



Statens haverikommission
Swedish Accident Investigation Board

ISSN 1400-5743

Rapport RJ 2010:04

*Olycka, urspårning med tåg 814 på sträckan
Rotebro – Upplands Väsby, AB län,
den 4 juni 2008*

Dnr J-23/08

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

Det står var och en fritt att, med angivande av källan, för publicering eller annat ändamål använda allt material i denna rapport.

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



2010-12-20

J-23/08

Transportstyrelsen
Järnvägsavdelningen
Box 14
781 21 BORLÄNGE

Rapport RJ 2010:04

Statens haverikommission har undersökt en olycka med tåg 814 som inträffade den 4 juni 2008 på sträckan Rotebro – Upplands Väsby, AB län.

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

Statens haverikommission emotser besked senast den 31 mars 2011 om vilka åtgärder som har vidtagits med anledning av de i rapporten intagna rekommendationerna.

Carin Hellner

Otto Nilsson

Innehåll

1	FAKTAREDOVISNING OM HÄNDELSEN	9
1.1	Händelseförloppet	9
1.2	Olycksplatsen	9
1.3	Räddningsinsatsen	10
1.4	Dödsfall, personskador och materiella skador	10
1.4.1	Personskador	10
1.4.2	Skador på last, resgods och annan egendom	10
1.4.3	Skador på järnvägsfordon	10
1.4.4	Skador på järnvägsinfrastrukturen	10
1.4.5	Skador på omgivning och miljö	10
1.5	Händelsemiljön	11
1.5.1	Personal	11
1.5.2	Tåget och dess sammansättning	11
1.5.3	Järnvägsinfrastrukturen	11
1.5.4	Pågående arbeten vid eller i närheten av platsen	11
1.5.5	Väder- och siktförhållanden	12
1.6	Utredningen	12
2	GENOMFÖRDA UNDERSÖKNINGAR	13
2.1	Upplysningar från berörd personal	13
2.1.1	Direkt berörd personal	13
2.1.2	Övrig berörd personal	15
2.2	SJ AB:s säkerhetsstyrningssystem	18
2.2.1	Företaget, arbetsorganisation och ordervägar	18
2.2.2	Kompetenskrav på personal	21
2.2.3	Rutiner för internkontroll, internrevision och uppföljning av personal	21
2.2.4	Samspel med andra verksamhetsutövare	21
2.2.5	Larmplan och organisation vid olyckor och tillbud	21
2.3	Bestämmelser och föreskrifter	21
2.3.1	Författningar på EU-nivå och nationell nivå	21
2.3.2	SJ:s säkerhetsbestämmelser	21
2.4	Tillstånd och funktion hos tekniska system	22
2.4.1	Signal- och trafikledningsanläggningar	22
2.4.2	Spårtekniska anläggningar	22
2.4.3	Kommunikationsutrustning	22
2.4.4	Rullande materiel	23
2.4.5	Detektorer	53
2.4.6	Andra registreringar	53
2.5	Undersökning och dokumentation av operativa åtgärder	54
2.5.1	Trafikledningsåtgärder	54
2.5.2	Säkerhetssamtal	54
2.5.3	Tillsyningsmäns och förarens anteckningar	54
2.5.4	Skydd för olycksplatsen	54
2.6	Samspel människa-teknik-organisation	54
2.6.1	Arbetstider för berörd personal	54
2.6.2	Medicinska och personliga förhållanden	54
2.6.3	Utformning av arbetsplats och utrustning	54
2.7	Förutsättningar för räddningsinsatsen	54
2.8	Tidigare/andra händelser av liknande art	54
2.9	Andra undersökningar av händelsen	54
3	ANALYS	55
3.1	Kartläggning av händelseförloppet (händelseanalys)	55
3.2	Orsakanalys	56
3.2.1	Avvikelseanalys	56
3.2.2	Påverkande förhållanden	57
3.3	Barriäranalys	58
3.4	Konsekvensanalys	59

4	UTLÅTANDE	60
4.1	Undersökningsresultat	60
4.2	Orsaker till olyckan	60
4.3	Övriga iakttagelser	60
5	VIDTAGNA ÅTGÄRDER	61
5.1	Genomförda åtgärder	61
6	REKOMMENDATIONER	61
BILAGA:		
1	Händelseanalys	

Rapport RJ 2010:04

J-23/08

Rapporten färdigställd 2010-12-20

<i>Järnvägsfordon: Typ, beteckning (littera), nr</i>	Dragfordon: Ellok Rc6 1348, Rc6 1372. Vagnar: A7M 5517, B10 5547, B7FA 5330, B7 5399, B10 5553, BF4 5465, B 10 5541, B10 5558, B10 5532, A7 FA 5254.
<i>Järnvägsföretag:</i>	SJ AB.
<i>Infrastrukturförvaltare:</i>	Banverket.
<i>Trafikledning:</i>	Banverket.
<i>Tidpunkt för händelsen</i>	2008-06-04 kl. 08.53 i dagsljus. <i>Anm:</i> All tidsangivelse avser svensk normaltid (UTC + 1 timme) /sommartid (UTC + 2 timmar)
<i>Plats, sträcka</i>	Sträckan Rotebro-Upplands Väsby, AB län, 21+025 km-punkt i längdmätningen.
<i>Typ av tåg, tågnummer</i>	Resandetåg 814.
<i>Väder</i>	Klar sikt, temperatur +17°C, vind nord till nordost 1-3 m/s.
<i>Personskador</i>	Inga.
<i>Skador på järnvägsfordon</i>	Skador på det främsta loket.
<i>Skador på järnvägsinfrastruktur</i>	Omfattande skador på banöverbyggnaden såsom slipers, befästningsmaterial, räls samt isoler.
<i>Andra skador</i>	Inga.
<i>Berörd personals kön och ålder</i>	Förare tåg 814: Man, 48 år Trafikledaren: Man 61 år
<i>Berörd personals behörighet och erfarenhet</i>	Förare tåg 814: förare sedan år 2000. Föraren hade gällande behörighet. Tågklararen: Tågklarare sedan 1990. Ej behörig.

Statens haverikommission (SHK) underrättades den 4 juni 2008 kl. 10.14 om att tåg 814 hade sparat ur på sträckan Rotebro – Upplands Väsby, AB län, samma dag kl. 8.53.

Tillbudet har undersökts av SHK som företrätts av Carin Hellner, ordförande, Otto Nilsson utredningschef och Johan Gustafsson, operativ utredare. SHK har biträtts av Bengt Hultin, Järnvägshuset, som operativ expert, Lennart Kloow, Transrail, som teknisk expert på hjul och hjulringar samt Ingemar Barrfeldt, Exova, som teknisk expert för undersökning av hjulringsbrottet.

Undersökningen har följts av Transportstyrelsen.

Sammanfattning

Onsdagen den 4 juni 2008 kl. 08:53 spårade resandetåg 814 ur med första lokets första axel på sträckan mellan Rotebro och Upplands Väsby. Främst i tågsättet gick ett lok, därefter 10 vagnar och sist gick ytterligare ett lok.

Tågsättet hade tidigare under dagen framförts ett flertal gånger på sträckan mellan Stockholm och Uppsala och den tidigare föraren hade uppmärksammat att loket hade slag i hjul. Föraren undersökte hjulen både i Uppsala och i Stockholm utan att hitta någon felaktighet. Den tidigare föraren hade även rapporterat om felet till driftledningen.

När föraren på tåg 814 körde från Stockholm mot Uppsala uppmärksammade föraren vibrationer och slagljud från loket. Föraren gjorde ett retardationsprov i Solna och då förändrades slagljuden så att de likade "vanliga" slag i hjul. När tåget sedan passerade Rotebro började loket skaka och vibrera mycket och strax därefter hörde föraren en kraftig smäll under loket och efter några sekunder hörde föraren en ny kraftig smäll. Föraren nödbromsade tåget som stannade ca 1 109 meter efter att föraren inledde nödbromsningen.

Den direkta orsaken till olyckan var att hjulringen på den första axelns vänstra hjul brast på grund av utmattning och fläktes loss vilket medförde att loket spårade ur. SHK har inte kunnat fastlägga vad som har initierat utmattningsbrottet.

Bakomliggande orsak till att hjulringen fläktes loss var att anordningen för att hålla hjulringen på plats om den brast inte hade avsedd funktion.

En annan bakomliggande orsak till att hjulringen brast var brister i erfarenhetsåterföringen från tidigare händelser med brustna hjulringar. Hade erfarenhetsåterföringen varit mer systematisk och föranlett analyser av bakomliggande orsaker, skulle åtgärder i form av utförligare kontroller vid slag i hjul kunnat ha vidtagits. Detta kunde ha minskat sannolikheten för att hjulringar hade fått gå med sprickor som växt okontrollerat.

Ytterligare bakomliggande orsak till urspårningen var att driftstödet inte hade tillräckliga instruktioner och rutiner hur de skulle agera vid rapporter om allvarliga slag i hjul.

Rekommendationer

Transportstyrelsen rekommenderas att:

- undersöka möjligheten att tillse att det genomförs en genomgripande undersökning av vilka risker för materialutmattningar på hjulringar en lång löpsträcka eller höga hastigheter kan medföra (se avsnitt 2.4.4.10 och 2.4.4.11). (*RJ 2010:04 R1*).
- tillse att järnvägsföretagen i samband med underhåll, periodisk eller behovsstyrt, har rutiner som säkerställer att hjul kontrolleras tillräckligt väl så att hjul med begynnande sprickor hindras från att lämna verkstaden utan åtgärd (se avsnitt 2.4.4.11, 3-1 och 3.2.2). (*RJ 2010:04 R2*).
- tillse att järnvägsföretagen har rutiner som underlättar för personalen att vidta rätt åtgärd vid anmälan om fel som kan få svåra säkerhetsmässiga konsekvenser (se avsnitt 3.1 och 3.2.2). (*RJ 2010:04 R3*).

