsatspersonell på stedet var Eidskog brannvesen. De var på ulykkesstedet kl. 1748. Kl. 1752 ble det rekvirert busser for å transportere uskadde og lettere skadde passasjerer. I denne fasen og frem til første helsepersonell ankom kl. 1812 gjorde brannvesenet en flott innsats ved å ta i mot, hjelpe, evakuere og forflytte passasjerer som selv hadde begynt å forlate toget.

Brannvesenet hadde en utfordring knyttet til å få bekreftet om strømforsyningen til kontaktledningsanlegget var koblet ut. De holdt en tydelig kommunikasjon med alle som forlot vognene, slik at de forholdt seg til etablert evakueringsrute.

Første ambulanse ankom kl. 1812, og en av disse inntok rollen som operativ leder helse (OLH). OLH etterlyste umiddelbart dokumentasjon på sikkerhetstiltak, herunder at strømutkobling var foretatt. Det var ingen som kunne bekrefte dette. Vedkommende fikk bekreftet at det var en sikker vei å bevege seg, men ønsket å avvente til strømutkobling var bekreftet. På dette tidspunktet så OLH ingen andre fagledere. Kl. 1808 ankom første politipatrulje stedet. Kl. 1812 ankom Innsatsleder stedet. Rundt dette tidspunktet ankom også lokale leger. Ingen av disse gikk inn som Fagleder helse, slik at denne rollen aldri blir bekledd.

Helsepersonell berømmer innsatsen til togpersonalet og brannvesenet for god veiledning, kommunikasjon og evakuering. Innsatspersonell beskriver noe kaotiske tilstander knyttet til vanskeligheter med å få kontakt/se Innsatsleder kommandosenter (ILKO) og de tre Faglederne. Faglederne beskriver litt forskjellig oppfatning. Politiets Innsatsleder beskriver at han hadde god nok kommunikasjon med OLH og Fagleder brann, selv om disse ved enkelte tidspunkter måtte forflytte seg for å kommunisere med eget personell. OLH og Fagleder brann oppnådde svært sjelden kontakt med hverandre.

Innsatspersonell ga uttrykk for manglende ansvarlig leder på samleplass og der hvor øvrige pasientene befant seg. Samlet kan dette beskrives som mangelfull tildeling av roller. Det samme gjaldt hvilke pasienter som skulle transporteres av hvem.

OLH ga uttrykk for at det burde vært opprettet et ambulanseskjerpunkt (evakueringspunkt) på hver side av jernbanelinja. Dette er en oppgave som skal iverksettes av Politiet, men flere helsepersonell mente de eller brannvesenet kunne bistått da det ikke var nok politi tilstede i initialfasen. I samtale med innsatspersonell fra alle 3 etatene fikk vi forskjellig oppfatning og forklaring på denne problemstillingen. Uansett hvem som hadde tatt tak i dette, mener mange innsatspersonell at dette ville ryddet opp i noe av den frustrasjonen som er fremkommet i ettertid i forhold til dårlig organisering ved ankomst skadested. OLH mener at organiseringen inne på det sentrale skadested og samleplass fungerte bra ut fra de forutsetninger de hadde. (Havarikommisjonen tror det her tenkes på et oppmøtepunkt for innsatspersonell i stedet for ambulanseskjerpunkt(AKP)).

Utdrag av svensk rapport: *“Det var kaotisk. Det tog en stund innan vi blev tilldelade patienter. Vi anmälde oss och avvaktade sedan order från sjukvårdsledaren. Någon medicinsk ansvarig såg vi aldrig. När vi fick patienter fick vi bara anvisning att ta med de patienterna vi tilldelades till Arvika. Vi fick ingen rapport angående skador utan vi fick bara svenska patienter.”*

Kommentarer fra ikke-helsepersonell: *“ambulanser som kom litt ut i hendelsen virket mer opptatt av å tittle inn i de tomme vognene enn å oppsøke “han med vesten” (OLH) for å få tildelt oppgaver.”*

Flere private kjøretøyer som kom til skadestedet sperret for andre utrykningskjøretøyer. Det ble beskrevet fra ambulanspersonell som noe frustrerende at ingen hadde opprettet sperrepost slik at dette ikke oppsto.

Forflytning av uskadde og ubetydelig skadde til rådhuset ble iverksatt ca. kl. 1915. Kriseteamet og organisasjonen til Eidskog kommune fremstår som svært effektiv i denne hendelsen. En butikk som lå like ved skadestedet ble åpnet og fungerte som varmestue/innendørs samleplass. Dette ble senere flyttet til rådhuset.

Alle som ble evakuert til rådhuset ble sjekket av helsepersonell for eventuelle skader som ikke var oppdaget på ulykkesstedet.

### 3.6.2 Skadestedsarbeidet

En gjennomgang av forutsetningen for god skadestedsledelse gjør at havarikommisjonen har bemerkninger til de overordnede styringssystemene.

Innsatspersonell kan ikke huske når det sist ble arrangert en øvelse med masseskader/store ulykker. De kan ikke angi når de sist hadde øvelse/trening i rollen som OLH (operativ leder helse), IL (innsatsleder), FB (fagleder brann) og FH (fagleder helse), men noen har gjennomført samvirkekurs. Alle de tre faglederne på denne hendelsen hadde samvirkekurs. Faglederne beskriver også at det har vært lite øvelse og tilrettelegging i håndtering av masseskader og operativ ledelse.

Unntaket er Eidskog brannvesen som i samarbeid med ambulansetjenesten har gjennomført mindre øvelser årlig, men ikke med masseskader og trening i de forskjellige lederrollene.

Det er kommet innspill på at politiet ikke opprettet viktige funksjoner. Fagleder politi skulle blant annet opprettet trafikkposter, gjennomført regulering av trafikk til og fra skadested, etablert evakueringspunkt samt venteplass og samleplass for evakuerte. Politiet aviser dette og viser til at de var få tjenestemenn i startfasen, flere av disse rollene ble ivaretatt samt at de hadde mange viktig oppgaver å ivareta. Andre som er intervjuet kan heller ikke beskrive denne problemstillingen, med unntak av oppmøteorganisering. Havarikommisjonen finner disse innspillene så sprikende at vi mener dette igjen skriver seg tilbake til lite samtrening i masseskader og katastrofesituasjon.

Havarikommisjonen mener at samhandling, trening i KO arbeid, øvelse i store ulykker og kurs/opplæring i samvirke på skadested må være en del av den kontinuerlige kompetansebyggingen.

Havarikommisjonen mener at tiden fra første ambulanse ankom til første initialt alvorlig skadde pasient ble fraktet ut kl. 1918 ikke oppfattes som rask evakuering. Det var godt med helseressurser i tidspunktet fra 30-45 minutter etter hendelsen, og det skulle derfor vært mulig å foreta en noe raskere evakuering. Enkelte av innsatspersonellet fra helse argumenterte for at raskere evakuering ville vært iverksatt hvis flere hadde vært kritisk skadd. Dette er et argument havarikommisjonen stiller spørsmålsteget ved. Andre har kommet med innspill om at det burde vært iverksatt evakuering tidligere.

Det er mye diskusjon rundt optimal skadestedstid. PHTLS opplæring beskriver noe om dette, og alle helseforetakene har gjennomført disse kursene. Dette er også beskrevet i TAS 2 kursene til Norsk Luftambulans, samt i medisinsk operativ manual (MOM) for mange ambulansetjenester. Det er i dag ingen nasjonal standard for katastrofehåndtering (triage), Jamfør TAS 3 kurs i regi av Norsk Luftambulans.

Opplæring i håndtering av masseskader beskriver “evakuering så fort som mulig” når situasjonen og ressurstilgangen tilsier det.

Norsk innsatspersonell beskriver innsatsen fra svensk redningstjeneste som god og veldig profesjonell. Utskrift fra rapport fra Eda kommune (samtale med befal Charlottenberg): “Styrkan från Charlottenberg bestod av 12 brandmän och var behjälpliga med att bära ut de siste passagerarna, bära ut gods samt en avslutande genomsökning av vagnar och närområde efter skadade. Tre brandfordon samt en personbil användes enligt uppgift för transport till platsen”.

### 3.6.3 Tekniske utfordringer.

I denne hendelsen var det ingen redningstekniske utfordringer da ingen personer satt fastklemt eller lå under togvogner. Det var ikke tilløp til brann eller spesielt fare for dette. Det lå derimot en vesentlig utfordring i kommunikasjonen om hvorvidt strømmen var utkoblet eller ikke. Det må vektlegges at skadestedet var ideelt av flere årsaker, rett ved kjørbær vei og at vognene lå på siden i flatt, mykt terreng. Hadde hendelsen skjedd langt fra kjørbær vei ville utfordringene vært av en helt annen karakter.

I denne hendelsen var det ikke mulig for Fagleider brann å komme igjennom på telefon til togleder for å få verifisert om strømmen var utkoblet. Det gikk 29 minutter fra brannvesenet ankom skadestedet til de fikk verifisert fra togleder at strømmen var utkoblet. Dette kunne vært svært tidskritisk hvis kritisk skadde pasienter hadde sittet fast eller på annen måte måtte evakueres raskt. Dette har vist seg å være et gjentakende problem, både ved hendelser og øvelser de senere årene.

## 3.7 **Skademekanisme**

### 3.7.1 Togets stoppkrefter

Havarikommisjonen vil her kort vurdere krefter og hendelser inne i vognene som følge av togets oppbremsing og stopplengde.

Hastighet da hjulet gikk til brudd og vogn nummer en sporet av var 95 km/t. Hastigheten var redusert til 91 km/t da nødbrems ble aktivert ved planovergangen. Fra avsporsingsstedet til planovergangen hvor nødbrems ble aktivert er det 316 meter. Toget fortsatte ytterligere 117 meter fra nødbrems ble aktivert og til det stoppet. Dette tok 13 sekunder. Toget hadde dermed en myk retardasjon og stopp og påførte dermed de reisende moderate stoppkrefter.

Fordi massene fra sporrensingen inne på Skotterud stasjon i september var lagt ut på sideterrenget, var dette bearbeidet, flatt, belagt med leire og sand og uten forhøyninger. Da den første vogna brøt ut og etter hvert veltet over på siden oppsto det ingen bråstopp. Vogna skled på det myke massen i sideterrenget av leire og sand. Dette gjorde at passasjerene ikke ble påført stoppenergi ved å bli kastet hardt mot seterygger eller andre interiørdeler. Åpningene etter vinduene som hadde falt ut ble raskt fylt med leire og sand



som ble presset inn i vogna. Dette, sammen med tverrstagene gjorde at ingen falt ut og/eller kom i klem mellom vognsiden og sideterreng.

### 3.7.2 Personskader

Hovedårsak til skadene på de reisende er andrehåndsskader som skyldes sammenstøt med interiøret i vogna, sammenstøt med andre passasjerer og at de ble truffet av bagasje som falt ned fra bagasjehyllene. Havarikommisjonen vurderer at togets myke stopp sterkt bidro til at ingen i ettertid ble kategorisert som alvorlig skadet.

## 3.8 **Samtrafikkavtalen**

Havarikommisjonen har gjennomgått samtrafikkavtalen og kan se at denne kan gi utfordringer i forhold til ansvars- og myndighetsområder. Havarikommisjonen har ikke vurdert disse problemstillingene da det forutsettes at NSB AS og SJ AB fortløpende følger opp og håndterer de problemstillingene som kommer opp.

# 4. **KONKLUSJON**

## 4.1 **Undersøkelseresultat**

Den direkte årsaken til ulykken var at høyre hjul på første aksel på bakre boggi på første vogn gikk til brudd slik at ytre del av hjulet vandret innover på akslingen. Boggien mistet styring da første aksling sporet av og boggien begynte å tverrstoppe seg. Da boggien traff planovergangen i enden av stasjonen løftet/hoppet vogna opp i bakkant, brakk ut og veltet.

### 4.1.1 Hjulstomme. Kontroll og vedlikeholdsrutiner

Basert på de utførte undersøkelsene konkluderes følgende:

Bruddskaden til hjulstommen oppstod som følge av initiering av utmattingssprekker fra overflaten sirkulært langs området med den laveste godstykkelsen på 19-20 mm. Sprekkinitieringene har oppstått på både innsiden og utsiden av hjulstommen. I tillegg ble det observert en sprekk med mulig initiering i senter av materialet. Det virker rimelig å anta at korrosjonsutmatting er en medvirkende faktor i sprekkveksten. Dette kan skyldes en generell overbelastning, eller det kan også være en engangshendelse med denne hjulstommen som ikke er dokumentert.

Hjulstommen ble produsert i 1958 og har hatt en driftstid på vel 50 år. Den er produsert i et stål med en kvalitet sammenlignbar med 17-JG-7 i SURA Kvalitätsöversikt, og har en betydelig lavere styrke sammenlignet med dagens krav, ref. EN 13262. SJ AB har ikke dimensjoneringskravet for hjulstommen, og vet ikke med sikkerhet om stommen er høyere utnyttet en opprinnelig forutsatt. SJ AB har kontrollert samtlige stommer av samme type, og det er ikke funnet tilsvarende feil på disse.

Overflatebeskaffenheten viste et betydelig antall malingslag, delvis skallet av på grunn av korrosjon. Visuell inspeksjon av hjulet ville dermed ikke kunne avdekke sprekkinitieringer i overflaten. OFP/NDT kontroll ved hjulringsbytte ble ikke gjennomført. Strekingen toget kjører i Norge er ikke utrustet med hjulskadedetektorer.

Samlet sett har de faktisk etablerte kontroll- og vedlikeholdsrutinene dermed ikke hatt mulighet for å kunne fange opp denne feilen før den ble fatal.

#### 4.1.2 Redningsarbeidet

Ledelsesorganisasjonen på dette skadestedet manglet Fagleder helse, og de tre Faglederne var sjelden samlet slik at de kunne utføre nødvendig kommunikasjon om tiltak. Det var ikke etablert oppmøtested eller annen metode for å motta innsatspersonell som kom fortløpende. Det manglet også medisinsk ledelse på samleplass. (Ingen var merket eller ga til kjenne at de hadde denne funksjonen).

Loggsystemene bør kunne registrere flere innringinger til samme hendelse. Loggsystemene må kunne registrere innringing fra en annen nødsentral. Disse systemene må også kunne registrere at sentralene ringer til en annen sentral (lik amis).

Akuttmedisinsk kommunikasjonssentral (AMK) bør være mer bevisst på å opprettholde beredskap til akuttoppdrag til distrikter hvor avstandene mellom ambulansestasjoner er lang. Det er kommet innspill på at ambulanser som er alene i store distrikt for ofte blir brukt til vanlige oppdrag (ikke akuttoppdrag), i stedet for å være i beredskap til akuttoppdrag i eget distrikt.

Ledelsesorganisasjonen må fremstå som tydelig slik at forvirring og frustrasjon unngås. Innsatspersonell som ankommer skal gå direkte i pasientarbeid etter ordre fra OLH/FH. Det er et potensiale i å bedre organiseringen av skadested, samleplass og å evakuere ut/inn med ambulanser. Havarikommisjonen anser at det bør innføres nasjonal standard for katastrofe-triage. Det finnes ingen godkjent utdanning for personell som skal bekle faglederrollene i helsevesenet. Slik godkjent utdanning bør prioriteres.

Vaktleger i distriktene må være klar over sin rolle som Fagleder helse og ha ferdig merkede vester for denne rollen.

Evakuering fra vognene til samleplass var effektivt. Videre transport av lettere skadde med minibusser var svært effektivt og raskt iverksatt. Evakuering av uskadde og ubetydelig skadde til rådhuset med god medisinsk og mental oppfølging fungerte godt. Medisinsk behandling av alvorlig og lettere skadde var bra. Tiden fra Sea King redningshelikopter landet til avreise oppfattes som svært effektiv evakuering i det dette kun er der i 24 minutter (bakketid).

Det var mye ressurser til stede i tidspunktet fra 30 – 45 minutter etter hendelsen, slik at evakuering av pasienter burde vært gjennomført raskere. Dette blant annet for at sykehusene ikke skal bli fylt opp av pasienter som kommer samtidig.

#### 4.1.3 Vognmateriell

Samtlige vinduer på den veltede vognas ene side falt ut da denne veltet. Den løse massen langs sporet, sammen med tverstagene hindret at noen av de reisende falt ut. Dette antas å ha vært viktige bidrag til at ingen ble alvorlig skadet eller omkom ved ulykken.

Tre av fire boggier på de to første vognene i toget løsnet fra vognkassen. I dette tilfellet medførte det ingen følgeskader, men innfesting av boggier til vognkassen er et forhold som anbefales vurdert.

## 5. PLANLAGTE TILTAK

### 5.1 Gjennomførte og planlagte tiltak

SJ AB har kontrollert alle hjulstommer av samme type og modell uten at ytterligere feil er funnet. De har utført dimensjoneringsberegninger og skadetålighetsberegninger og all dokumentasjonen er oppdatert.

Det er gjennomført dimensjoneringsberegninger og skadetoleranseanalyser for hjulstommene, og det er utarbeidet og iverksatt forbedrede kontrollrutiner ved omstopping og bytte av hjulring. Disse vil bli implementert i eksisterende prosedyre ved neste revisjon.

De mulige utfordringene som havarikommisjonen påpeker vedrørende Samtrafikkavtalen er identifisert av NSB AS i deres interne granskningsrapport. Forholdene følges opp av NSB AS mot SJ AB.

## 6. SIKKERHETSTILRÅDINGER

Statens havarikommisjon for transport fremmer følgende sikkerhetstilrådinger<sup>2</sup> i forbindelse med denne undersøkelsen.

### **Sikkerhetstilråding JB nr. 2011/13 T**

Det overordnede inntrykket er at den observerte skaden i hjulstommen har utviklet seg over lang tid. Sprekkdannelsene kunne vært fanget opp i forbindelse med overhaling/inspeksjon. Havarikommisjonen tilrår Statens jernbanetilsyn å pålegge jernbanevirksomheter som opererer andre virksomheters materiell i Norge å påse at disse virksomhetene har vedlikeholdsrutiner som minst tilsvarer egne standarder slik at denne type feilutvikling fanges opp.

### **Sikkerhetstilråding JB nr. 2011/14 T**

I denne hendelsen var det ikke mulig for Fagleder brann å komme igjennom på telefon til togleder for å få verifisert om strømmen var utkoblet. Det gikk 29 minutter fra brannvesenet ankom skadestedet til de fikk verifisert fra togleder at strømmen var utkoblet. Havarikommisjonen tilrår Statens jernbanetilsyn å pålegge Jernbaneverket å gjennomgå rutineene for kommunikasjon mellom innsatspersonell og togleder med sikte på å kvalitetssikre rutineene for etablering av rask og effektiv kommunikasjon mellom disse.

Statens Havarikommisjon for Transport

Lillestrøm, 22. september 2011

---

<sup>2</sup> Undersøkelserapport oversendes Samferdselsdepartementet, som treffer nødvendige tiltak for å sikre at det tas behørig hensyn til sikkerhetstilrådingene, Jf. forskrift 31. mars 2006 nr. 378 om offentlige undersøkelser av jernbaneulykker og alvorlige jernbanehendelser m.m. (jernbaneundersøkelsesforskriften) § 16.

## **VEDLEGG**

Vedlegg A: Forsvarets laboratorieundersøkelse, rapportnummer 101210.06, Skadeundersøkelse av toghjul etter avsporing ved Skotterud 1/10 2010.

Vedlegg B: RSSB Case Study - Containment

Vedlegg C: RSSB Report on improvements in the safety of passengers and staff involved in train accidents

Vedlegg D: Styrande dokument för hjulparsunderhållet



FLO/V/LHK

# Forsvarets laboratorietjeneste

## Analytisk laboratorium

### Kjemi og materialteknologi

Oppdragsgiver <b>SHT v/ Johan Sverre Johansen</b>		<b>Teknisk Rapport</b>	
Gjenpart <b>SHT v/ Kåre Halvorsen</b>			
Tittel <b>Skadeundersøkelse av toghjul etter avsporing ved Skotterud 1/10 2010</b>			
Rapportnr <b>101210.06</b>	Dato for mottak av oppdrag <b>2010.10.14</b>	Dato for utgivelse <b>2011-01-24</b>	
Jobbnr / Prøvenr <b>M-10-300</b>	Antall sider <b>10</b>	Antall vedlegg <b>-</b>	
Utarbeidet av <b>Øyvind Frigaard</b> <i>Øyvind Frigaard</i>	Verifisert av	Sjef Analytisk laboratorium <b>Tor Arne Gustavsen</b> <i>Tor Arne Gustavsen</i>	
<b>Innhold</b>			
<b>1</b>	<b>Innledning .....</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Resultater .....</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
2.1	VISUELL UNDERSØKELSE VED SHT .....	3	3
2.2	FRAKTOGRAFI .....	4	4
2.3	METALLOGRAFI .....	7	7
2.4	MATERIALTESTING .....	8	8
<b>3</b>	<b>Konklusjon .....</b>	<b>10</b>	<b>10</b>

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

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

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

**Telefon :**  
+47 63 80 87 41  
Mil: 505 8741

**Telefax :**  
+ 47 63 80 87 58  
Mil: 505 8758

## 1 Innledning

Forsvarets laboratorietjeneste, kjemi og materialteknologi, ble anmodet om å bistå i skadeundersøkelsen av toghjul etter avsporing ved Skotterud.

Undersøkelsene bestod i visuell undersøkelse av det havarete hjulet ved SHT, prøveuttak, fraktografi i SEM, metallografi og mekanisk testing.



Figur 1 Oversiktsbilde av havarete toghjul.

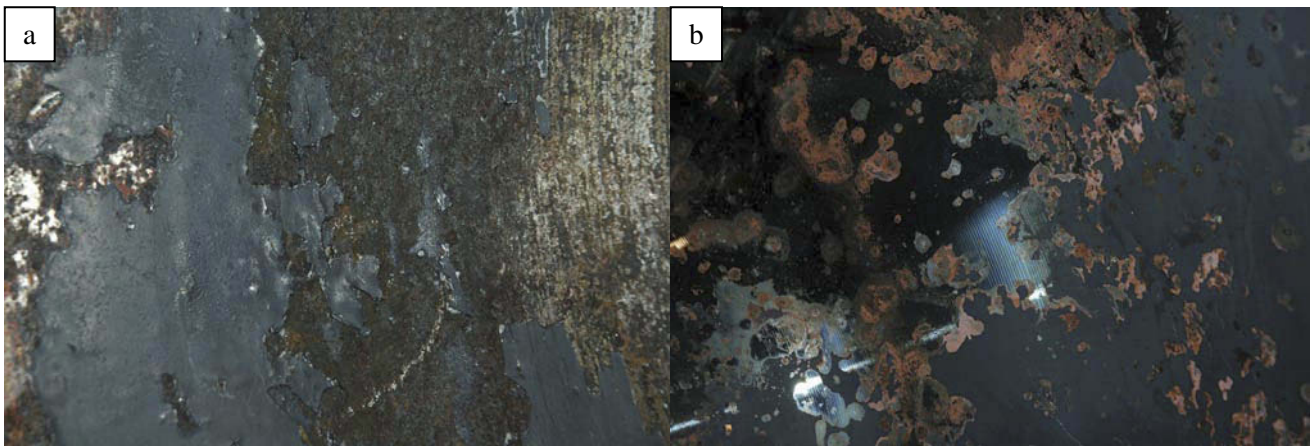


## 2 Resultater

### 2.1 Visuell undersøkelse ved SHT

Som det fremgår av Figur 1ab er det havarete toghjulets hjulstamme separert i to deler i forbindelse med skaden. Skaden virket å være initiert fra en rekke sprekker som var dannet på både innsiden og utsiden sirkulært rundt hjulet i området med den lavest godstykkelsen. På grunn av betydelig sekundær deformasjon i og rundt bruddflatene var det vanskelig å avgjøre det totale antall initieringspunkter, dette som følge av at flatene hadde rotert mot hverandre i forbindelse med havariet. Det kunne allikevel observeres så mange sprekkiniteringer at det er rimelig å anta at et betydelig antall sprekker har vært initiert rundt hele periferien av hjulet, og at bruddet har oppstått som følge av at disse har vokst sammen. Godstykkelsen langs bruddflaten ble målt til 19-20mm. Hjulet hadde en relativt grov overflate med antydninger til overflate korrosjon, overflaten var dekket med flere lag maling/belegg. En sammenligning av overflaten på hjul av tilsvarende kvalitet som det havarete med et hjul av nyere dato er vist i Figur 2 (hjulene satt på samme togsett som det havarete).

Med bakgrunn i den visuelle undersøkelsen ble fem sprekkiniteringer identifisert og kappet ut som skissert i Figur 3.



Figur 2 Sammenligning av overflate på a: tilsvarende hjuldesign som havareert, b: hjuldesign av nyere dato.



Figur 3 Oversiktsbilde av prøveuttak. 1-5 angir område med synlig original bruddflate og STR angir område for uttak av prøvestykker for strekkprøving.