1 FAKTAREDOVISNING OM HÄNDELSEN

1.1 Händelseförloppet

Den 4 juni 2008 framfördes tåg 814 från Stockholm till Uppsala med lok Rc6 1348 främst. Tågsättet, som bestod av tio personvagnar med ett lok i vardera änden, hade tidigare på morgonen framförts ett par gånger på sträckan Stockholm – Uppsala – Stockholm.

Den förare som kört tåget de första två tur- och returesorna hade noterat slag i hjul från Rc6 1348. Han hade både i Uppsala och i Stockholm undersökt hjulen men inte hittat något anmärkningsvärt. Han bedömde dock att slagljudet var onormalt stort och han rapporterade sina iakttagelser till sin driftledning och till den förare som avlöste honom för att köra tåg 814. Föraren på tåg 814 märkte också slag i hjul och ungefär klockan 08.53 spårade tåget ur på spår U1 på sträckan Rotebro – Upplands Väsby med främsta hjulparet i första boggin i färdriktningen. Hjulringen på det vänstra hjulet i färdriktningen hade lossnat.

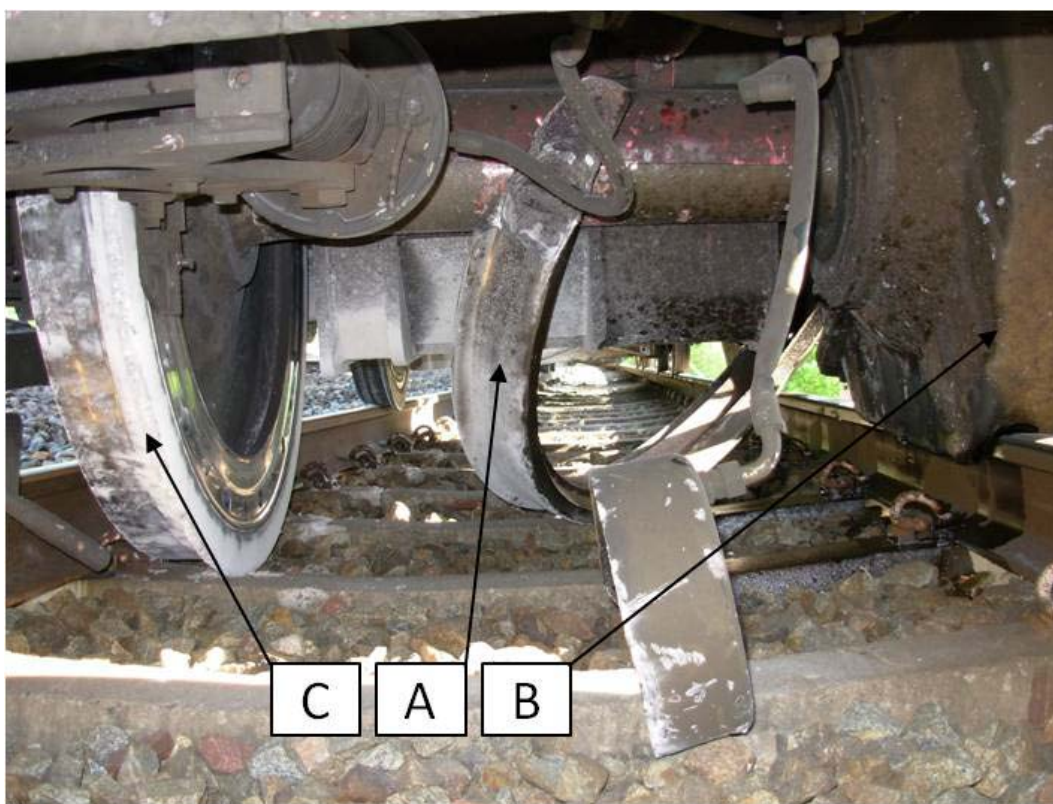


Fig. 1 Bilden är tagen framifrån där tåget stannade med lok Rc6 1348 med B-änden främst. Bilden visar axel 4 urspårad och axel 3 stående på spåret. Den havererade hjulringen (axel 4 höger) har fläkts upp (A) och krängts över växellådan (B). Växellådan har kanat på rälen, lådans botten har nötts sönder och oljan har runnit ut och smort glidytan. Höger hjul i färdriktningen (C) har studsat fram på sliparna och gjort krossmärken på sliparna.

1.2 Olycksplatsen

Ursparningen inträffade mellan stationerna Rotebro och Upplands Väsby på sträckan mellan Stockholm och Uppsala. Sträckan har fyra spår och tåget gick på spåret längst till vänster i färdriktningen, spår U1.

De första märkena av ursparningen fanns vid kilometer 21+025 i form av märken i sliprar. Loket stannade 1 215 meter efter det första märket.



Fig. 2 Bild på urspårningsmärken. Tåget har stannat under viadukten längst bort i bilden.

1.3 Räddningsinsatsen

Olyckan föranledde ingen räddningsinsats från samhällets räddningstjänst.

1.4 Dödsfall, personskador och materiella skador

1.4.1 Personskador

Olyckan medförde inga personskador

1.4.2 Skador på last, resgods och annan egendom

Olyckan medförde inga skador på last, resgods eller annan egendom

1.4.3 Skador på järnvägsfordon

Lok Rc6 1348 skadades.

1.4.4 Skador på järnvägsinfrastrukturen

Skador på spår, sliprar, befästningar och ATC-baliser till en beräknad kostnad av något över 4 miljoner kronor.

1.4.5 Skador på omgivning och miljö

Cirka 50 liter väzellådsolja läckte ut på urspårningsplatsen. Personal från miljökontoret i Upplands Väsby bedömde att sanering inte behövdes.

1.5 Händelsemiljön

1.5.1 Personal

Föraren tåg 814

Föraren är man och född 1960. Han började sin anställning på dåvarande affärsverket SJ 1976 som växlare. Han utbildades med tiden till tågklarerare, godsvagnsreparatör och är sedan 2000 förare. Benämns hädanefter *Föraren tåg 814*.

Ombordansvarig

Ombordansvarig är kvinna och född 1961. Hon har arbetat på SJ som tågpersonal sedan 1981. Benämns hädanefter *Ombordansvarig*.

Tågklareraren

Tågklareraren är man och född 1947. Han har arbetat som tågklarerare i 18 år vid SJ och Banverket. Benämns hädanefter *Tågklareraren*.

Reparatör 1

Reparatören är man, har arbetat med spårtrafikfordon sedan 1999 då han började som reparatör på Lidingöbanan. Han började som reparatör på Euromaint 2001. Benämns hädanefter *Reparatör 1*.

Reparatör 2

Reparatör 2 är man, arbetade på SJ som reparatör från 1981 till 1999. Han började som reparatör på Euromaint i juni 2008. Benämns hädanefter *Reparatör 2*.

Föraren som tidigare körde aktuellt tågsätt

Föraren som blev avlöst på Stockholm C är man och född 1952. Han började 1980 som förare på dåvarande affärsverket SJ.

1.5.2 Tåget och dess sammansättning

Tåget bestod av tio personvagnar med ett lok i vardera änden. Främst gick lok Rc6 1348 och därefter vagnarna A7M 5517, B10 5547, B7FA 5330, B7 5399, B10 5553, BF4 5465, B10 5541, B10 5558, B10 5532, A7 FA 5254. Sist i tåget gick lok Rc6 1372. De båda loken var SMS-kopplade (Serie Multipel Styrning) och drev därmed tåget och de manövrerades av föraren från det främsta loket.

Tågvikten var 638 ton, bromsvikten 927 ton, bromsprocenten 145 och tåglängden 296 meter.

Samtliga fordon tillhörde SJ AB.

1.5.3 Järnvägsinfrastrukturen

Den aktuella sträckan, Rotebro – Upplands Väsby, är belägen på banan mellan Stockholm och Uppsala och har på platsen fyra spår, varav de två inre, U2 och N2, främst är avsedda för pendeltågen och har en högsta tillåtna hastighet på sträckan på 160 km/tim. De två yttre (U1 och N1) är främst avsedda för övriga tåg och har en största tillåtna hastighet på 200 km/tim. Det urspårade tåget framfördes på det yttre (första) uppspåret (U1), ett spår som normalt används för detta tåg.

Banan är elektrifierad, försedd med linjeblockering och ATC och driftplatserna fjärrbevakas från driftledningscentralen i Stockholm.

Spår U1 var försett med räler av typ UIC 60 på betongslipers med pandrol-befästning.

1.5.4 Pågående arbeten vid eller i närheten av platsen

Inga kända arbeten pågick vid platsen vid tiden för olyckan.

1.5.5 Väder- och siktförhållanden

Enligt SMHI gällde följande väder och siktförhållande för Upplands Väsby den 4 juni 2008 klockan 08.53:

Vind: Nord till nordost 1-3 m/s

Sikt: Över 10 km

Temperatur: 17 °C

Solens läge

Riktning: 105 grader

Höjd: 35 grader

1.6 Utredningen

Under utredningens genomförande har Banverket övergått till att bli en del av Trafikverket. SHK har i utredningsrapporten genomgående valt att använda "Banverket" som benämning för den som förvaltar infrastrukturen.

Exovas tekniska rapport, som ligger till grund för SHK:s tekniska undersökning av den brustna hjulringen, har nummer TEK-10-0207.

Epsilon UC Väst AB har anlitas för teoretisk beräkning av spänningar i Rc-lokens hjulringar vid bromsning. Resultatet av beräkningarna återfinns i rapport 510882-01.

2 GENOMFÖRDA UNDERSÖKNINGAR

2.1 Upplysningar från berörd personal

Nedan följer en sammanfattning av vad som har framkommit av intervjuer och skriftliga redogörelser från berörd personal. Sammanfattningen utgår så långt som möjligt från de intervjuades egna beskrivningar och ord.

2.1.1 Direkt berörd personal

Föraren tåg 814

Föraren berättade att han började sin tjänstgöring vid depån i Hagalund onsdagen den 4 juni 2008 kl. 04.30 med att hämta ut ett tåg som han körde tomt till Stockholms central och som senare skulle bli ett Uppsalatåg. Han körde en tur fram och åter till Uppsala för att sedan ta rast.

När rasten var slut gick föraren till plattformen för att köra tåg 814. Tåg 814 hade Rc-lok 1348 i den norra änden från vilket han skulle köra tåget till Uppsala. I den södra änden fanns det andra loket, Rc6 1372. Vid avlösningen av den förare som kom med tåget från Uppsala fick föraren information om att tåget fungerade bra förutom att loket i den norra ändan skakade och vibrerade. Den avlöste föraren berättade att han hade varit nere på spåret och undersökt loket men att han inte hade funnit något fel. Han hade även anmält de iakttagelser han hade gjort.

Under färden mot Uppsala märkte föraren vibrationer och slagljud från lokets hjul och han observerade att vibrationerna och slagljuden kom och gick och att slagljudet varierade beroende på tågets hastighet.

När föraren gjorde ett retardationskontroll i järnvägstunneln vid Solna ändrades slagljudet till ett normalt ljud för ett slag i hjul som utsätts för broms. Han bedömde retardationstestet som normalt.

När tåget hade passerat Rotebro station började loket skaka och vibrera mycket kraftigt och sedan hörde föraren en mycket kraftig smäll under loket. Föraren säger sig inte ha något begrepp om tiden som förflöt men bedömer att efter några sekunder från den första kraftiga smällen kom en ny smäll.

Föraren vet inte säkert men tror att han nödbromsade efter den första kraftiga smällen. Eftersom han hörde ett kraftigt metalliskt ljud uppfattade han det som att loket gled på den främre plogen. Föraren fattade tag om bromshandtaget med bägge händerna och höll det hårt i fullbromsläge. Han tittade på hastighetsmätaren som visade 160 km/tim och han upplevde som att visaren inte rörde sig mot en lägre hastighet.

När tåget stannade stod föraren med fötterna pressade mot pedalen på golvet och skuldrorna inpressade under nackskyddet på förarstolen och var helt spänd i hela kroppen. Han tittade i backspeglarna för att kontrollera vad som kan ha hänt med det övriga tåget men på grund av en kraftig dammutveckling såg han inget av resten av tågsättet.

En kort stund efter att tåget hade stannat kom ombordansvarig fram till föraren och talade om för honom att tåget hade sparat ur. Hon hade känt två kraftiga ryck i tåget, sett den kraftiga dammutvecklingen och förstätt att något var fel. Föraren tog sin mobiltelefon för att ringa till tågklararen på driftledningscentralen och han meddelade att tåg 814 hade sparat ur vid Upplands Väsby. Under samtalet klättrade föraren ner från loket ned på banvallen och han sade till tågklararen att tåget inte bara hade sparat ur, utan att loket också hade tappat hjulringen och att han inte visste hur det var med det övriga tåget. Tågklararen frågade om det var hinderfritt på det angränsande spåret och föraren gick då runt loket för att kontrollera förhållandet och fann att det var hinderfritt men att det var risk för en spontanevakuumering.

Tågmästaren och konduktören samlade alla resenärer i de två första vagnarna och när nästa Uppsalapendel kom evakuerades resenärerna över till det tåget. Föraren sade att tågmästaren och konduktören gjorde en fantastisk insats. När ombordpersonalen genomförde evakueringen placerade föraren ut en hindertavla framför det skadade loket och tog sedan ner strömvtagaren och bröt batterispänningen. Föraren gjorde därefter en kontroll av skadorna under det urspårade loket och konstaterade att det var mycket som var sönderslaget såsom bromscylindrar och ATC-antenn. Växellådan på den urspårade axeln hade läckt olja.

Efter detta gick föraren till den andra ändan av tåget för att göra samma åtgärder med det bakre loket och för att även placera ut en hindertavla bakom tåget. När föraren gick längs tåget noterade han att vagnarna hade blivit skadade på undersidan av makadam som hade sprutat upp från banvallen i samband med urspårningen. Bakom tåget hittade föraren ett föremål ungefär 250 meter från tåget som han trodde var det främre lokets bromscylinder.

Efter att detta var gjort anlände en olycksplatsansvarig från Banverket. Föraren insåg vilken tur han hade haft och kände sig skakig.

Ombordansvarig

Ombordansvarig berättade att tåg 814 skulle avgå från Stockholms central kl. 8.39 och allt var normalt. Ombordansvarig fick klart från sitt avgångssignaleringsbiträde och gav därefter avgångssignal och sedan började resan mot Uppsala. Efter avgången påbörjade ombordansvarig och hennes kollega biljettviseringen. Ombordansvarig uppgav att det var ungefär 100 resenärer på tåget så biljettviseringen gick fort och de bägge kollegorna träffades sedan i tågets tjänstekupé som var placerad i mitten av tåget.

Tio till femton minuter efter avgång, efter att tåget hade passerat Häggvik, uppstod ett kraftigt ryck i tåget. Kort därefter påbörjades en kraftig inbromsning. Ombordansvarig och hennes kollega uppfattade att tåget hade nödbromsats. Ombordansvarig öppnade omedelbart ett av vagnens sidofönster och tittade framåt för att se efter vad som hade hänt. Hon kunde inte se loket utan såg bara ett ogenomträngligt vitt rökmoln.

Ombordansvarig berättade att hon genast begav sig framåt genom tåget för att försöka ta reda på vad som hade inträffat. Utanför fönstren såg hon bara vit rök och trots att tåget hade nödbromsats var det fortfarande i rörelse. Efter en stund stannade tåget och ombordansvarig släppte på rangerspärren och öppnade en av vagnens ytterdörrar för att kontrollera om någon vagn hade sparat ur. Hon konstaterade snabbt att alla vagnar stod kvar på spåret.

Genom ett kort högtalarutrop informerade hon resenärerna om att tåget hade stannat av en okänd anledning men att hon snarast skulle återkomma med kompletterande information.

Efter högtalarutropet öppnade hon en dörr närmast loket på tågets vänstra sida där det inte fanns några intilliggande spår och klev ur tåget. Nere på banvallen såg hon att loket stod vridet. Hon försökte se efter om det fanns någon risk för att loket skulle välta men hon konstaterade att så inte var fallet och gick fram till förarhytten.

Den ombordansvariga tog kontakt med föraren och talade om för honom att loket var urspårat men att alla vagnar stod kvar på spåret. Han svarade att det var en god nyhet för att han hade bara sett ett stort rökmoln i backspegeln och visste inte vad som hänt med resten av tåget.

Ombordansvarig berättade att hon sedan informerade resenärerna via högtalarutrop om att ett tekniskt fel hade uppstått på tåget och att de så snart som det var möjligt skulle evakueras. Den ombordansvariga ringde till SJ:s riksledning som var sambandscentral. Hon informerade om att tåg 814 hade sparat ur vid Upplands Väsby och att hon ville evakuera sina resenärer till det tåg som avgick

en halvtimme senare. Hon fick till svar att riksledningen skulle försöka ordna ett hjälptåg.

Efter samtalet med riksledningen började den ombordansvariga och hennes kollega förbereda evakueringen. Sidodörrarna till vagnarna låstes för att förhindra en spontanevakuering och för att underlätta evakueringen samlade ombordansvariga alla resande i de två främsta vagnarna.

Efter en stund ringde riksledningen tillbaka och meddelade att det snart skulle komma ett hjälptåg som skulle evakuera resenärerna från det urspårade tåget. Riksledningen meddelade även att tågpersonalen på hjälptåget var informerade om vad som skulle göras vid evakueringen.

Inte långt därefter anlände hjälptåget som stannade bredvid det urspårade tåget. Resenärerna fick hjälp av tågpersonalen på de båda tågen.

Under den pågående evakueringen fick den ombordansvariga ett samtal på sin mobiltelefon från tågklararen. Han var upprörd och talade om för den ombordansvariga att hon inte hade fått tillstånd att evakuera tåget. Den ombordansvariga insåg att hon hade glömt att begära tillstånd av tågklararen för evakueringen. Hon insåg att hon inte följt de rutiner som gäller för evakuering av tåg.

Evakueringen var avslutad efter ungefär tio minuter. Hjälptåget avgick och den ombordansvariga stannade kvar på tåget.

Tågklararen

Tågklararen berättade att han denna dag ansvarade för trafikledningen av sträckan från Ulriksdal till Uppsala. Trafiken styrs normalt med automatik så tågklararens normala uppgift var att övervaka trafiken på bildskärmar som visade det aktuella trafikläget.

Tågklararen fick ett telefonsamtal från föraren på tåg 814 som befann sig på spår U1 i vid Upplands Väsby. Föraren berättade att loket hade tappat en hjulring. Tågklararen frågade föraren om han skulle kunna fortsätta vidare men fick till svar att detta inte var möjligt.

Efter att tågklararen hade fått informationen kopplade han ur automatiken i trafikledningssystemet bakom det stillastående tåget på spår U 1 för att inte riskera att få in ett annat tåg på sträckan. Han kopplade även ur automatiken på spår U2 för att ha möjlighet att köra trafik från spår U1 till U2.

Tågklararen informerade tågledaren om vad som hade hänt och något senare kom en av gruppcheferna och frågade om tågklararen hade upprättat en checklista, vilket han inte hade gjort. Han hade i stället prioriterat att få stopp på tåg och reda ut den uppkomna trafiksituationen.

Därefter kom en rastavlösare och tågklararen informerade avlösaren om vad som hänt och att han hade kört förbi tåg på spår U2. Rastavlösaren tog över ansvaret för sträckan.

2.1.2 Övrig berörd personal

Föraren som tidigare körde aktuellt tågsätt

Föraren berättade att han började sin arbetsdag i depån i Hagalund cirka kl. 03.30 där han hämtade ett tåg som var klargjort och körde det till Stockholms central där han bytte till den andra ändan av tågsättet där lok 1348 fanns.