## 2.2 Fraktografi

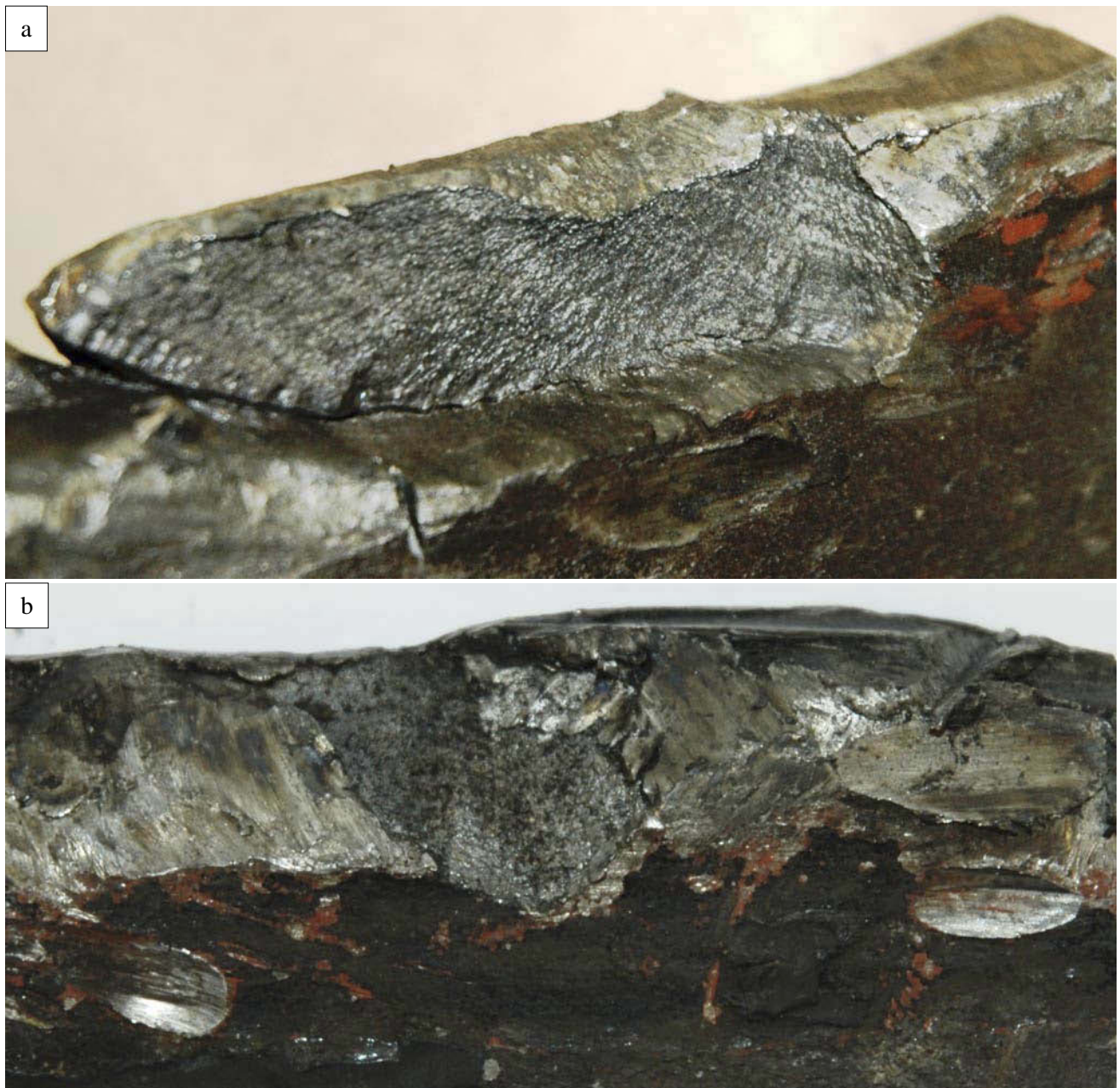
Oversiktsbilder av bruddflatene kappet ut fra det havarerte hjulet er vist i Figur 4a-e.

Bruddflaten vist i Figur 4a viste typiske tegn på utmatting med tydelige sprekkstopplinjer.

Sprekkinitieringen kan også ha oppstått mot senter av i tverrsnittet av hjulet, hvilket kan tyde på initiering som følge av store kompresjonsspenninger.

De øvrige sprekkinitieringene var betydelig oksidert og bar preg av å ha vært eksponert mot fukt i lengre tid, se spesielt Figur 4c-e. Disse sprekkene er trolig initiert fra overflaten av hjulet.

Bruddflaten vist i Figur 4a ble undersøkt videre i SEM med tanke på å bekrefte utmatting. Som det fremgår av SEM bildene i Figur 5 kunne det observeres mikrosprekker og antydninger til striering forenlig med utmatting. De øvrige bruddflatene var så korroderte at det ikke var hensiktsmessig å utføre noen ytterligere undersøkelser.





c



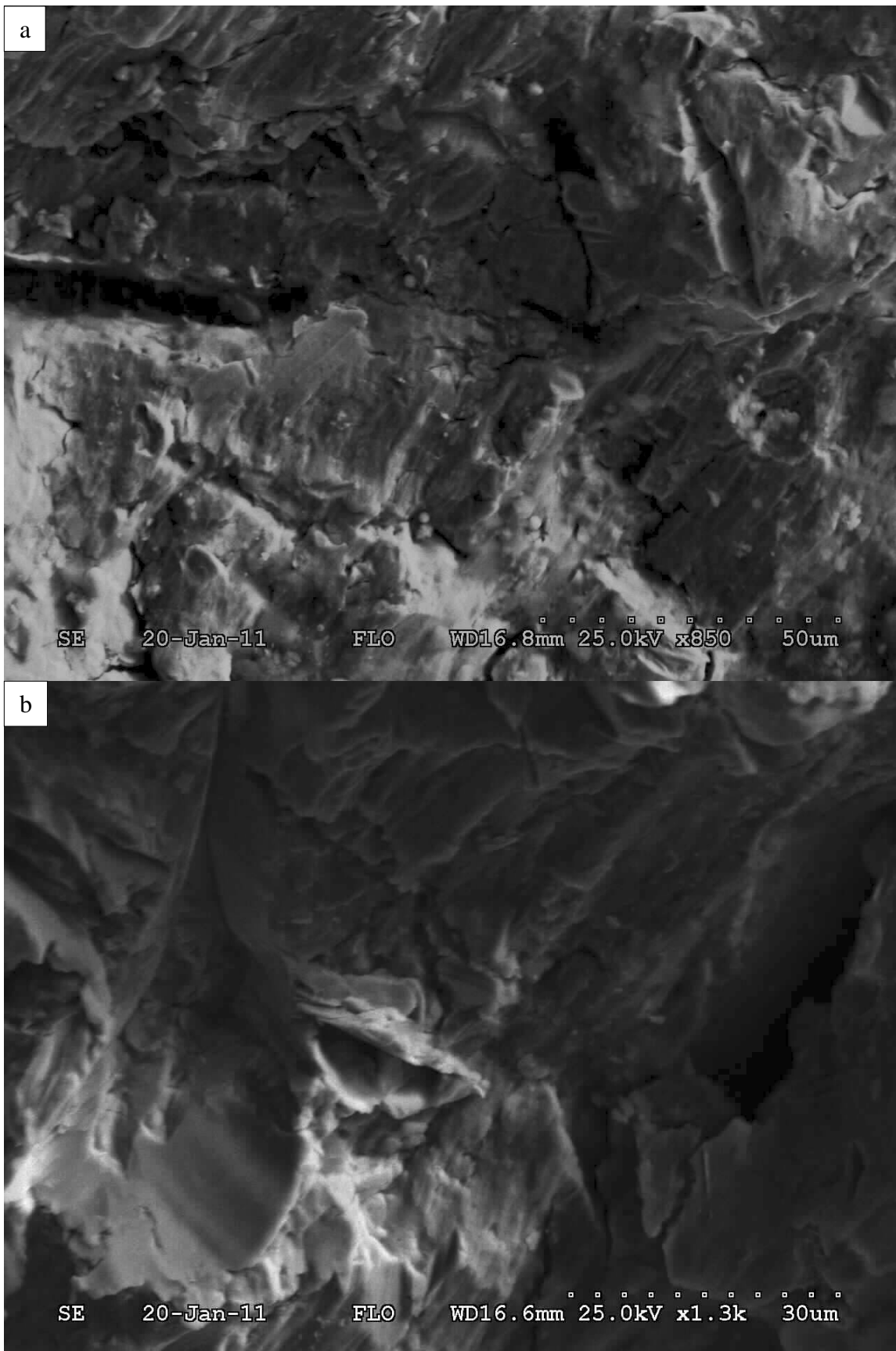
d



e



Figur 4 a-e Oversiktsbilder av bruddflater kappet ut fra havarett hjul som angitt i Figur 3.

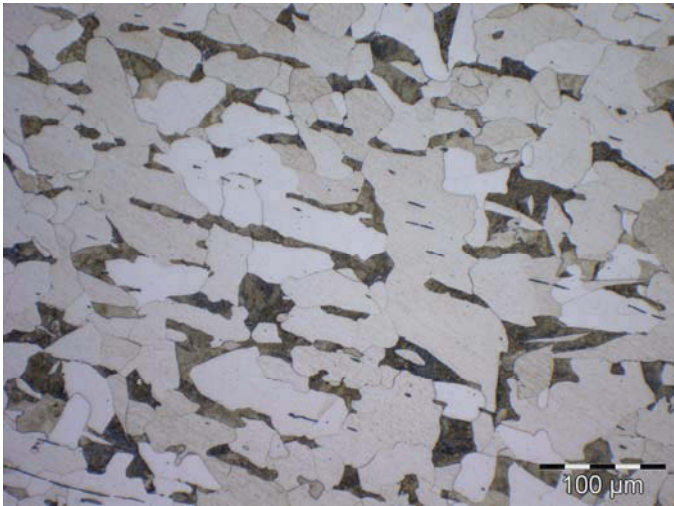


Figur 5 Bilder i SEM av bruddflaten vist i Figur 4a.

### 2.3 Metallografi

En materialprøve fra hjulstammen ble tatt ut, slipt, polert og etset med Nital for å avdekke mikrostruktur. Figur 6 viser at grunnmaterialet til hjulstammen består av en ferritt perlittisk struktur.

Videre kunne det observeres forgrening i snittet til bruddflaten vist i Figur 4a, dette området ble polert og etset i Nital for å få et bedre bilde av sprekkeforplantningen. Som det fremgår av mikrostrukturbildene i Figur 8ab kan det observeres forgreninger og deformasjon av materialet langs sprekkeoverflaten.

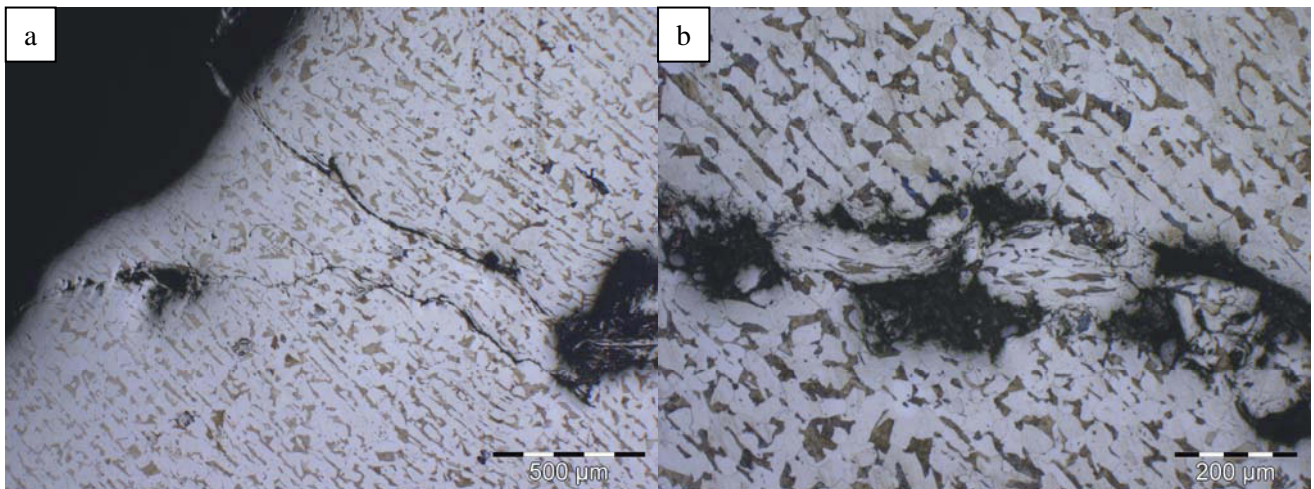


Figur 6 Mikrostrukturen til hjulstammen viser en ferritt perlittisk struktur, prøven etset i Nital.



Figur 7 Bilde av sekundærsprekk i snitt ved bruddflate vist i Figur 4a.





Figur 8 Bilde av tverrsnitt gjennom sekundærsprekk, bruddflate vist i Figur 4a.

## 2.4 Materialtesting

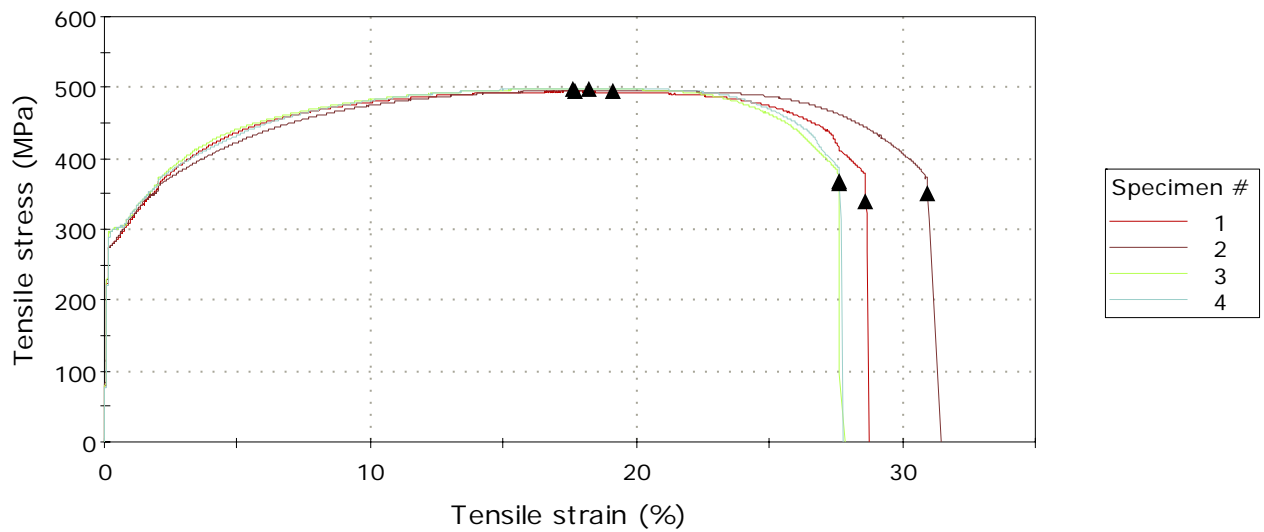
For å avklare materialkvaliteten til grunnmaterialet i hjulstammen ble det tatt ut materiale for maskinering av prøvestaver for mekanisk testing. Stavene ble tatt ut som skissert i EN 13262:2004, resultatene etter strekkprøving er oppsummert i Tabell 1.