Första avgången till Uppsala var med ett tåg utan resande. Under färden mot Uppsala uppfattade föraren missljud från den boggi som var under hytten och han tolkade ljudet som om det kom från slag i hjulen. När han kom till Uppsala kontrollerade han två av hjulen på den första boggin på den högra sidan. På

grund av ramverk och andra konstruktioner var det svårt att undersöka hjulen men han tittade och kände på hjulet men kunde inte upptäcka någon skada.

Då missljudet inte hade varit så stort gjorde föraren bedömningen att han kunde fortsätta och körde tillbaka till Stockholm från loket i tågsättets andra ända. Vid ankomsten till Stockholms central bytte han åter lok och gjorde ett nytt försök att hitta orsaken till missljudet men han fann ingenting. När föraren nästa gång kom till Uppsala gjorde han en tredje kontroll av den boggi där missljuden kom ifrån för att få en klar uppfattning om felet innan han rapporterade det vidare. Föraren körde åter mot Stockholm och innan ankomsten dit anmälde han sina iakttagelser till "Rc riksstöd".

Reparatör 1

Reparatören berättade att lok 1348 dagen före olyckan hade tagits in till verkstaden för undersökning av ett rapporterat missljud från boggi B. Reparatören och hans kollega var de som var tillgängliga och de fick därför undersöka loket. Reparatören tog fram ett spett som skulle användas för att sakta flytta loket under inspektionen och hans kollega gick ner i "graven" under loket för att inspektera.

Kontrollen påbörjades och genomfördes genom att reparatören med hjälp av spettet sakta rullade loket fram och tillbaka samtidigt som han tillsammans med kollegan som befann sig under loket kontrollerade hjulens löpbanor. Reparatören uppgav att han inte kontrollerade hjulringarnas sidor utan endast löpbanorna. Han minns inte var han stod placerad när han flyttade på loket, men tror att det var vid B boggin eftersom det var den som var felanmäld.

Den reparatör som befann sig under loket hittade en skada ("kross") som var under 15 mm. Reparatörerna dokumenterade inte skadan.

Reparatören visade under intervjun upp ett dokument, *SJF 456 135.6 Underhåll instruktion hjulpar, syning och kontroll av slitage och skador på hjulens löpytor*, vilket anger gränsvärden för hjulskador.

Reparatören uppgav att de troligen inte sökte information om arbetsuppgiften i något dokument innan de gjorde kontrollen. De gränsvärden som fanns hade han i sitt minne eftersom detta arbetsmoment förekom ofta. I de fall reparatören behövde en skriftlig instruktion kunde han få fram denna genom SJ:s infonät som alla reparatörer ska ha behörighet till genom en personlig inloggningsuppgift.

Det dokument SJF 456.135.6 som överlämnades av reparatören till utredarna var utskrivet från SJ infonät den 6 november 2007.

På frågan om hur hjul och bromsskivor ska synas vid en planerad tillsyn eller översyn svarade reparatören att då flyttas inte loket med spett. Hjul och annan utrustning kontrolleras då istället på de ytor och områden som inte är skymda av andra komponenter. För att kunna se bättre har de ofta en ficklampa till hjälp.

Bromsskivorna kontrolleras ofta i samband med byte av bromsbelägg. Skruvarna som håller bromsskivorna är svåra att kontrollera. Om de bara lossat lite går det ofta inte att upptäcka, men om de har lossnat mer eller har lossnat helt upptäcks detta ofta genom att bromsbeläggen har skadats. Finns det skruvar som varit borta en längre tid utan att det upptäckts eller om det inte går att få i någon ny skruv återgår loken i trafik i alla fall trots att det saknas ett antal skruvar.

De brister som upptäcks vid tillsynen men som lämnas utan åtgärd, blir inte dokumenterade. Det innebär till exempel att det inte dokumenteras om en skruv som ska hålla fast bromsskivorna saknas och det inte går att montera en ny. Endast åtgärder som ska debiteras kund noteras av reparatörerna.

Reparatör 2

Reparatören hade svårt att minnas den aktuella arbetsdagen men han minns att det var ett slagljud, troligtvis från boggi B som skulle undersökas. Kontrollen

genomfördes genom att reparatören gick ner i graven under loket för att kunna se hjulens löpbanor med hjälp av en ficklampa samtidigt som en kollega flyttade loket med ett spett.

Reparatören hittade en krosskada som var ungefär 10-12 mm i diameter. Han minns inte vilket hjul det var men att det var ett hjul i boggi B. Reparatören var säker på att krosskadan inte var större än 15 mm eftersom han aldrig ger klart för att skicka ut ett lok med en krosskada som är större än 15 mm.

Efter att de hade hittat krosskadan kontrollerade reparatörerna de övriga hjulen. Reparatören gjorde alltid så eftersom han av erfarenhet vet att det då kan finnas fler skador på något av de andra hjulen.

Den upptäckta skadan dokumenterades aldrig eftersom den underskred gränsen för hur stor en upptäckt skada får vara utan att en åtgärd. Reparatören använde inte några instruktioner när han genomförde kontrollen utan ansåg att han kände till vad som gällde för det aktuella arbetsmomentet. Han hade vid det aktuella tillfället inte några inloggningsuppgifter till SJ:s infonät där reparatörerna ska hämta de styrande dokument som behövs.

Reparatören och hans kollega rapporterade att inget onormalt hade påträffats vid kontrollen av lok 1348 till den dagansvarige.

Underhållsentreprenörens säkerhetsansvarige

Den säkerhetsansvarige berättade vid intervjutillfället att han nyligen tagit över uppgiften men han hade även tidigare arbetat med säkerhetsfrågor hos underhållsentreprenören Euromaint.

För att säkerställa att underhållsuppdragen genomförs enligt SJ:s regler och instruktioner har Euromaint en mängd rutiner och interna instruktioner. Med hjälp av dem säkerställs också att fordonen är säkra när de går ut från Euromaints verkstäder. Bland annat finns ett dokument som heter 12-010 och därutöver finns det en säkerhetsbilaga till avtalet mellan SJ AB och Euromaint samt Euromaints kvalitetspolicy.

Euromaint har regelbundet säkerhetsstyrningsmöten med SJ AB där faktiska händelser, incidenter, olyckor och tillbud behandlas. I protokollet från första mötet efter olyckshändelsen borde det finnas anteckningar om hjulringsbrottet.

Den interna uppföljningen bygger på att alla kontrollistor sparas och signeras av den som är ansvarig. Tidigare har det inte alltid blivit signerat på rätt ställe men de senaste åren har man lagt ner ett stort arbete och även omplacerat folk för att säkerställa att alla signaturer finns med på alla dokument. Fakturering sker till exempel först sedan detta har kontrollerats.

När det gäller ändringar ska en begäran om ändring komma från kontraktsenheten. Ursprunget till denna är antingen en fråga eller begäran från kunden eller också motsvarande initiativ internt som kontraktsenheten då har diskuterat med kunden.

För varje ändring ska en riskanalys göras och en sådan är sedan hösten 2008 mer avancerad än tidigare. Riskanalyserna har blivit mycket bättre och kravet på att sådana efterlevs är bättre än tidigare. Det finns en rutin, *Ändringshanteringsprocessen*, som ska följas.

SJ AB kräver att de ska ha godkänt alla leverantörer av säkerhetsdetaljer. Dessutom ska detaljen vara godkänd av SJ AB för den applikation som den är tänkt för. Ska detaljen användas i en annan applikation ska den godkännas av SJ AB i den nya applikationen.

Spårbarheten säkerställs bland annat genom att alla testprotokoll sparas ihop med inköpsorder så att de blir sökbara. Vid montering rapporteras komponenters och detaljers placering i fordonsdatasystemet FORD.

2.2 SJ AB:s säkerhetsstyrningssystem

Följande avsnitt bygger dels på dokumentation om SJ:s säkerhetsstyrningssystem, dels på information som kommit fram vid intervjuer med representanter för SJ AB. Beskrivningen avser de förhållanden som gällde vid tiden för olyckan.

2.2.1 Företaget, arbetsorganisation och ordervägar

Organisation

Den trafiksäkerhetsorganisation som gällde för tiden vid olyckan beskrivs i dokumentet SJF 014.1 *Säkerhetsstyrning*, utgåva 14, daterad 2008-01-09.

Under den verkställande direktören fanns ett antal staber, varav en var trafiksäkerhetsstaben som bestod av tolv medarbetare. Vidare fanns under VD tre divisioner vilka arbetade med trafiksäkerhet: division Fordon, division Trafik och division Service. Förarna hörde organisatoriskt till division Trafik men var placerade på geografiskt indelade produktionsområden. Division Trafik hade förutom förarna även ansvar för den operativa arbetsledningen i form av produktionsområde Riksledning som hade till uppgift att hantera störningar och andra uppkomna händelser i den dagliga trafikverksamheten.

All ombordpersonal tillhörde division Service. Denna division hade ingen geografisk indelning utan var i stället uppdelade på olika servicekoncept.

I varje produktionsområde fanns det en trafiksäkerhetssamordnare. En sådan funktion fanns även på divisionsnivå och den hade till uppgift att samordna divisionernas och produktionsområdenas trafiksäkerhetsärenden.

Inom division Fordon fanns också teknisk kompetens som planerade och beställde uppdrag. Till divisionen hörde även produktionsområde Depåproduktion med operativ personal för depåhantering och växling. Även division Fordon och produktionsområde Depåproduktion hade trafiksäkerhetssamordnare.

Division Försäljning var också en del av trafiksäkerhetsorganisationen eftersom vissa avtal som tecknas av division försäljning kan påverka trafiksäkerheten. Samma gällde även staberna verksamhetsutveckling och ekonomi.