Den kjemiske sammensetningen ble bestemt ved hjelp av massespektrograf og verdiene er oppsummert i Tabell 2.

Tabell 1 Oppsummering av mekaniske egenskaper etter strekkprøving.

	<b>Bruddspenning Rm (MPa)</b>	<b>Flytegrense Rp0.2 (0,2 %) (MPa)</b>	<b>Forlengelse (%)</b>
1	494	280	29
2	496	280	31
3	498	300	28
4	499	299	28
Gjennomsnitt	497	290	29
Krav: 17-JG-7	430-510	240	24

## Specimen 1 to 4



Figur 9 Tøyningsstressdiagram for materialprøver.

Tabell 2 Legeringssammensetning til hjul materialet\*.

Element	wt%	Element	wt%
C	0.16	Ti	0.002
Si	0.43	Nb	0.001
Mn	0.62	V	0.001
P	0.027	B	0.0004
S	0.019	W	0.001
Cr	0.062	Pb	<0.001
Ni	0.16	Sn	0.022
Mo	0.002	As	0.020
Al	0.012	N	0.005
Cu	0.21	Fe	98.1
Co	0.008		

\* Verdier fra TI rapport no. 3420-10-0528.

### 3 Konklusjon

Basert på de utførte undersøkelsene konkluderes følgende:

Hjulstammen ble produsert tilbake i 1958 og har hatt en driftstid på vel 50 år.

Den havarerte hjulstammen er produsert i et stål med en kvalitet sammenlignbar med 17-JG-7, og har en betydelig lavere styrke sammenlignet med dagens krav, ref. EN 13262.

Basert på overflatebeskaffenheten der det kunne observeres et betydelig antall malingslag som delvis skallet av på grunn av korrosjon, er det på det rene at visuell inspeksjon av hjulstammen ikke kan forvente å avdekke sprekkinitieringer i overflaten.

Bruddskaden til hjulstammen har oppstått som følge av initiering av utmattingssprekker fra overflaten sirkulært langs området med den laveste godstykkelsen på 19-20mm. Det er i dette området hjulstammen er mest belastet, og det er naturlig at sprekker vil initieres her. Den grove korroderte overflaten har trolig medvirket til det store antallet av sprekkinitieringer. Sprekkinitieringene har oppstått på både innsiden og utsiden av hjulstammen og tyder på sykliske belastninger fra begge sider av hjulet. I tillegg ble det observert en sprekk med mulig initiering i senter av materialet, dette kan tyde på høye trykkspenninger, men kan også ha oppstått fra inneslutninger i materialet. Den metallografiske undersøkelsen tyder også på betydelig belastning i sprekkoverflaten, samtidig som sprekkfronten ser ut til å være korrodert. Det virker derfor rimelig å anta at korrosjonsutmattning er en medvirkende faktor i sprekkveksten.

Overordnet er vårt inntrykk at den observerte skaden har utviklet seg over lang tid og at sprekkdannelsene kunne vært fanget opp i forbindelse med overhaling/inspeksjon. For tilsvarende komponenter i bruk, må det snarest etableres et hensiktsmessig kontrollregime der overflaten til hjulstammene forbedres slik at NDT kontroll kan utføres.

Det anbefales også å gjøre en vurdering av om design og materialvalg tilfredsstillende dagens krav til materiellet, da det er skjedd betydelige endringer materialvalg, design og bruksbetingelser siden den aktuelle hjulstammen ble produsert.



## Containment

**Client: Rolling Stock R&D Stakeholder Group**

*Informing industry's consensus on the best available techniques to prevent ejection in a train accident.*

## Description

Train accident	Fatalities	Ejections	Fatal ejections
Watford	1	2	1
Southall	7	2	2
Ladbroke Grove	29	1	1
Hatfield	4	0	0
Great Heck	8	0	0
Potters Bar	6	6	4
Ufton Nervet	5	9	4
<b>Total</b>	<b>60</b>	<b>20</b>	<b>12</b>

Like most modern railway systems, Britain's railways are extremely safe and accidents are rare. Accident data analysis has indicated that the vastly improved crashworthiness of modern rolling stock has helped contribute to a decline in the number of people killed. However, there has also been a change in the pattern of injuries. In 7 of the more recent train accidents (between 1996 and 2004), 20% of the fatalities (12 out of 60), were due to involuntary exit from the train via a window.

In the aftermath of accidents like Ufton Nervet, there was public pressure for an industry response, especially from affected parties and MPs, particularly focussing on seat belts as a possible solution. The rail industry sought to establish the best means of containing passengers, to prevent them being thrown out of the windows in an accident.

## The solution

RSSB conducted a suite of research and risk analysis on the most effective way of reducing or eliminating ejections. The initial focus was on preventing injuries and fatalities, excluding commercial considerations of affordability or the implications for carrying capacity.

Experts were engaged with appropriate experience in air, marine, rail and road transport as well as those with particular experience in protection and evacuation across these transport systems, and the fire, rescue services and paramedic organisations.

An extensive amount of information was gathered from hundreds of passenger witness statements from train accidents, detailed interviews with survivors regarding their experiences and actions, press reports and press interviews. The movements of rail vehicles during accidents, their final dispositions and the interior damage, including signs of injury, were identified and recorded.

In addition to the actual accidents investigated in detail, nearly 100 accident scenarios were also identified and included within the evaluation.

Two possible alternative solutions emerged: restraining passengers to their seats or providing stronger windows.

RSSB's research demonstrated that seat belts could actually *increase* injuries and fatalities in an accident. Studies of both two-point belts and three-point belts involved automotive – style sled tests developed for rail with a specially modified 'crash test dummy' as well as computer







## Containment

modelling. The tests showed that the seat belts will tend to increase injuries, particularly because crashworthy seats which usually deform to absorb energy in an accident would have to be strengthened and would then lose this valuable aspect. In addition, it was also shown that passengers who would otherwise be thrown clear of 'lost survival space' (typically caused by crushing of the vehicles) in an accident scenario, would actually be trapped in these areas if wearing seat belts. In total, it was estimated that for every one person saved in a train accident with a seat belt, there would be eight additional fatalities.

The use of stronger windows was investigated as an alternative means of preventing involuntary exit of passengers. The aim of the research into window requirements was to resolve the conflict between the need for windows to contain passengers during an accident and their potential role in emergency egress or rescue.

Laminated glass is already used for all new rolling stock, apart from those windows designated for escape – which are made of toughened glass. Laminated glass typically comprises of two layers of glass separated by a plastic interlayer. A series of tests on the window's resistance to impact, point load, and pressure were developed and clearly demonstrated that laminated glass prevents involuntary exit of passengers in many accident scenarios.

But if the windows are stronger, this prevents passengers from voluntarily breaking the glass to escape. However, the research also found that in all real-life examples, those who had left the train by breaking a window, did not need to do so to survive, and virtually all could have exited via a door or remained where they were until the emergency services arrived. Laminated glass windows were also subjected to access trials by the fire and rescue services, and their ability to enter with tools currently carried on rescue vehicles, was demonstrated.

## Outcome and value of benefits

RSSB has implemented changes to the relevant Railway Group Standards and the Association of Train Operating Companies (ATOC) has adopted a consistent strategy for messages for passengers in the event of any future rail accident.

The industry has a thorough evidence base for consensus on the conclusion reached. Taking account of the extensive research and risk assessment, the industry agreed that breakable windows should cease to be a recognised method of escape to passengers and that laminated glass should be progressively fitted throughout existing rail vehicles.





## Containment

Modern train fleets operating in Britain, built since the mid-1990s, all have laminated glass fitted to some degree. The conclusion of the research was that the industry should move progressively toward having 100% laminated glass, including consideration of fitting the windows to older train fleets at appropriate times. The installation of laminated glass could then be carried out on a progressive basis, with the replacement of toughened glass by laminated glass whenever windows required replacing, or on a fleet-by-fleet basis as appropriate (possibly during refurbishment).

The risk work undertaken demonstrated that it was not reasonably practicable to require a campaign of retro-fitment of all older rolling stock. Had such a campaign been necessary there would have been a one off cost to the industry of at least £20million.

The work enabled the industry to categorically rule out the use of seat belts on safety grounds alone.

In addition, had there been a safety benefit from fitting seat belts, a high level analysis showed that it would not have been reasonably practicable to do so. This is because of the very significant capacity, operational and commercial consequences that would flow from the use of seat belts.

Specifically, as a knowledge base, this research has also provided the rail industry with a presentable case for its safety decision making, which can be deployed appropriately in media relations work if facing potential reputational risk.

## Re-action

First Group adopted the windows strategy across its entire fleet and has fitted 100% laminated glass to its fleet of High Speed Trains.

Most train operators have adopted the revised approach to escape and withdrawn hammers for breaking windows and revised notices as to how to escape. Other operators who have considered a campaign change of windows have generally decided to do so on replacement of rolling stock.

The Railway Group Standard for rolling stock now requires all windows to be laminated and provides that escape will not be through windows – unless assisted by the Fire and Rescue Service.





## Containment

The research provided the foundation for key messages about survivability in train accidents for media relations work on the tenth anniversary of Ladbroke Grove, which included working with high profile survivor Pam Warren.

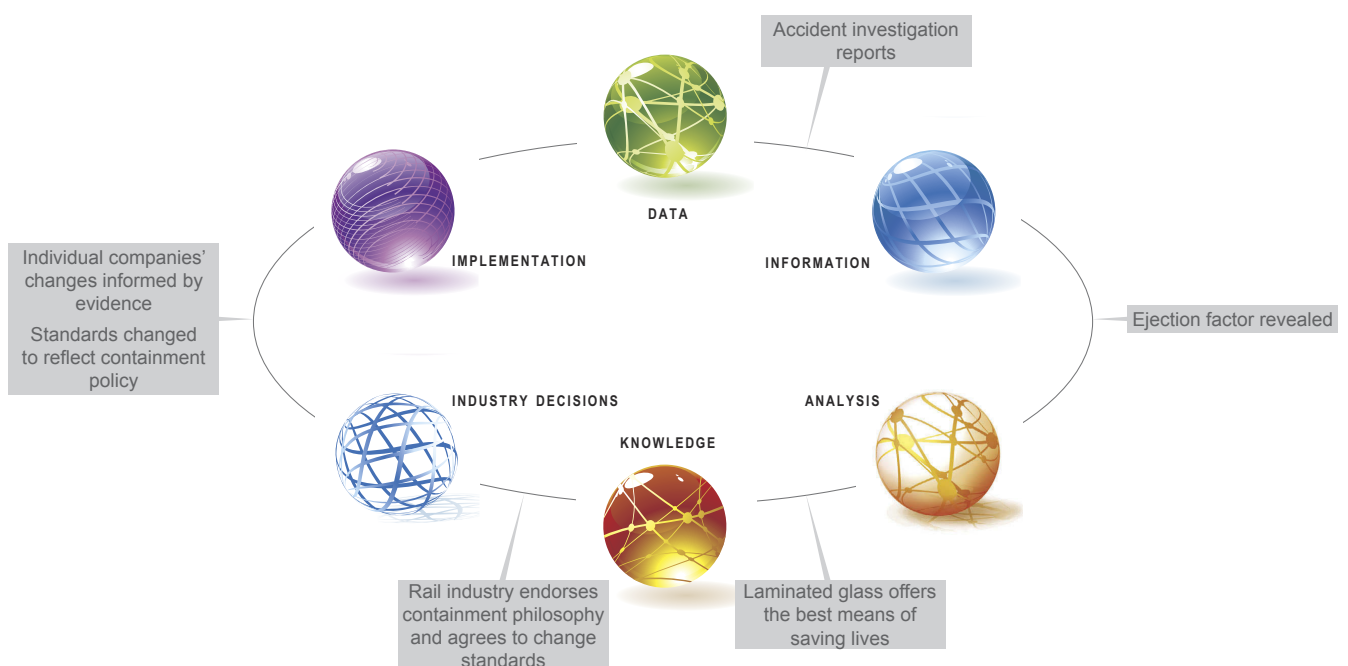
Further work has been undertaken to test the behaviour of hopper type windows retro-fitted with laminated glass to provide containment.

## Further reading and links

- **Passenger containment - A review of research carried out by RSSB on behalf of the rail industry and core recommendations**  
- this provides an overview of the evidence base that supports the rail industry's containment policy

- **A guide to RSSB research in Rolling Stock**

A considerable amount of research has been undertaken in rolling stock that is concerned with improving the performance of rail vehicles and, in the context of accidents, the protection and management of people. This guide pulls together summaries of this research in to one document.





## **Report on improvements in the safety of passengers and staff involved in train accidents**

RSSB  
Block 2, Angel Square  
1 Torrens Street  
London EC1V 1NY  
020 3142 5400

The report may be downloaded from the RSSB website: [www.rssb.co.uk](http://www.rssb.co.uk).

© Rail Safety and Standards Board 2009

---

## Contents

<b>Executive summary</b>		<b>2</b>
<b>1</b>	<b>Trends in train accident risk</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Rolling stock and derailment</b>	<b>7</b>
	2.1.1 Lifeguards and obstacle deflectors	7
	2.1.2 Vehicle crashworthiness	7
	2.1.3 Bogie retention	8
	2.1.4 Coupler strength	8
<b>3</b>	<b>Passengers and staff on board trains</b>	<b>9</b>
	3.1.1 Seat belts	9
	3.1.2 Passenger and crew containment	9
	3.1.3 Drivers' cabs	10
<b>4</b>	<b>How the rail industry learns from experience</b>	<b>12</b>
<b>Appendix 1.</b>	<b>Rail accidents involving passenger fatalities since 1997 and summary of themes arising</b>	<b>15</b>
<b>Appendix 2.</b>	<b>Rail industry research</b>	<b>16</b>
<b>Appendix 3.</b>	<b>Inquiry recommendations addressed</b>	<b>17</b>
<b>Appendix 4.</b>	<b>Bibliography</b>	<b>21</b>
<b>Appendix 5.</b>	<b>Definitions</b>	<b>22</b>
<b>Appendix 6.</b>	<b>Glossary</b>	<b>24</b>

## Executive summary

---

### Executive summary

**Over the last 10 years, the rail industry has seen extensive changes, including institutional reorganisation, significant growth and further investment.**

**Sustained improvements in safety performance and risk have resulted from many of these changes, together with the efforts of railway managers and staff to continuously improve. Some improvements derive from the learning that is taken from operational experience and accidents, including the Ladbroke Grove accident of October 1999.**

This report:

1. Summarises the overall reduction in risk to passengers and staff from train accidents. Since 2001, the fatality risk to passengers from train accidents has decreased from 2.45 per ten billion passenger kilometres to 0.45 per ten billion passenger kilometres. For staff, the fatality risk per one billion train kilometres has decreased from 5.21 to 1.14.<sup>1</sup>
2. Summarises the current position on vehicle crashworthiness, which supports current standards in this area and shows how the last remaining relevant recommendations from recent accidents have been addressed.
3. Summarises the industry position on passenger containment, which favours the use of all laminated glass in future rolling stock and the progressive upgrading of existing long-life rolling stock (which was adopted in 2007).
4. Shows how industry processes enable it to learn from its experience and integrate learning into future standards, designs and strategies.
5. Lists the train accidents that have led to passenger fatalities since 1997 and the issues that have been addressed as part of the industry learning process.

The hazardous events that led to the accidents referred to in this report include infrastructure failure (points, track), signals passed at danger (SPADs) and road vehicle incursion. Many steps have been taken to reduce the risks from each of these event types and the likelihood of their reoccurrence, including:

- The application of better technology, such as the Train Protection and Warning System (TPWS).
- The withdrawal of Mark I coaching stock from the main line network.
- Smarter appreciation of operational safety issues, including a broader understanding of the human factors that relate to driver and signaller behaviour in relation to SPADs.
- Non-rail stakeholders playing their part to protect the impact their activities have on the railway at relevant interfaces, such as the Highways Agency putting in flank protection on road bridges.

---

<sup>1</sup> These figures are derived from the RSSB Safety Risk Model, which is compiled using pan-industry data, collected through the Safety Management Information System over the last 11 years. Normalisers for these figures have been chosen to best reflect the exposure to risk for each person type.

- A broader execution of a risk-based approach to safety, such as Network Rail's management of level crossings.

These issues are all extensively documented elsewhere. The combined effect of all the actions to manage the risks is to reduce the *frequency* of accidents. The work summarised in Chapters 2 and 3 of this report is focussed on reducing the *consequences* of accidents.

This work includes a review of lifeguards and deflectors, which may provide protection against obstacles on the line, the structural and interior crashworthiness research, passenger and traincrew containment issues, and evacuation and escape strategies. Sources that have been used in compiling this report include the Safety Risk Model (SRM), accident inquiry recommendations, RSSB's database of injuries, risk analyses, industry stakeholder engagement (including the work and outputs from many cross-industry groups that RSSB facilitates) and the outputs from extensive research and development (R&D) activity led by RSSB on behalf of its stakeholders.

In all cases, the work undertaken by RSSB has been overseen by the appropriate specialist stakeholder group from within the industry. Where standards have either been changed or introduced, this has been effected through the recognised industry process, which involves full consultation and ultimately decisions by the relevant cross-industry Standards Committee. Where recommendations from accident inquiries were for research involving rolling stock, the findings of the research and the published research briefings were reviewed and endorsed by the Rolling Stock R&D Stakeholder Group. The findings relating to passenger containment and egress from trains were endorsed by a specially constituted steering group, presented to the Board of the Association of Train Operating Companies (ATOC), and then publicly communicated by RSSB in July 2007.

Please note: a list of Definitions and a Glossary of terms are provided at the back of this document.

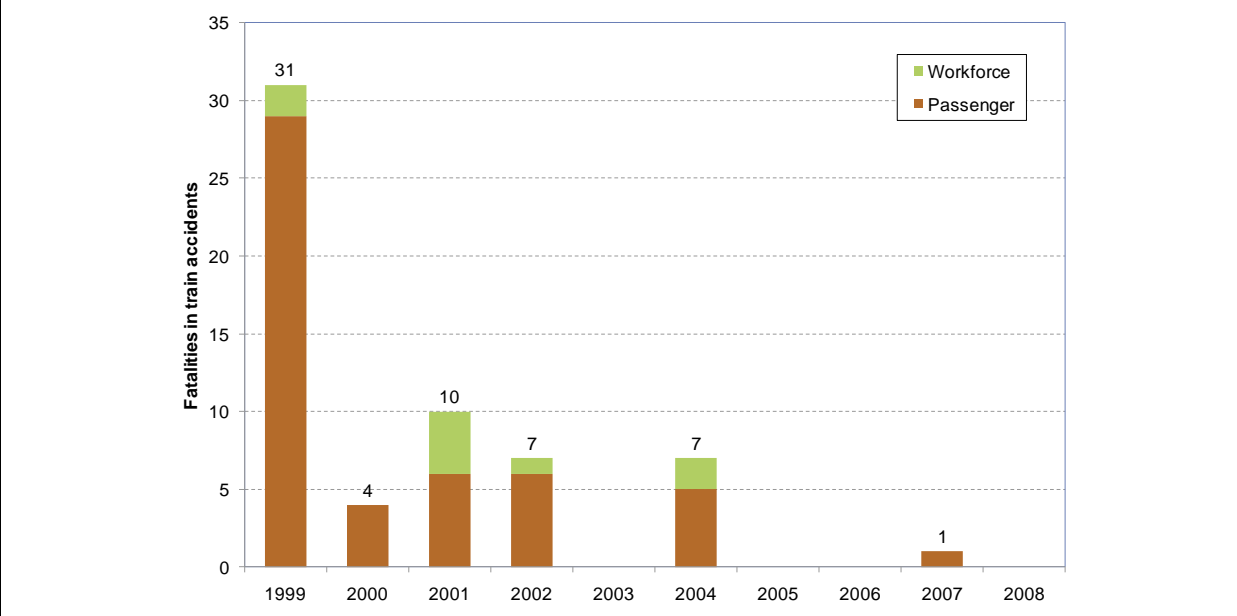


# Trends in train accident risk

## 1 Trends in train accident risk

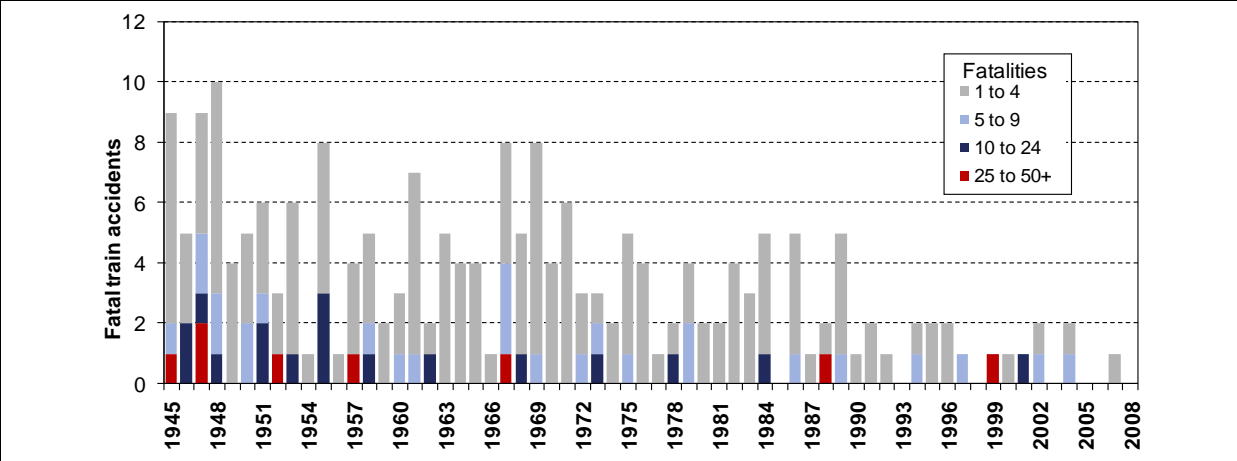
Over the last ten years, 51 passengers and nine members of staff have lost their lives in train accidents.

Chart 1. Passenger and workforce fatalities in train accidents



Train accidents involving loss of life are rare events. Indeed, as the chart below shows, their frequency has fallen significantly over the last 50 years.

Chart 2. Train accidents leading to passenger and workforce fatalities<sup>2</sup>



Despite this positive downward trend, the rail industry continues to analyse the various factors that can affect the extent of injuries or fatalities when these rare events do happen.

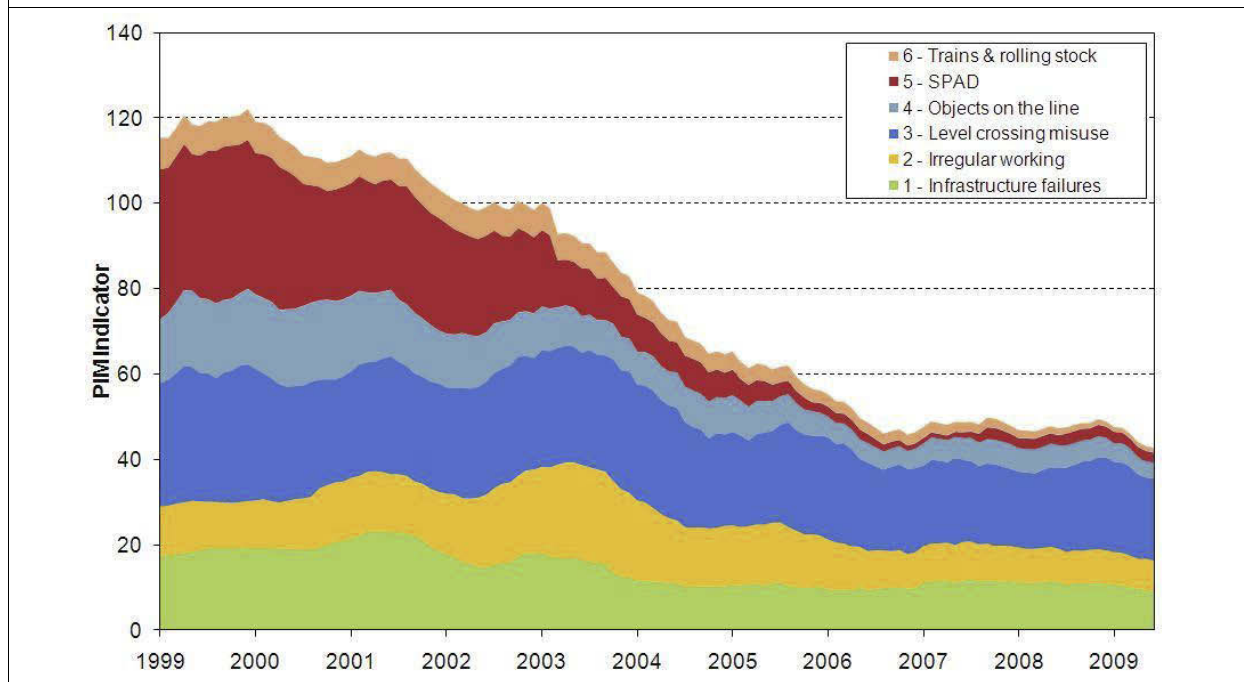
RSSB monitors the impact of the various precursors to train accident risk through the Precursor Indicator Model (PIM).<sup>3</sup> The PIM provides an indicator of underlying risk by

<sup>2</sup> See RSSB, *Annual Safety Performance Report 2008* (RSSB, 2009), p. 129.  
<sup>3</sup> See RSSB, *Annual Safety Performance Report 2008* (RSSB, 2009), pp. 139–142 for more information on the PIM.

## Trends in train accident risk

tracking changes in the occurrence of accident precursors. The current output from the model is shown in Chart 3.