Delegeringar framgår av *SJF 014.1 säkerhetsstyrning*. Enligt detta dokument har styrelsen delegerat ansvaret för verksamheten vidare till den verkställande direktören som i sin tur har delegerat ansvar till cheferna för respektive division och stab. Delegeringarna var skriftliga och gick ner till minst produktionsområdeschef, vilken kunde delegera till närmast underställda chefer och kvalificerade handläggare. SJ:s ansvar enligt järnvägssäkerhetslagen finns inom organisationen på den nivå som har fått avsedd delegation. Det avser till exempel ansvaret för att arbetsuppgifter av betydelse för säkerheten utfördes av personal med rätt kompetens och att fordon och annan utrustning som användes i verksamheten uppfyllde gällande krav och var underhållna på säkert sätt.

Division Fordon

Division Fordon har ett övergripande ansvar för att det finns underhållsinstruktioner och avtal med leverantörer av fordonsunderhåll. Divisionen har vidare ansvar för nyanskaffning av fordon samt för att upprätta underlag och fatta beslut om ombyggnader av fordon.

I juni 2008 var divisionen uppdelad i

- Depåproduktion som hanterade depåfrågor
- Depåfordonsledning (växling, fekalietömning, vattentryckning, planering av fordon in och ut från depå)
- Teknisk produktledning (fyra olika fordonsteam)
- Team dokumentation.

Därutöver fanns ansvariga för fordonsregister och högvärdeskomponenter, skadereglerare och leverantörsstyrning som låg under Teknisk produktledning. På team Lok och motorvagnar fanns fyra personer.

Stab Trafiksäkerhet

Stab Trafiksäkerhet ska göra kontroller och godkännanden på en övergripande nivå och främst sådant som gäller en bedömning av rimligheten i det underlag som har presenterats från division Fordon. Stab Trafiksäkerhet har dock personal med erfarenhet från underhållsverksamhet och kan därför bedöma relevansen hos ett dokument som till exempel gäller syning av hjul. Det fanns även personal som hade förmågan att bedöma riskanalyser som gjorts av bland andra division fordon i samband med ombyggnad av fordon eller förändring av underhållsinstruktioner.

Chefen för stab Trafiksäkerhet hade även ansvaret för fordonssäkerheten och var den som skulle godkänna till exempel förändringar i underhållsinstruktioner och förändringar på fordon.

Säkerhetsstyrning

De olika produktionsområdena har regelbundna säkerhetsstyrningsmöten. Produktionsområdets trafiksäkerhetssamordnare ansvarar för att det genomförs minst tre säkerhetsstyrningsmöten per år. I dokument *SJF 014.1 Säkerhetsstyrning* finns instruktioner om hur säkerhetsstyrningsmöten genomförs och dokumentet innehåller bland annat en mall för dagordningen. Ett syfte med dessa möten är att ha ett forum för avstämning och uppföljning av trafiksäkerhetsfrågor inom produktionsområdet och ett annat syfte är att diskutera eventuella trafiksäkerhetsmässiga problem som uppstått och tillsammans försöka finna lösningar. I de fall produktionsområdet inte lyckas lösa det aktuella problemet ska det föras vidare till nästa nivå i organisationen.

På divisionsnivå genomförs regelbundna säkerhetsstyrningsmöten med syfte att bland annat följa upp och samordna de olika produktionsområdenas trafiksäkerhetsarbete.

Trafiksäkerhetsfrågor som omfattar hela företaget eller som rapporterats vidare upp i organisationen behandlas i företagets ledningsgrupp. Föredragande i dessa frågor är chefen för stab Trafiksäkerhet. SJ:s ledningsgrupp består av den verkställande direktören, cheferna för de tre divisionerna samt stabscheferna.

Stab Trafiksäkerhet genomför regelbundna interna säkerhetsrevisioner där de olika produktionsområdena revideras. De interna revisionerna är normalt inte riktade mot kontroll av fordon utan omfattade främst operativa och organisatoriska frågor.

Stab Trafiksäkerhet genomför även revisioner av externa underhållsleverantörer. Trafiksäkerhetssamordnarna från de olika produktionsområdena genomför temarevisioner på uppdrag av stab Trafiksäkerhet. Revisionerna planeras vid regelbundna möten tre gånger per år där representanter från stab Trafiksäkerhet och trafiksäkerhetssamordnare från de olika produktionsområdena träffas. Trafiksäkerhetschefen utser de olika trafiksäkerhetssamordnarna till revisorer och ger dem revisionsuppdrag. Normalt brukar de olika trafiksäkerhetssamordnarna revidera varandra och ett exempel på ämne för revisionen kan vara hur ett produktionsområdes hanterar hälsokraven för personal med uppgifter av betydelse för trafiksäkerheten.

Stab Trafiksäkerhet genomför systemrevisioner av produktionsområdena där organisationen övergripande revideras för att kunna bedöma hur egenkontrollen inom produktionsområdet fungerar.

Revisionerna genomförs enligt en rullande plan.

Underhåll av lok

Lokunderhållet är upphandlat och drivs enligt avtal med Euromaint. Underhållet är kilometerbaserat för Rc6. I underhålls avtalet hänvisas till SJ:s föreskrifter som finns tillgängliga på SJ:s intranät. Rc-loken har traditionellt underhåll med tillsyn och olika översynsklasser enligt ett rullande schema och därutöver köper SJ revisioner och andra åtgärder vid behov.

Underhållet utförs på Euromaints verkstäder som finns på flera platser. Det är depåfordonsledningen som styr loken in och ut från underhållsinsatser och övervakar lokens kilometerprestationer. Underhållsentreprenören har också ett ansvar för att loken inte går ut utan att klara omloppet till nästa tillsyn, 6 000 km.

Förhållandet mellan SJ och Euromaint styrs genom avtal och uppföljningar. Dessa gäller såväl tekniska frågor som frågor om underhållsåtgärder och kommersiella frågor. Parterna för en dialog dagligen mellan verkstäderna och SJ:s produktionsplanerare, månatligen på avtalsnivå mellan teamet och leveransansvarig från Euromaint. Dessutom förekommer det kvartalsmöten där parterna också ser lite framåt i tiden. Från SJ:s sida deltar medarbetare upp till teamchefen, vilken normalt är den deltagare från SJ som är på den högsta organisatoriska nivån.

Utöver nämnda möten, finns det säkerhetsstyrningsmöten i vilka det från SJ deltar minst en representant från stab Trafiksäkerhet och en representant från leverantörsstyrning. Vid ett säkerhetsstyrningsmöte går man igenom avvikelser och trafikproblem. Dessutom genomför SJ revisioner av leverantörerna enligt en plan där revisionsobjekten utses slumpmässigt eller på förekommen anledning. En sådan anledning kan till exempel vara att man har upptäckt att felfrekvenser ökar onormalt eller att trasiga fordon har kommit ut i trafik. SJ har dock inte funnit någon sådan särskild anledning avseende loken. Lokunderhållet har fungerat bra under de senaste åren och även lokrevisionerna har hållit en god kvalitet.

Vid leverans av ett nyreviderat fordon görs en leveransbesiktning, antingen av SJ själva eller av någon underkonsult.

Hjul och axlar följs upp på individnivå med hjälp av datorsystemet FORD. För Rc-lok är ett drivhjulpar med växel en individ. I FORD finns alla hjulpar med axelnummer, växelnummer och chargenummer för hjulringarna registrerade tillsammans hjulprofildata och liknande uppgifter. SJ gör inte själva några hjulkontroller utan det är underhållsleverantören som både gör kontrollerna och matar in de data som ska lagras i FORD.

Ultraljudkontroll görs regelbundet av axlar men inte av hjul. Hjul kontrolleras bara efter särskild order vilket kan ske när något speciellt har inträffat. En hjulring lever normalt inte mer än två till tre år i trafik eller 600 000 – 700 000 km.

Om en teknisk konstruktion på ett lok ska ändras, ska hanteringen följa en särskild process. Om SJ vill göra en ändring måste företaget göra en ordentlig utredning som eventuellt måste godkännas av tillsynsmyndigheten Transportstyrelsen. Om underhållsleverantören tar initiativet till en ändring ska denna först informera SJ och sedan ta fram alla underlag och beräkningar. Därefter kan underhållsentreprenören och SJ tillsammans godkänna att ändringen införs i enlighet med gällande SJF. Underhållsleverantören får inte ensidigt göra någon ändring. Rutinen finns beskriven i SJF 017, *Besiktning och trafiksäkerhetsrelaterat underhåll av fordon*.

Tekniskt driftstöd

Följande avsnitt bygger på en intervju med en representant för SJ:s tekniska driftstöd.

Enheten Tekniskt driftstöd svarar för teknisk rådgivning till förare på SJ:s lok och motorvagnar. Enheten tar emot alla samtal från förarna som gäller fel på fordon och hjälper dem med förslag på åtgärder. Därutöver är operatörerna på det tekniska driftstödet fordonsledare med ett operativt ansvar för fordonsomloppen. Arbetet innebär att de styr fordonen om det blir något fel och de kontrollerar också att inga fordon går för långa sträckor mellan underhållsåtgärderna.

Vid problem med fordon kan en fordonsledare meddela restriktioner som föraren inte får överskrida. Om föraren är tveksam är det fordonsledaren som är ytterst ansvarig och kan förbjuda fortsatt färd. Om fordonsledaren skulle vara tveksam i en säkerhetsfråga kan han fråga säkerhetsstaben. Åtgärder och beslut dokumenteras på en blankett *Besked från Tekniskt driftstöd* som både föraren och fordonsledaren på Tekniskt driftstöd fyller i.

Fordonsledarna hade tillgång till alla aktuella styrande dokument vid arbetsplatsen men det fanns inga checklistor upprättade. Det fanns inte heller några instruktioner som styrde fordonsledarens åtgärder men däremot fanns det en skriftlig arbetsbeskrivning för driftstödet som beskrev fordonsledarens ansvar.