Chart 3. Trends in train accident risk per the Precursor Indicator Model



The PIM indicator has decreased significantly over the past 10 years. The most dramatic reduction has been in the risk from SPADs. Ten years ago, SPADs contributed the largest element of the PIM indicator value; the most significant contributor to risk now arises from level crossing misuse.<sup>4</sup>

The outcome of the work the industry has undertaken in the last decade, both to avoid accidents happening and to mitigate the effects when they do occur, is an overall significant reduction of the risk to passengers and staff. This is illustrated by the table below, which shows the changes since July 2001 in the modelled frequency of accidents involving different fatality levels (as estimated by successive versions of the SRM).

Table 1. Return periods of train-related incidents leading to multiple fatalities

Number of fatalities (passengers, staff and members of the public)	Time between incidents (years)				
	SRMv2 (Jul-01)	SRMv3 (Feb-03)	SRMv4 (Jan-05)	SRMv5 (Aug-06)	SRMv6 (May-09)
>=5 fatalities	1.4	2.4	3.8	5.3	5.4
>=10 fatalities	3.1	5.6	7.9	9.1	15.3
>=25 fatalities	[not included]	[not included]	[not included]	48.5	50.2

Another way of looking at the risk is to show how the modelled fatality risk has changed for passengers and members of the workforce with each version of the SRM published since 2001 (see Table 2, below).

<sup>4</sup> Note that the PIM includes the risk to road vehicle occupants who are involved in collisions with trains (for example, at level crossings).

## Trends in train accident risk

Table 2. Fatality risk from train accidents since July 2001

SRM version (release date) <sup>5</sup>	Normalised fatality risk <sup>6</sup>				
	SRMv2 (Jul-01)	SRMv3 (Feb-03)	SRMv4 (Jan-05)	SRMv5 (Aug-06)	SRMv6 (May-09)
Passenger risk per 10 billion passenger kms	2.45	1.58	0.97	0.72	0.45
Workforce risk per billion train kms	5.21	2.88	1.70	1.52	1.14

For both passengers and staff, the fatality risk has decreased by around 80% in the last eight years.

This remainder of this report focuses on activities addressing the mitigation of effects.

<sup>5</sup> The release date is later than the cut-off date for the data used in each version of the SRM.

<sup>6</sup> Normalisers have been chosen to best reflect the exposure to risk for each person type.

## 2 Rolling stock and derailment

### 2.1.1 Lifeguards and obstacle deflectors

Lifeguards have been fitted to locomotives and multiple units since the mid-1830s. Obstacle deflectors were introduced by British Rail after the Polmont collision of 1984.<sup>7</sup> Both serve to help mitigate the effects of obstacles on the track (such as cars, animals or railway assets) and reduce the likelihood of post-collision derailment. Obstacle deflectors are not currently required for high axle-load power cars and locomotives. The inquiry into the Ufton Nervet accident of 2004, however, recommended that retro-fitting to High Speed Train (HST) power cars be considered.

A number of developments subsequently occurred in both Group and European Standards. In addition, a significant research project (T189: *Optimal design and deployment of obstacle deflectors and lifeguards*) looked at potential changes and whether there would be a case for the retro-fitting of obstacle deflectors to HST power cars.

**The conclusion from the research and the developed industry position is that both obstacle deflectors and lifeguards should continue to be fitted on the leading ends of new rolling stock.** These requirements are included in Railway Group Standard (RGS) GM/RT2100 (*Structural requirements for railway vehicles*), Issue 3 of which sets out the requirements to meet the post-Polmont position. GM/RT2100 Issue 4, which is currently undergoing industry consultation and is scheduled for publication in Spring 2010, retains existing lifeguard requirements and will extend the application of obstacle deflectors to all leading vehicles irrespective of leading axle load by mandating the requirements set out in Euronorm EN15227 (*Railway applications – crashworthiness requirements for railway vehicle bodies*). The Euronorm requirements match the current high-speed technical specification for interoperability (TSI) requirements.

**The evaluation of the case for retro-fitting obstacle deflectors to HST power cars found that there is a very high cost to potential safety benefit ratio (ranging from 24:1 to 166:1); it was concluded that such action is not reasonably practicable.**

### 2.1.2 Vehicle crashworthiness

Research examined the importance of effective collision energy management and the benefit of maximising the distribution of collision energy through a train. **It concluded that the contents of EN15227-2008<sup>8</sup> embody the best available framework for developing and designing future vehicle bodies.**

---

<sup>7</sup> This incident occurred when an 85mph push-pull train (lightweight driving vehicle leading) collided with a cow and derailed. Thirteen people were killed and 17 were injured. See Department of Transport, *Report on the Derailment that occurred on 30th July 1984 near Polmont in the Scottish Region British Railways* (HMSO, 1985).

<sup>8</sup> The objective of the 'passive safety requirements' described in EN15227 is 'to reduce the consequences of collision accidents'. The measures considered 'provide the last means of protection when all possibilities of preventing an accident have failed. It provides a framework for determining the crash conditions that railway vehicle bodies should be designed to withstand based on the most common accidents and associated risks'. See BS/EN15227, *Railway applications – crashworthiness requirements for railway vehicle bodies* (British Standards Institute, 2008), p. 5.

## Rolling stock and derailment

---

### 2.1.3 Bogie retention

The research considered whether any changes should be made to the design of vehicles to increase or reduce the likelihood of bogies becoming detached during accidents. Following the work undertaken for research project T118 (*Whole train dynamic behaviour in collisions and improving crashworthiness*), and the incremental improvement in designs in recent years, **it is concluded that, to manage the risk most effectively, no changes to the current bogie attachment strength requirements should be proposed.** It should be noted that at Grayrigg<sup>9</sup>, where the rolling stock was designed to the current standard, there was very limited bogie detachment compared to earlier accidents. In the earlier accidents where significant numbers of bogies were completely detached, they contributed to structural damage and levels of injury.

### 2.1.4 Coupler strength

When two trains impact end on, the coupler force and stiffness characteristics have an important role in how the collision energy is distributed. The management of the collision energy has a significant effect on the outcome of the accident. Whilst a high axial coupler force can be useful as an energy absorption mechanism in low-speed collisions, at high speeds the coupler can generate sufficient yawing and pitching moments to result in derailment. Designers of passenger rolling stock have to consider the conflicting requirements of protecting vehicles in low-speed accidents and preventing derailment at higher speeds. **The findings of the research suggested that a revision to Guidance Note GM/GN2690 (*Guidance on traction and rolling stock – mechanical coupling systems*) could be considered, in order to improve the stability of trains during collisions.** The Guidance Note will soon be obsolete, so these findings are being carried forward to new Guidance Notes GM/GN2686 (*Guidance on bodyshell, bogie and suspension elements*) and GM/GN2689 (*Guidance for mechanical and electrical coupling of rail vehicles*), both of which are undergoing industry consultation and are scheduled for publication in Spring 2010.

### Recommendations

Recommendations relevant to vehicle crashworthiness, obstacle deflectors and lifeguards were closed out in September 2009 through the publication of the research briefs<sup>10</sup> for the following R&D projects:

- T118 – *Whole train dynamic behaviour in collisions and improving crashworthiness*
- T189 – *Optimal design and deployment of obstacle deflectors and lifeguards*

---

<sup>9</sup> On 23 February 2007, a passenger train derailed at Grayrigg in Cumbria. The immediate cause was deemed to be a set of points which were in an unsafe condition. One passenger was killed, 28 people received major injuries and 59 received minor injuries.

<sup>10</sup> A research brief is a summary of the completed work.

### 3 Passengers and staff on board trains

In order to maximise survival rates and reduce injuries, research and analysis looked at the means by which people are contained/restrained within vehicles during accidents and the means by which they leave vehicles after accidents. Several significant pieces of work were undertaken to explore injury causation, the potential for using seat belts (both lap belts and three-point belts), the potential for changing the type of windows used in passenger vehicles and the general approach to escape/egress.

Research project T424 (*Requirements for train windows in passenger rail vehicles*):

- Undertook extensive analysis of injuries in a number of accidents.
- Developed an innovative crash test dummy to test different types of seat belt.
- Explored the containment properties of toughened and laminated glass used in passenger trains.
- Undertook risk analysis to demonstrate the changes in risk that would apply in different accident and escape scenarios.

Through an industry stakeholder group and ATOC Engineering Council, a proposed set of actions for the industry was developed, which was presented to the ATOC Board in 2007. Following the presentation, RSSB publicised the proposed approach widely. The main themes developed are outlined in the following sections.

#### 3.1.1 Seat belts

Seat belts have the potential to restrain people during accidents, but they can also cause damage to the wearer through their impact on different parts of the body under similar circumstances. More importantly, the analysis of injuries and damage to vehicles showed that, if people were restrained in their seats during an accident, the loss of 'survival space' arising from damage and intrusion to the bodysides of passenger vehicles would be likely to lead to more injuries and fatalities than if people are not so restrained. The seat reinforcement required for fitment would also increase injury potential for occupants who, for whatever reason, were un-belted<sup>11</sup>(that is, they would have something harder to strike against). **Accordingly, the use of seat belts in passenger trains was ruled out and the passenger and crew containment strategy was established.**

#### 3.1.2 Passenger and crew containment

Analysis of train accidents that have occurred in the last 10 years showed that 20% of fatalities occurred through people being ejected through breakable windows (usually when a carriage has turned onto its side). If windows are strong or tough enough, they can prevent people from being ejected from trains *during* an accident. However, if breakable, windows can be used to escape from trains *after* accidents. The analysis showed that, if the breakable windows are replaced with essentially unbreakable windows (using laminated glass), then more people would be expected to survive accidents on those rare occasions when such events occur.

---

<sup>11</sup> For example, those passengers not using a belt at all (including standing passengers and those going to or returning from toilets or catering vehicles).

## Passengers and staff

---

One consequence of having all laminated windows is that passengers would no longer be able to use windows for escape after an accident without the intervention of the emergency services. Further exploration of the accidents database, and consideration of an extensive review of emergencies on trains overseas (including fires), found no examples where a life has been lost, or would have been lost, because of an inability to get out through the window. The research shows that either there is no imminent requirement to leave the train under the circumstances, or alternatively, there are better (and safer) egress routes through the bodyside doors and gangway ends. Indeed, a number of significant injuries have been sustained by people escaping from derailed trains through windows. Furthermore, most serious train fires arise from external sources; even after impact, laminated glass is generally retained in position and helps prevent fire from entering railway vehicles. These concepts were discussed with the rescue services, all of which provided much useful additional information.

Risk analysis showed that it is important that the industry has a clear and consistent approach to escape as passengers seeking to break unbreakable windows would put themselves and others at risk; it was duly recommended that all hammers provided for breaking windows be removed, even on those vehicles with breakable windows. **Accordingly, the analysis supported an industry approach that passengers should be contained in a rail vehicle in the event of an accident, particularly when they overturn, and should not be encouraged to escape through windows at all.**

The conclusions that were reached in this work, presented to the ATOC Board and the Office of Rail Regulation (ORR), were:

- All bodyside windows in passenger and traincrew areas on new vehicles should be fitted with laminated glass and have a high degree of containment; consideration should also be given to the frame and mountings.
- Windows on existing vehicles should be considered for progressive replacement with laminated glass, but should always be replaced when broken, subject to cost-benefit analysis on refurbishment.
- To facilitate the incremental fitment of laminated glass, train operating companies (TOCs) should remove hammers and alter signage such that the primary egress route, in the event of an evacuation being required, is recognised as being via the doors and gangways instead of breakable windows.
- In order to realise the full safety benefits of laminated windows, a consistent transition strategy should be developed and implemented across all TOCs.

All passenger trains built since 1993 have mostly laminated windows, but the research confirmed that the best approach was to dispense with *all* designated escape windows. The containment work in T424 (*Requirements for train windows on passenger rail vehicles*) has been developed into a series of measures for vehicle bodyside windows, including a comprehensive suite of test requirements. These are incorporated in GM/RT2100 Issue 4, which is currently undergoing industry consultation and is scheduled for publication in Spring 2010. The introduction of a common approach to escape is being coordinated by ATOC.

### 3.1.3 Drivers' cabs

The structural integrity of driving cabs and the way their doors open has been considered in project T190 (*Optimising driving cab design for driver protection in a collision*). A specific



supplementary report on debris ingress (included as part of this work in order to analyse and learn from the accidents at Ufton Nervet and Great Heck) confirmed that doors on drivers' cabs should have their hinges at the front; the standards for the integrity of drivers' cabs have now been established in GM/RT2161 (*Requirements for driving cabs of railway vehicles*). The findings are being carried forward to the new Guidance Note GM/GN2686 (*Guidance on bodyshell, bogie and suspension elements*), which is currently undergoing industry consultation and is scheduled for publication in Spring 2010.

### 4 How the rail industry learns from experience

The rail industry's primary safety objective is to avoid accidents in the first place. However, there is always some residual risk associated with the transportation of people and goods. Accordingly, the industry also seeks to minimise the impact of any events on passengers and staff. One of the main contributors to the improvement of safety is the learning that flows from operational experience, near misses and accidents.

In fact, the industry – or whichever regulatory body oversees it – has been learning lessons from accidents and incidents since its inception. Early incidents like the death of William Huskisson MP at the opening of the Liverpool & Manchester Railway in 1830, for example, led to the first Railway Regulation Act (1840), which required all injurious accidents to be reported to the Board of Trade. Within 50 years, block signalling, interlocking and continuous braking on passenger trains had been made mandatory. The twentieth century saw further advances, ranging from continuous welded rails and multi-aspect signalling, through to automatic train protection systems. These advances will continue as the industry builds on its achievements and adopts new technologies and practices.

RSSB builds consensus and facilitates the resolution of difficult cross-industry issues. It provides analysis, knowledge, a substantial level of technical expertise, along with powerful information and risk management tools, and delivers to the industry across a whole range of subject areas.

These services help the industry to:

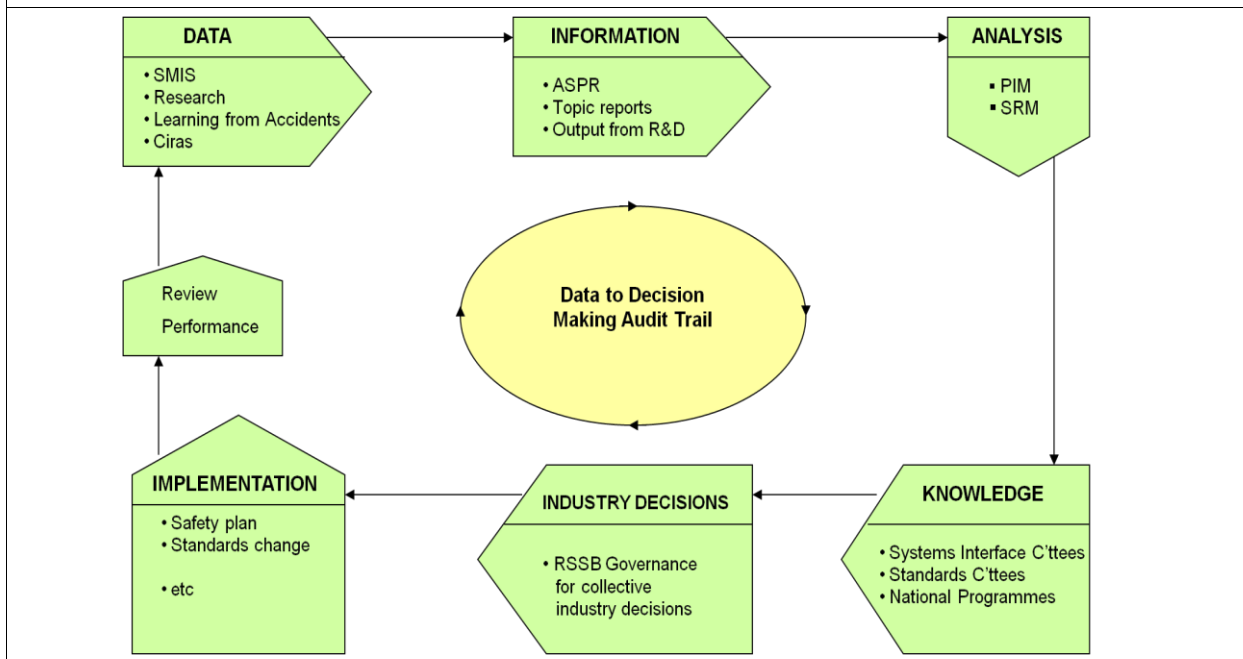
- Where reasonably practicable, continuously improve the level of safety in the rail industry.<sup>12</sup>
- Drive out unnecessary cost.
- Improve business performance.

RSSB generally works on the 'plan, do, review' learning principle outlined in the HSE document *Successful health and safety management* ('HSG65'), which fits into elements of rail industry safety management systems. This is referred to as the 'industry data to decision making audit trail' (see Figure 1).

---

<sup>12</sup> This issue is considered in some detail in the RSSB publication *Taking safe decisions*, which sets out the rail industry consensus for how to make such decisions.

Figure 1. Industry Data to Decision Making audit trail



## Learning continuum

All accidents and incidents which occur on the mainline railway are input into the industry's Safety Management Information System (SMIS), which was introduced in 1998.

These events are then coded, categorised and validated by analysts for many purposes, the results being fed into the industry's cycle of safety planning and performance reporting, which supports both duty holder and joint industry safety improvements. Key outputs include RSSB's *Annual Safety Performance Report (ASPR)*, the industry Safety Risk Model (SRM) and a Precursor Indicator Model (PIM). Railway companies use this data and intelligence, together with their own experience and understanding of risks, to compile their own safety plans. RSSB collates these plans, together with company initiatives and projections of the safety benefits they will achieve, in the railway *Strategic Safety Plan (SSP)*.

## Learning from investigations

The principal investigation of any safety event is conducted by the party immediately responsible for the activity. To facilitate this, railway companies have their own arrangements for carrying out internal formal and local investigations, as defined in Railway Group Standard GO/GN3119 (*Accident and incident investigation*). This includes the possibility of undertaking independently chaired investigations when appropriate. The outputs are managed by the companies concerned, with actions being picked up by their own tracking systems. The results of duty holder-led formal investigations are also summarised in SMIS to give others the chance to learn from the information.

The more significant accidents (involving loss of life or potentially significant consequences) are investigated by the safety regulator (ORR) and the independent Rail Accident Investigation Branch (RAIB). RAIB was established in 2005, following which RSSB ceased its accident investigation role (2006).

## Learning from experience

---

RAIB was set up following a recommendation made by Lord Cullen's inquiry into the accident at Ladbroke Grove (a subsequent European Directive on rail accident investigation also required Member States to create such bodies).

If an accident involves a derailment or collision which results in, or could result in, the death of at least one person, serious injury to five or more people or extensive damage to rolling stock, the infrastructure or the environment, then RAIB will lead an investigation, draw conclusions and make recommendations.<sup>13</sup>

RAIB investigates incidents on UK railway infrastructure without apportioning blame or liability. It is independent of the rail industry and the Office of Rail Regulation (ORR), with the Chief Inspector of Rail Accidents reporting directly to the Secretary of State for Transport. RAIB's recommendations are addressed to the ORR, which must then ensure that they are considered and that, where appropriate, action is taken. More information on RAIB may be found via its website: [www.raib.gov.uk](http://www.raib.gov.uk).

---

<sup>13</sup> RAIB may also investigate other incidents that have implications for railway safety, including those which, under slightly different circumstances, may have resulted in an accident.

## Appendix 1. Rail accidents involving passenger fatalities since 1997 and summary of themes arising

This table lists all train accidents that have led to passenger fatalities since 1997. The accident inquiries led to many and varied findings and recommendations which are not pertinent to this report have been followed up elsewhere. However, the issues listed in the fifth column of the table were highlighted in more than one accident and prompted some of the research listed in the final column. The learning from these accidents, and the research that followed, contributed to the development of the overall industry approach to these issues.

Date	Incident location	Incident type	Passenger/workforce fatalities	Issues raised relevant to this report	R&D project ('T' number)
1997	Southall	Passenger train SPAD and collision with freight train	7	Passenger containment, vehicle crashworthiness.	T424
1999	Ladbroke Grove	Passenger train SPAD and collision with passenger train	31	Vehicle crashworthiness, bogie retention, passenger containment, drivers' cabs.	T118, T189, T190, T424
2000	Hatfield	Passenger train derailment	4	Bogie retention, coupler strength, vehicle crashworthiness.	T118, T177
2001	Great Heck	Passenger train collision with road vehicle, derailment and subsequent collision with freight train	10	Vehicle crashworthiness, bogie retention, drivers' cabs, lifeguards and obstacle deflectors.	T118, T120, T189, T190
2002	Potters Bar	Passenger train derailment	6	Passenger containment, bogie retention.	T424
2004	Ufton Nervet	Passenger train collision with road vehicle on level crossing and subsequent derailment	6	Passenger containment, bogie retention, coupler strength, drivers' cabs, lifeguards and obstacle deflectors.	T118, T189, T424
2007	Grayrigg	Passenger train derailment	1	Passenger containment.	T118, T310

### Appendix 2. Rail industry research

The following research projects have supported rail industry learning relevant to the themes discussed in this report.

- T118 – *Whole train dynamic behaviour in collisions and improving crashworthiness*
- T120 – *Review of measures to reduce risk from passenger train fuel tanks*
- T177 – *Overhead line structure design to cater for collision*
- T189 – *Optimal design and deployment of obstacle deflectors and lifeguards*
- T190 – *Optimising driving cab design for driver protection in a collision*
- T310 – *Review of injury causation and human factors in recent vehicle accidents*
- T424 – *Requirements for train windows in passenger rail vehicles*



## Appendix 3. Inquiry recommendations addressed

The following table lists those inquiry recommendations that have been addressed through the work summarised in Chapter 2 of this report.

The recommendations below have been closed out with the publication of research reports T118 and T189. Note that these recommendations are the last remaining recommendations in the area of crashworthiness. Although the industry continues to learn from experience and emerging knowledge, at the time of publication of this report, RSSB has no further plans to research in this area.

2	Ladbroke Grove (Cullen, part 1)	Close-out statement
54	<p>The current standard for crashworthiness in respect of new vehicles should be reviewed in the light of the crash at Ladbroke Grove with respect to the objectives referred to in Recommendation 53.</p> <p>(Recommendation 53: The enhancement of the cabs on HSTs to improve driver protection along with energy absorption and compatibility with other vehicles, and the enhancement of measures for the retention of bogies on the coaches of HSTs, should be considered, subject to an assessment of feasibility, costs and benefits, with a view to possible retro-fitting.)</p>	<p><b>September 2009, RSSB</b></p> <p><u>Crashworthiness</u></p> <p>Project <b>T118</b> looked at whole train dynamic behaviour in collisions and improving crashworthiness, phase 2 of which included specific work to consider bogie retention in crashes. This confirmed that bogie retention is highly desirable but, to manage risk most effectively, no changes to the current bogie attachment strength requirements should be made.</p> <p>Since the construction of the existing HST fleet (c.1974-82), a move to the present body/bogie loading requirements was affected. This is reflected in the current Railway Group Standard (<b>GM/RT2100</b> Issue 3, dated 2000).</p> <p>Recent GB incidents with newer rolling stock suggest these levels to be broadly satisfactory.</p> <p><u>Drivers' cabs</u></p> <p>Project <b>T190</b> investigated methods for improved driver survivability in an accident, by identifying potential improvements to driving cab design for new vehicles and, where justified, modifications to vehicles already in service. The work considered preventing debris ingress through the cab side access doors, improving the cab structural integrity and improving the windscreen attachment to the cab. It concluded that the implementation of the measures identified should be considered for new build only.</p> <p><u>General situation</u></p> <p>It should be noted that train design has evolved considerably since the Ladbroke Grove accident and that train manufacturers have since improved on the issues raised by Recommendation 54. Indeed, since 2000, all new rolling stock has been built to the crashworthiness standards set out in <b>GM/RT2100</b> Issue 3.</p> <p>Following extensive European research, Euronorm <b>EN15227</b> was published and sets out scenario-based requirements for structural crashworthiness. It includes specific requirements for:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Collision scenarios and collision speeds.</li> <li>• The preservation of survival space for train crew in the cab.</li> <li>• The preservation of passenger survival space in</li> </ul>

## Appendices

		<p>saloons and vestibules.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fitment of obstacle deflectors to all leading vehicles.</li> <li>• Validation using dynamic testing and numerical methods.</li> </ul> <p>This has now been adopted as a mandatory requirement by <b>GM/RT2100</b>, issue 4 of which includes standards for cab interiors, doors and windscreens that have also been updated in light of the <b>T190</b> project research findings.</p> <p><b>GM/RT2100</b> therefore now addresses this recommendation. It is currently out for consultation and is due for publication in June 2010.</p> <p><b>RECOMMENDATION CLOSED</b></p>
56	<p>The current standard for crashworthiness should be reviewed, in the light of the crash at Ladbroke Grove, in order to ensure that there are adequate measures for safeguarding survival space.</p>	<p><b>September 2009, RSSB</b></p> <p>This was originally planned to be covered by research project <b>T118</b>, but more recent work on developing <b>EN 15227</b> and the update to <b>GM/RT2100</b> now address this recommendation.</p> <p><b>EN15227</b> includes specific requirements for:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Collision scenarios and collision speeds.</li> <li>• The preservation of survival space for train crew in the cab.</li> <li>• The preservation of passenger survival space in saloons and vestibules.</li> <li>• Fitment of obstacle deflectors to all leading vehicles.</li> <li>• Validation using dynamic testing and numerical methods.</li> </ul> <p>It has now been adopted as a mandatory requirement by <b>GM/RT2100</b> (which is out for consultation and is due for publication in June 2010).</p> <p><b>RECOMMENDATION CLOSED</b></p>
58	<p>The revision of the Group Standard for crashworthiness should be pursued with particular reference to:</p> <p>(i) the design requirements for more realistic scenarios;</p> <p>(ii) high speed accidents; and</p> <p>(iii) dynamic verification testing.</p>	<p><b>September 2009, RSSB</b></p> <p>This was originally planned to be covered by research project <b>T118</b>, but more recent work on developing <b>EN 15227</b> and the update to <b>GM/RT2100</b> now address this recommendation.</p> <p><b>EN15227</b> includes specific requirements for:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Collision scenarios and collision speeds.</li> <li>• The preservation of survival space for train crew in the cab.</li> <li>• The preservation of passenger survival space in saloons and vestibules.</li> <li>• Fitment of obstacle deflectors to all leading vehicles.</li> <li>• Validation using dynamic testing and numerical methods.</li> </ul> <p>These collision scenarios and requirements were developed through the EU funded SAFETRAIN project that analysed a number of collisions and incidents that occurred throughout Europe.</p> <p><b>EN15227</b> has now been adopted as a mandatory requirement by <b>GM/RT 2100</b> (which is due for publication in June 2010).</p> <p><b>RECOMMENDATION CLOSED</b></p>