2.2.2 *Kompetenskrav på personal*

Inte undersökt

2.2.3 *Rutiner för internkontroll, internrevision och uppföljning av personal*

Inte undersökt

2.2.4 *Samspel med andra verksamhetsutövare*

Inte undersökt

2.2.5 *Larmplan och organisation vid olyckor och tillbud*

Inte undersökt

2.3 **Bestämmelser och föreskrifter**

2.3.1 *Författningar på EU-nivå och nationell nivå*

Järnvägslagen (2004:519) med tillhörande järnvägsförordning (2004:526) reglerar vem som har tillträde till järnvägsinfrastruktur och med detta förenade tillstånds- och säkerhetsfrågor. Lagen anger bland annat att järnvägsinfrastruktur, järnvägsfordon och annan materiel i järnvägssystemet ska vara av sådan beskaffenhet att skador till följd av verksamhet förbyggs. Infrastrukturförvaltares och järnvägsföretags verksamhet ska utföras så att skador till följd av verksamheten förebyggs. Lagen anger vidare att det ska finnas sådana övriga säkerhetsbestämmelser som behövs för att trygga en säker verksamhet.

2.3.2 *SJ:s säkerhetsbestämmelser*

Denna undersökning har koncentrerats till underhåll och konstruktion av fordon och komponenter i de avseenden som berör olyckan.

SJ:s säkerhetsbestämmelser i övrigt har inte undersökts i samband med utredning.

Normer för projektering och konstruktion

Normen för hjulringens kemiska sammansättning framgår av SJ:s dokument SJF 436.360.1, utgåva 2. SJF 436.360.1. har ersatt TB 12 510 utgåva 9.

Underhållsinstruktion

SJF 451.6, *Underhållsinstruktion ellok Rc6, service, tillsyn, översyn*, daterad 2007-08-01 (gällde fortfarande i juni 2008), anger regler för underhållet.

Ett avsnitt, 4.9.14, anger syning av hjul och axlar, något som ska ske vid samtliga översynstillfällen. Avsnittet ger följande anvisning:

Syna axlar, hjulstommar och hjulringar beträffande sprickbildning, hjulbaneskador och lossgång.

Konstaterade krossår eller skador längre än 20 mm och/eller större djup än 1 mm kräver särskilt samråd mellan underhållsleverantör och SJ AB angående beslut om fordonet ska få gå i trafik eller ej.

Mät och anteckna hjulprofilmått. Om skillnaden i flänstjocklek överstiger 4 mm på samma axel, ska kontroll av axelparallellitet ske enligt SJF 451.131.5.

Vid anmärkning på lokets gångegenskaper, kontrollera hjulets orundhet och lossgång samt utför uppmätning enligt bilaga 1¹.

Underhållsinstruktion för syning av hjul

SJF 456.135.6, *Underhållsinstruktion, hjulpar, syning och kontroll av slitage och skador på hjulens löpytor (giltig från 2006-07-12)*. Dokumentet anger mätvärden för hjul. I avsnitt 7 finns en beskrivning av skadeklasser för skador i hjulens löpyta och fläns. Det finns också ett avsnitt, punkt 7.2, som anger att det krävs en kontroll med oförstörande provning när tvärgående sprickor i löpbanan har upptäckts. Punkt 7.3 anger att hjulets rundhet ska kontrolleras vid rapport om dålig gång, vibrationer etc. Om skillnaden mellan största och minsta radien på hjulet är 1 mm eller mer, ska hjulparet bytas eller hjulet svarvas.

Hjulprofilens mått kontrolleras normalt med ett hjulprofilmått eller i en hjulsvarv med dess mätutrustning. Man får då fram fyra mätetal, hjulflänsens tjocklek, hjulflänsens höjd, hjulflänsens branthet samt löpbanans nedslitning. I en hjulsvarv får man dessutom fram hjuldiametern och därmed också orundheten.

Det finns inget i underhållsinstruktionen om syning av hjulringarnas sidor eller någon checklista som under vissa förhållanden anger att sidorna ska kontrolleras.

2.4 Tillstånd och funktion hos tekniska system

2.4.1 Signal- och trafikledningsanläggningar

Inte undersökt.

2.4.2 Spårtekniska anläggningar

SHK har tagit del av uppgifter från Banverket om undersökningar av spåranläggningen på bandel 433 (Ulriksdal-Märsta) spår U1. Det gäller dels en spårlägesmätning som genomfördes den 17 maj 2008 av Banverket produktion med mätvagn typ STRIX och dels uppgifter i Banverkets besiktningssystem Bessy som gäller perioden mellan den 1 januari 2006 till den 8 augusti 2008. Inga avvikelser av betydelse har noterats vid dessa undersökningar.

2.4.3 Kommunikationsutrustning

Inte undersökt.

¹ Bilaga 1 anger gränsvärden för hjulmått.

2.4.4 Rullande materiel

Ett hjulringsbrott har konstaterats på lok Rc6 1348 axel 4 höger sida, vilket har varit den första axeln på vänster sida sett i färdriktningen, se figur 3. Hjulringen har brutit och lossnat och loket har sparat ur.

Hjulen till Rc-loken är sammansatta och består av en hjulstomme med en påkrympt hjulring.

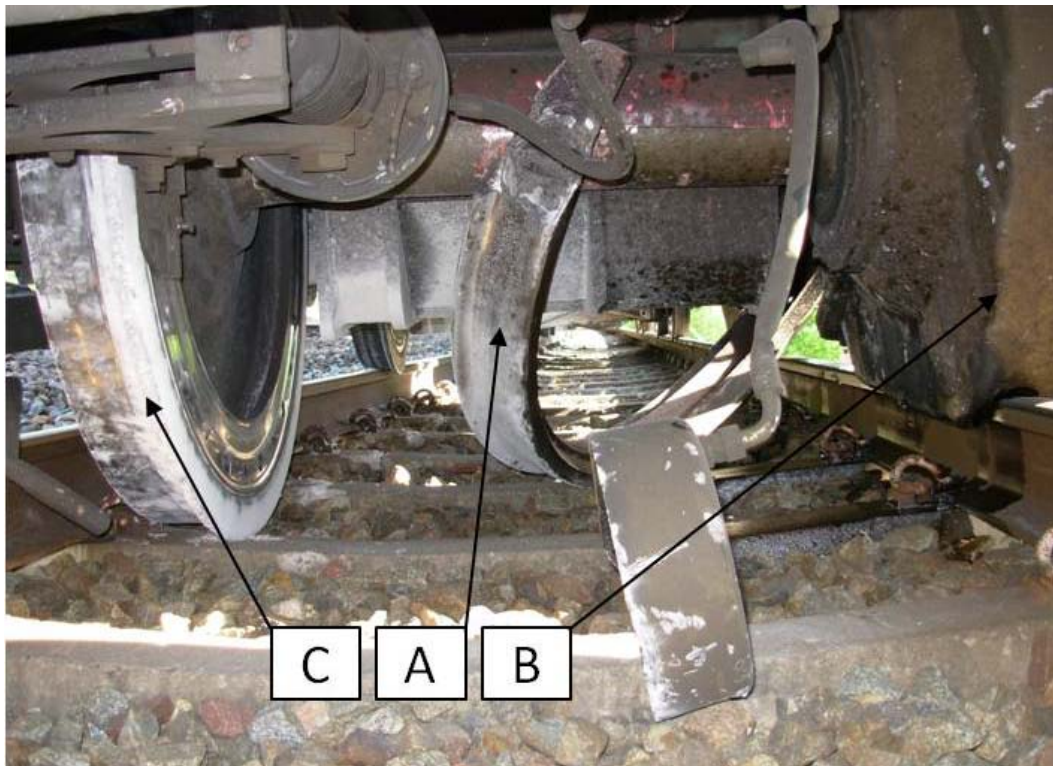


Fig. 3 Bilden visar axel 4 urspårad och axel 3 stående på spåret. Den havererade hjulringen (axel 4 höger) har fläkts upp (A) och krängts över växellådan (B). Växellådan har kanat på rälen, lådans botten har nötts sönder och oljan har runnit ut och smort glidytan. Höger hjul i färdriktningen (C) har studsats fram på sliprarna.

2.4.4.1 Hjulringarna på den havererade axeln

Den havererade hjulringens märkning

Brottet i hjulringen har gått snett igenom ringens märkning så att delar av märkningen blivit otydlig, se figur 4. Läggs delarna ihop ger det ändå en entydig bild av det instansade chargenumret tillsammans med övrig dokumentation.



Fig. 4 Den havererade hjulringen på växellådssidan, efter putsning och sammanläggning av delarna – charge 9972 DA.

Man kan fastställa att hjulringen varit märkt med chargenummer 9972. Dessutom finns signaturen från den operatör som gjort omringningen (DA) efter chargenumret, vilket är en giltig signatur enligt Euromaint i Örebro där omringningen har gjorts. Signaturen visar att hjulringen är uppmätt och godkänd och får monteras på en hjulstomme.

Hjulparets och hjulringarnas identitet

Den havererade hjulringen är monterad i mars 2003. Då köptes huvudsakligen allt stål till Rc-hjulringar från Scana Steel i Björneborg (f d Björneborgs Jernverk) och hjulringarna tillverkades sedan hos Lucchini Sweden AB i Surahammar (f d Surahammars Bruk).

Varje smälta eller charge från järnverket tilldelas ett unikt nummer för identifiering. Alla hjulringar från en charge ska vara märkta med numret på den charge som de har tillverkats från.

Scana Steel i Björneborg använder ett fyrställtigt chargenummer. Internt används dessutom A, B, C etc. för att markera ett nytt tiotusental.

Lucchini Sweden AB i Surahammar använder samma fyrställiga chargenummer men använder 1-, 2-, 3- etc. för att markera nytt tiotusental.

Vid instansning av chargenummer på hjulringar från Lucchini har dock bara det fyrställiga talet använts. Även i fordonsdatabasen FORD används bara fyra siffror för Lucchinis hjulringar. Identifieringen är endast på chargenummernivå. Respektive hjulring har inget eget identifierande löpnummer.