## Appendices

6.	Ufton Nervet	
9	<p>The exemption for axleloads greater than 17 tonnes from the general requirement in Railway Group Standard GM/RT2100 to fit obstacle deflectors to new-build leading vehicles should be reviewed, taking into account the mechanism of derailment of the leading power car at Ufton.</p> <p>Objective: To reduce the likelihood of derailment after striking an obstruction.</p>	<p>This was originally planned to be covered by research project <b>T189</b>, the findings of which are as follows:</p> <p><u>Obstacle deflectors</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The application of <b>EN 15227</b> within <b>GM/RT2100</b> addresses the Ufton Nervet recommendation that obstacle deflectors should be fitted to all leading vehicles with a leading axle load of less than 170 kN by requiring all leading end vehicles to be fitted irrespective of axle load.</li> <li>• Design loads specified in Group Standard <b>GM/RT2100</b> appear adequate for removing most large obstacles. These will however be replaced by the design load requirements of <b>EN15227</b> which are essentially equivalent.</li> <li>• Adoption of <b>EN 15227</b> supersedes the recommendation that a cost-benefit analysis should be undertaken to determine the benefit of fitting deflectors to third rail DC stock.</li> <li>• The parametric study of obstacle deflectors indicated that, apart from positioning deflectors as far forward on the vehicle as possible, there is little to be gained by changing deflector geometry. On this basis, no further development or testing is proposed for obstacle deflectors.</li> <li>• A cost-benefit analysis, including sensitivity analyses, for retro-fitting deflectors to HSTs gave cost/benefit ratios ranging from 24:1 to 166:1. As a result the industry has agreed that there is insufficient justification for retro-fit on HSTs.</li> </ul> <p><u>Lifeguards</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The continued installation of lifeguards is recommended.</li> </ul> <p><b>EN15227</b> has now been adopted as a mandatory requirement by <b>GM/RT 2100</b> (which is due for publication in June 2010).</p> <p><b>RECOMMENDATION CLOSED</b></p>
12	<p>The requirements in Railway Group Standard GM/RT2456 and ATOC Standard AV/ST9001 relating to the provision of laminated windows should be extended to cover vehicles undergoing major internal refurbishment. The RSSB research work on the provision of windows for emergency egress should be accelerated so that implementation of the requirements on vehicles undergoing major refurbishment is not delayed by lack of information on the optimum disposition of toughened and laminated windows.</p> <p>Objective: To reduce the risk of passengers or staff being ejected or partially ejected from vehicles or being injured by broken window glass or debris entering vehicles.</p>	<p><b>September 2009, RSSB</b></p> <p>RSSB split this recommendation into two activities. Its first action plan (12.1) stipulated that the progress of research project <b>T424: Requirements for train windows on passenger rail vehicles</b> should be examined to determine whether the research findings can be released sooner than programmed, as it had direct relevance to this recommendation. Action 12.1 was closed out after the publication of a summary of the extensive research work on seat belts and windows (T424) in July 2007. Action 12.2 involved the ensuring of uniform practice via a standards change and is detailed below)</p> <p>1) <b>T424</b> concluded that the following strategy should be adopted for all passenger-carrying vehicles (excluding sleepers and light rail) operating on Network Rail managed infrastructure:</p> <p>i) Passengers should be encouraged to remain where they are and await rescue by the emergency services unless there is a real and immediate threat to their safety.</p> <p>ii) If it is not possible to do this because of a threat, then</p>

# Appendices

		<p>passengers should move to a position of safety further along the train and await rescue by the emergency services.</p> <p>iii) If it is not possible to do this, passengers should evacuate the train via the external bodyside doors, or an open vehicle (gangway) end.</p> <p>Passengers should not attempt to exit trains through windows.</p> <p>2. All future new vehicles should have laminated glass (or equivalent) only.</p> <p>To this end, the test suite developed during this project should be considered for adoption into the Railway Group Standard <b>GM/RT2456</b> when it is next reviewed.</p> <p>3. Windows on existing vehicles should be considered for progressive replacement with laminated glass particularly at refurbishment.</p> <p>4. Hammers should be removed and signage amended accordingly such that the primary egress route, in the event of an evacuation being required, is recognised as being via the doors and gangways instead of breakable windows.</p> <p>5. Following consideration by the passenger operators, a common strategy should be adopted and the travelling public should be made aware of it. This should include information as to the actions to take following an accident or incident.</p> <p>Furthermore, a guidance note was issued to First Group (which operates HSTs) and subsequently to ATOC regarding refurbishing Mark III coaching stock.</p> <p>The relevant rolling stock elements of these recommendations are included in <b>GM/RT2100</b> Issue 4, which is currently undergoing industry consultation and is scheduled for publication in Spring 2010 and GM/RT2130. The introduction of a common approach to escape is being coordinated by ATOC.</p> <p><b>RECOMMENDATION CLOSED</b></p>
--	--	---

### Appendix 4. Bibliography

#### British Standards

BS/EN15227, *Railway applications – crashworthiness requirements for railway vehicle bodies* (British Standards Institute, 2008)

#### Railway Group Standards and Guidance Notes

GM/RT 2100, *Structural requirements for railway assets*

GM/RT 2161, *Requirements for driving cabs of railway vehicles*

GM/RT 2456, *Structural requirements for windscreens and windows on rail vehicles*

GM/GN 2686, *Guidance on bodyshell, bogie and suspension elements*

GM/GN 2689, *Guidance on mechanical and electrical coupling of rail vehicles*

GM/GN 2690, *Guidance on traction and rolling stock – mechanical coupling systems*

#### Other documents

Department of Transport, *Report on the Derailment that occurred on 30th July 1984 near Polmont in the Scottish Region British Railways* (HMSO, 1985)

HSE, *Successful health and safety management* (HSE, 2008)

RSSB, *Annual Safety Performance Report 2008* (RSSB, 2009)

RSSB, *Risk Profile Bulletin version 6, June 2009* (RSSB, 2009)

RSSB, *Taking safe decisions – how Britain’s railways take decisions that affect safety* (RSSB, 2008)

RSSB (on behalf of its members), *The railway strategic safety plan 2009–14* (RSSB, 2009)

## Appendices

### Appendix 5. Definitions

Term	Definition
<b>Annual Safety Performance Report</b>	An RSSB document which presents the GB railway industry's safety trends for a calendar year. It reviews performance levels across a number of topic areas and considers how safety issues are being addressed.
<b>Block signalling</b>	This refers to the division of railway lines into sections, known as blocks. In normal running circumstances, only one train is allowed into each block at a time. This minimises the risk from collision and is one of the basic principles of all railway signalling systems.
<b>CIRAS</b>	CIRAS stands for 'Confidential Incident Reporting and Analysis System'. It is an alternative way for anyone working on or around the railway to report safety concerns that they feel unable to report through company safety channels. It is an independent and confidential way to report safety concerns without fear of recrimination.
<b>Continuous braking</b>	Where the brakes are applied throughout the train when a brake application is initiated from any part of that train, or automatically should the integrity of the brake pipe be interrupted from any cause such as a train becoming divided.
<b>Euronorm</b>	A European standard, as adopted by various European standards bodies.
<b>Fatalities and weighted injuries (FWI)</b>	An overall measure of safety harm, taking account of injury and fatalities in the following way: One FWI = one fatality = 10 major injuries = 200 RIDDOR-reportable minor injuries or class 1 shock/traumas = 1,000 non RIDDOR-reportable minor injuries or class 2 shock/traumas.
<b>Interlocking</b>	A general term applied to the setting and releasing of signals and points to prevent unsafe conditions arising; also the equipment which performs this function.
<b>Lifeguard</b>	This is a metal bracket fitted in front of each of the leading wheels of a train in order to deflect small objects from the wheels to reduce the risk from derailment.
<b>Mark III</b>	This refers to a design of carriage, first introduced by British Rail as part of the prototype HST in 1972. They are superior in strength and crashworthiness to their predecessors and are still used by those TOCs which operate HSTs and loco-hauled sets today.
<b>Multi-aspect signalling</b>	A signalling system using coloured lights in place of the traditional semaphore arms, and incorporating track circuit block and route setting capability.
<b>Network Rail managed infrastructure (NRMI)</b>	This falls within the boundaries of Network Rail's operational railway and includes the permanent way, land within the lineside fence, and plant used for signalling or exclusively for supplying electricity for operational purposes to the railway. It does not include stations, depots, yards or sidings that are owned by, or leased to, other parties. However, it does include the permanent way at stations and plant within these locations.
<b>Precursor</b>	A system failure, sub-system failure, component failure, human error or operational condition which could, individually or in combination with other precursors, result in the occurrence of a hazardous event.



Term	Definition
<b>Precursor Indicator Model (PIM)</b>	An RSSB-devised model that measures the underlying risk from train accidents by tracking changes in the occurrence of accident precursors.
<b>Safety Management Information System (SMIS)</b>	A national database used by railway undertakings and infrastructure managers to record any safety-related events that occur on the mainline railway. SMIS data is accessible to all of the companies who use the system, so that it may be used to analyse risk, predict trends and focus action on any areas of safety concern.
<b>Safety Risk Model (SRM)</b>	A quantitative representation of the safety risk that can result from the operation and maintenance of the GB rail network. It comprises 125 individual models, each representing a type of hazardous event (defined as an event or incident that has the potential to result in injuries or fatalities).
<b>Signal passed at danger (SPAD)</b>	<p>An incident when any part of a train has passed a stop signal at danger (ie, a 'red') without authority or where an in-cab signalled movement authority has been exceeded without authority.</p> <p>A <b>category A SPAD</b> is a SPAD that occurs when the stop aspect (ie, a 'red'), end of in-cab signalled movement authority or indication (and any associated preceding cautionary indications) was displayed correctly, in sufficient time for the train to be stopped safely at the signal or end of in-cab movement authority.</p>
<b>Strategic Safety Plan</b>	<p>This is a joint statement by the companies responsible for Britain's mainline rail network setting out an agreed industry approach to managing safety.</p> <p>The 2009-2014 plan was developed by bringing together commitments made by industry companies in their own individual safety plans, thus creating a linkage with the duty holder planning process.</p>
<b>Train operating company</b>	A company responsible for the operation and maintenance of trains, but not the maintenance of infrastructure.
<b>Train Protection and Warning System (TPWS)</b>	A safety system that automatically applies the brakes on a train which either passes a signal at danger, or exceeds a given speed when approaching a signal at danger, a permissible speed reduction or the buffer stops in a terminal platform.

## Appendices

### Appendix 6. Glossary

Acronym	Expansion
ASPR	Annual Safety Performance Report
ATOC	Association of Train Operating Companies
CIRAS	Confidential Incident Reporting and Analysis System
FWI	fatalities and weighted injuries
HST	High Speed Train
NRMI	Network Rail managed infrastructure
ORR	Office of Rail Regulation
PIM	Precursor Indicator Model
R&D	Research and Development
RAIB	Rail Accident Investigation Branch
RGS	Railway Group Standard
RIDDOR	Reporting of Injuries, Diseases and Dangerous Occurrences Regulations (1995)
RPB	Risk Profile Bulletin
RSSB	Rail Safety and Standards Board
SMIS	Safety Management Information System
SPAD	signal passed at danger
SRM	Safety Risk Model
SSP	Strategic Safety Plan
TOC	train operating company
TPWS	train protection and warning system
TSI	technical specification for interoperability

## Vedlegg D

### Styrande dokument för hjulparsunderhållet

1. Överordnade dokument
  - a. SJF 404.4 Huvuddokument Underhåll Personvagnar
  - b. SJF 464.1 Underhållsplan Personvagnar
2. Syning i drift
  - a. SJF 454.20 Underhållsinstruktion Personvagnar Säkerhetssyning
  - b. SJF 496.135.1 Underhållsinstruktion Hjulpar Huvuddokument
  - c. SJF 456.135.5 Underhållsinstruktion Hjulpar Hjulsvarning och tillåtna hjuldiameterskillnader
  - d. SJF 456.135.6 Underhållsinstruktion Hjulpar Syning och kontroll av slitage och skador på hjulens löpytor
  - e. SJM 166/10 Krav avseende lok och personvagnar som trafikerar Norge i samtrafik med NSB (Norgekontrollen).  
Anm: Kontroll av särskilda krav avseende hjulmått.
3. Revision av hjulpar
  - a. SJF 496.135.1 Underhållsinstruktion Hjulpar Huvuddokument  
Anm: SJF 496.135.1 refererar i sin tur till ett flertal andra dokument för olika revisionsåtgärder.
  - b. SJF 456.354.1 Underhållsinstruktion Rullagerboxar SKF till personvagnar
4. Byte av hjulring
  - a. SJF 456.136.2 Underhållsinstruktion Hjulpar typ 40A för personvagnar  
Omringning
5. Byte av hjulstomme eller helhjul
  - a. SJF 456.136.3 Underhållsinstruktion Personvagnar Hjulpar Helhjulsbyte och omstomning

De trafik- och elsäkerhetskrav som enligt lagstiftning och avtal med andra parter (t.ex. NSB) åligger SJ överförs genom avtal på underhållsleverantörer som utför underhållarbete av betydelse för trafiksäkerheten.