Varje hjulaxel har ett unikt nummer. Detta nummer är instansat i axeländan och är bara läsbart när axeländan är fri. Därför använder man växellådans nummer för att identifiera Rc-lokens hjulpar, eftersom växellådans märkplåt kan avläsas utan någon demontering. Numret på växellådan till den urspårade axeln har avlästs till 197942.

Motstående hjulring på den urspårade axeln är märkt 9900. Man kan notera att instansad signatur saknas, se figur 5.



Fig. 5 Märkning på hjulringen på icke växellådssida, skadad av skrapmärken - charge 9900. Signaturstans saknas.

Enligt fordonsdokumentationssystemet FORD har axeln med växellåda 197942 haft hjul med hjulringar från chargerna 9900 och 9972.

Enligt "Protokoll för hjulpar" från Euromaint i Örebro har hjulpar 197942 omringats med hjulringar från chargerna 9972 på växellådssidan och 9900 på motstående sida. Hjulstommens (lötens) diameter har uppmätts till 1150,0 mm på växellådssidan efter det att de utslitna hjulringarna demonterats. Protokollet anger att den nya hjulringens innerdiameter var 1148,44 mm.

Omringsprotokollet är daterat 2003-03-10, se figur 6.

TCOJ ÖREBRO				PROTOKOLL FÖR HJULPAR					
ART NR	3172490		AXEL NR	26003		ID NR	197942		
LOK TVP	Rc6	LOK NR	1342	PLAC	1	REV			
LÖT VID ANKOMST	VS	MS	1150.0	1150.5	389880	BOX REVISION	X X		
DEMONTERING	SIGN	BYTE eller OK		SIGN		MONTERING	SIGN		
A-MÅTT VID ANKOMST	AL		1360	INDIKERING	/	KONTROLL CHARGE NR HJULRING	Ø		
LAGER OCH BOXAR	AL	X	X	INNERDIAMETER PÅ HJULRING	O.T.	MÄLNING	Ø		
KUGGHJUL	AL	X	BYTE	SLIP		LÖTDIAM	O.T.		
BROMSSKIVOR	AL	X	MS	X	CHARGE NR HJULRING	O.T.	VS		
LÅRUB-KOPPLING	AL	X	BYTE		KUGGHJUL MONTERING	/	NY		
TVÄTTNING	Mk		X	LAGERHÅLLARE	/	UTV	UTV		
LAGERHÅLLARE	/	INV	UTV	S-LAGER T44 LAGERBANA	/	INV	NY		
S-LAGER	/	INV	UTV	KUGGHJULS-NAV	/				
MAGNAFLUX				STOMMAR	/	VS	MS		
ULTRALJUD	/		ej ultra	AXELBYTE	/	AXEL NR			
ANMÄRKNING	A-mått 1359				YTTEDIAMETER PÅ HJULRING		O.T.	1300	
	2				FLÄNSTJOCKLEK		O.T.	VS 33 MS 33	
					QR-MÅTT		O.T.	VS 11 MS 11	
					LÖPPLANSLITAGE		O.T.	VS 0 MS 0	
					A-MÅTT		O.T.	1360	
(Sammanställning över styrande dokument för arbetsoperationer enligt ovan, finns registrerade i AI 450-360:001-002/006-009)				HJULRING KVALITET				O.T.	5100L
4301	4304	4304	4304	4304	4304	4304	4304		
03-03-06		O.T.		03-03-10	CE				
TCOJ Ör 430.21 Ujgåva 2				1999-03-15 TP-AA		(FÄLT MED FET MARKERING RAPPORTERAS I LRKO UNDER AVLÄSTA/UPPMÄTTA VÄRDEN)			

Fig. 6 Omringningsprotokoll för hjulpar 197942.

Kommentarer och förklaring till omringningsprotokollet för id-nr 197942:

Rad 1-3 utom de två rutorna längst t h på rad 3 gäller insyning. Av rad 1 framgår att hjulaxeln har id-nummer 26003. Insyningen signeras ej.

När hjulparet kommer i arbete görs hela vänster spalt och mittspalt. När arbetet är utfört är hjulparet försett med nya ringar och O.T. har signerat längst upp till höger i rad 3 att omringningen är klar. O.T. har sedan signerat längst ner t v med datum (03-03-06) när hjulparet går ut från hjulverkstaden för montering av boxar mm.

Efter att hjulparet kompletterats med bl a lager och lagerboxar har OE signerat med datum (03-03-10) att hjulparet är klart för montage på lok.

Anmärkningen "A-mått 1359" gäller säkerligen vad som tidigare var angivet i FORD. Mätningen av a-måttet vid ankomst gav 1360 mm.

Att stommen motstående sida (MS) har diametern 1150,5 mm vid insyning och 1150,3 mm vid nästa mätning före omringning förmodas enligt Euromaint bero på att löten varit skadad och blivit putsad lite till en mindre diameter.

Dokumentation av charge 9972

Enligt FORD har endast två hjulringar monterats från charge 9972, dels den som satt på Rc6 1348 och havererade, dels en ring som monterades 03-04-01 och uppsattes på lok Rc6 1404 03-04-07. Efter omringning 05-10-12 har den andra ringen från charge 9972 skrotats.

Det finns ingen dokumentation hos vare sig Lucchini eller Euromaint om charge 9972. Dessutom har det bara funnits två hjulringar, vilket också är anmärknings-

värt. En hel charge från Scana Steel gav normalt 60 - 70 hjulringar vid Lucchinis tillverkning.

Vid en kontroll hos Scana Steel i Björneborg visade det sig att charge 9972 inte har en kemisk sammansättning avsedd för hjulringar, se tabell 1.

Tabell 1 Analysvärden för ordernummer 23766, charge 9972 från Scana Steel. Analysen gäller stålsort 141A och analysen har signerats "bj" Värdena avser sammansättning i vikt %.

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu
Analys	.45	.24	.70	.006	.028	.23	.15	.04	.17
Min	.42		.50						
Max	.50	.40	.80	.035	.030	.30	.40	.15	.30

Stålsorten som används till Rc-hjulringar har hos Scana Steel beteckningen 452A, tidigare betecknat 55JMK-8. I tabell 3 visas kraven på material 452A samt den havererade hjulringens faktiska materialsammansättning.

Enligt Scana Steels register har charge 9972 levererats till ett annat företag för att bli en propelleraxel, se figur 7.

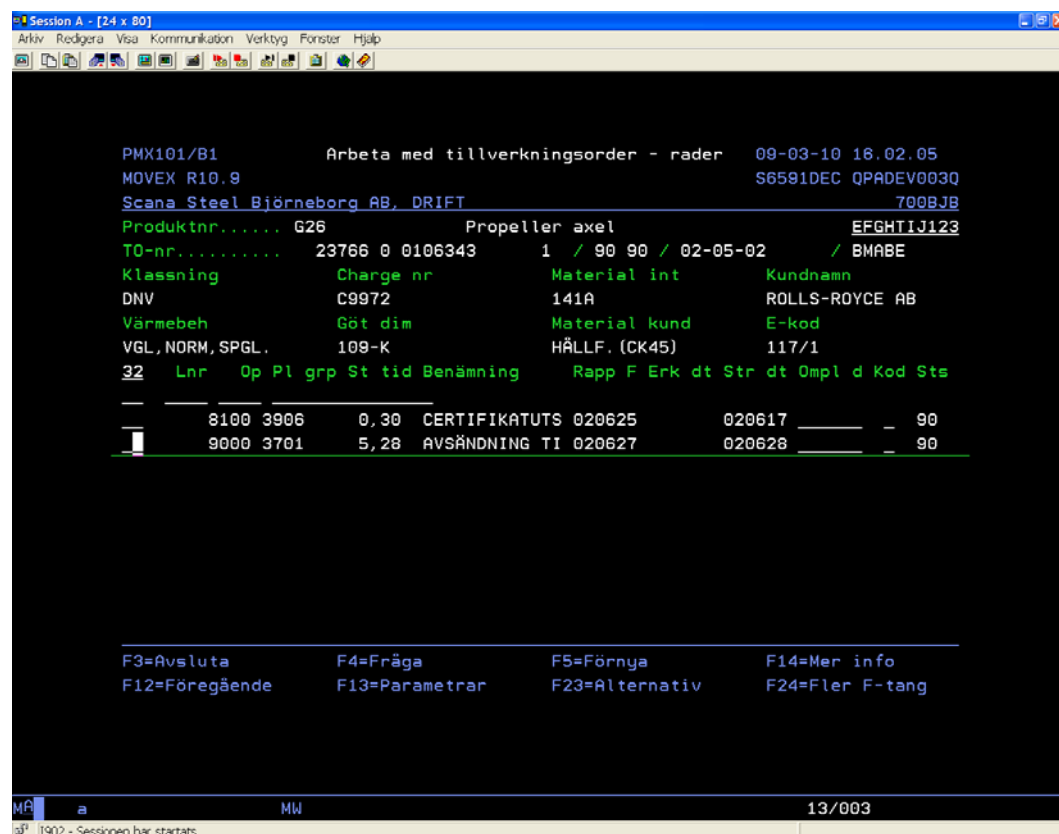


Fig. 7 Kopia på tillverkningsorder för ordernummer 23766 från Scana Steel gällande charge C9972.

Dokumentation av charge 9900

Från charge 9900, som det andra hjulet på den havererade axeln var märkt med, har 50 hjulringar monterats, varav 45 st varit märkta med 9900, 4 st varit märkta med 9900T, där T under en period betydde "toppkuts", och 1 st varit märkt med 39900? enligt FORD. Märkningen "39900?" syftar med all sannolikhet på 9900, eller med tiotusentalsciffran inkluderad, 3-9900 men det finns ingen förklaring till vad frågetecknet betyder. Den faktiska märkningen på hjulringen var troligen 9900 eller möjligen 3-9900.

För charge 9900 finns dokumentation hos Lucchini och chargen har levererats till Lucchini enligt Scana Steels dokumentation. Vidare finns dokumentation som

radiella tjocklek har uppmätts till ca 60 mm vilket motsvarar en löpbanediameter på ca 1270 mm.

I övrigt har relevanta mått för hjulringsbrottet kontrollerats. Inga avvikelser som har kunnat påverka brottsförloppet har noterats, se figur 9.

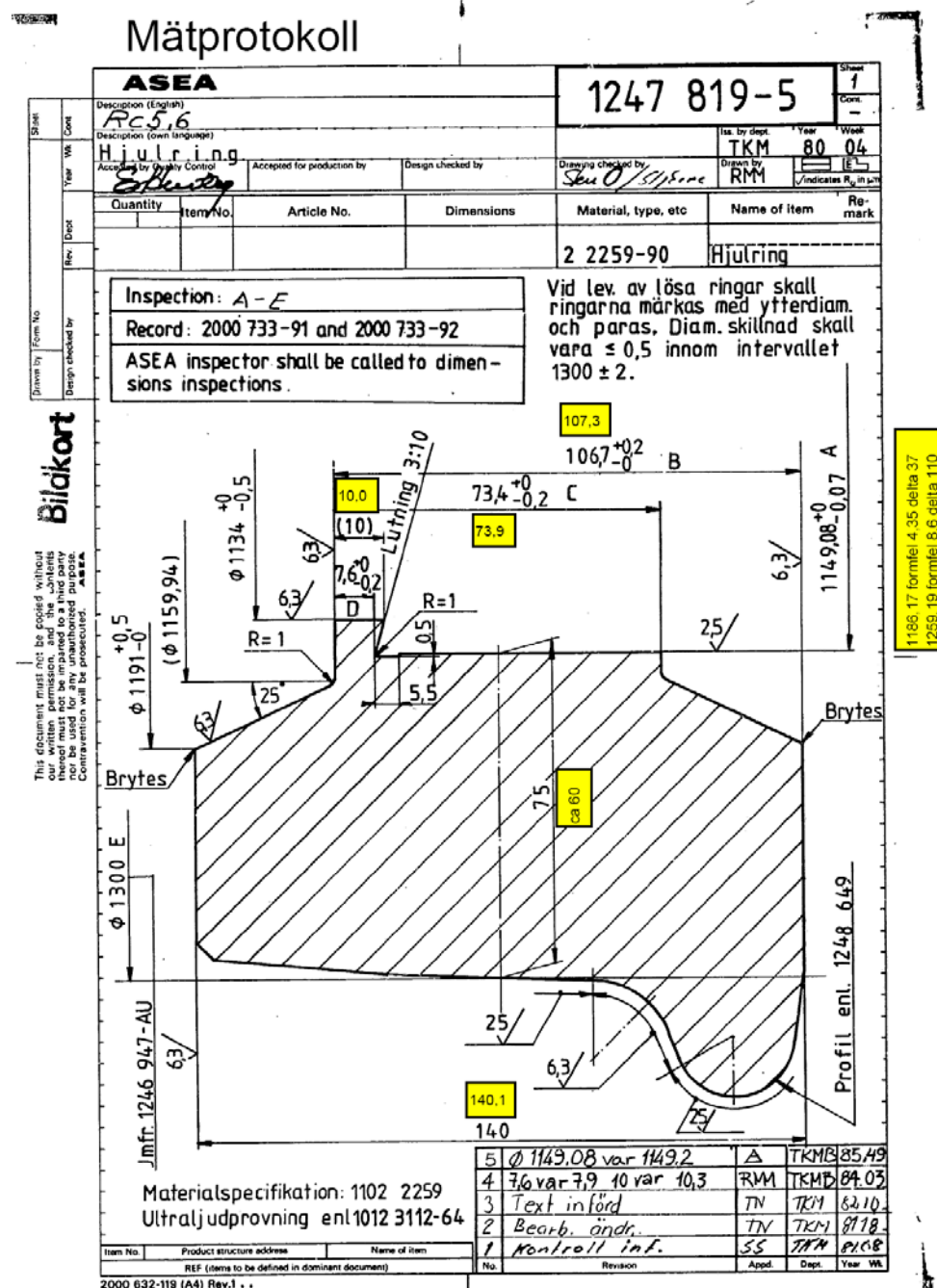


Fig. 9 Hjulring till Rc6 enligt ASEA ritning 1247 819-5. Inramade och gulmarkerade mått gäller uppmätta värden.

Hjulprofilen på den havererade hjulringen är sliten men dess mått ligger inom gränsvärdena som framgår av tabell 2.

Tabell 2 Hjulringens gränsmått och verkliga mått.

	Flänstjocklek	Flänshöjd	Qr-mått
Gränsvärde	Min 22 mm	Max 36 mm	Min 6,5 mm
Uppmätt värde	26,5 mm	31 mm	Ca 9 mm

Hjulringens breddmått har kontrollerats på ett flertal ställen i anslutning till brottstället. Breddmätten är lika varvet runt vilket visar att någon större hjulplatta sannolikt inte har funnits på hjulet vilket utesluter att detta skulle kunna vara orsak till utmattningsbrottet.

Oförstörande provning av den havererade hjulringen

Ringhalvorna, se figur 10, har ultraljudsprovats av för att kunna identifiera ytterligare ej synliga sprickor. Inga sprickor eller stora defekter kunde konstateras.

Visuell granskning och undersökning av den havererade hjulringen

En visuell granskning och en fraktografisk undersökning har gjorts. Det kunde konstateras att brottet är ett utmattningsbrott, som startat cirka 15 mm under löpbanans yta och i position mitt under löpcirkeln.

I en riktning har sprickan som föregått brottet växt i hjulringens omkretsled cirka 280 mm och under tillväxten letat sig snett inåt och neråt mot hjulringens innerdiameter.



Fig. 10. Bild på den havererade hjulringen och brottet.

I den motsatta riktningen har tillväxten i omkretsled varit mycket mindre, eller cirka 20-30 mm räknat från pilspetsen benämnd S (startområde), se figur 11. Från framkanten av dessa 20 – 30 mm har sprickan sedan växt snett uppåt och utåt mot hjulringens ytterdiameter, se figur 12. Allra längst ut mot ytterdiametern har utmattningssprickor som startat från löpbanan mött den tidigare nämnda sprickan, se figur 11 och 12.

Den radiella sprickpropageringen har i huvudsak skett från 15 mm under ytan och in mot stommen. Allra närmast löpbanan finns emellertid några mindre områden där utmattningssprickan propagerat i motsatt riktning, det vill säga från

löpbanan och ut från stommen. Djupet på dessa sprickor är mindre än 5 mm, se figur 13 och 14.

En bedömning har även gjorts om huvudsprickan varit synlig från hjulringens sidor. På grund av sprickans kraftiga nötning är detta svårt, men det är sannolikt att utmattningssprickan varit synlig på icke flänssida – alltså på utsidan – och då med en längd mellan 80-150 mm vid sprickans slutskede. Att loket varit anmärkt för slag i hjul tyder också på att sprickan varit så lång att den gett upphov till ett klapprande ljud.

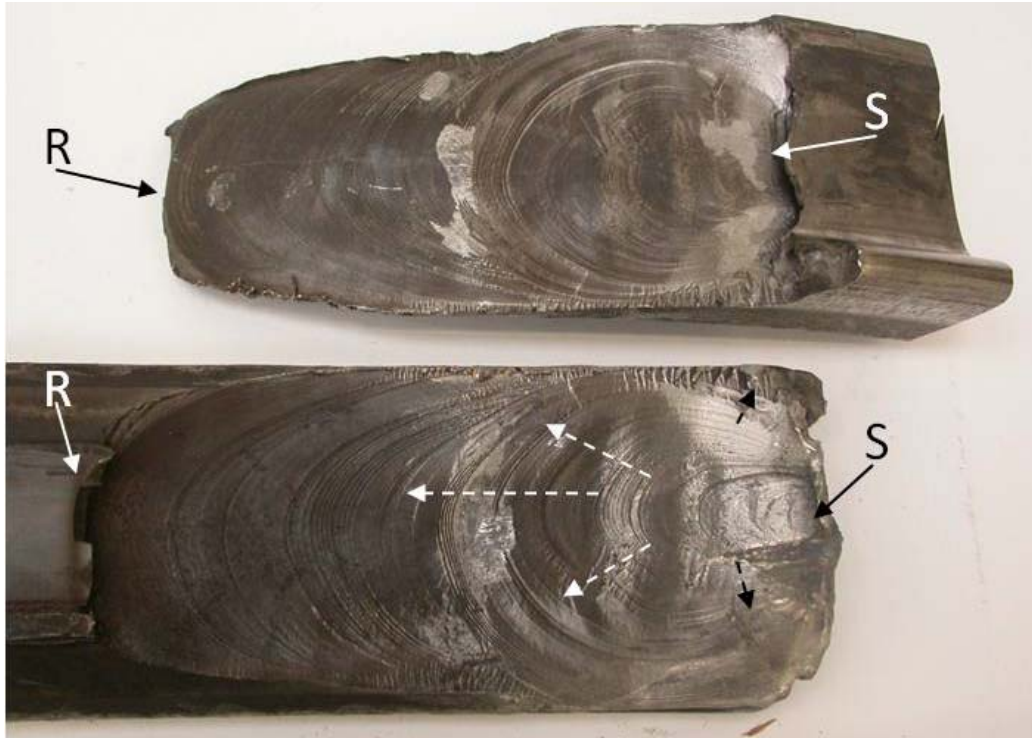


Fig. 11 Utmattningsbrott med markerat startområde (S), restbrott (R) och sprickutbredningsriktningar (streckade pilar) visat på båda ytorna. Den undre delen i bilden är vinklad 180 grader från den övre delen för att visa utmattningsbrottets bägge sidor.

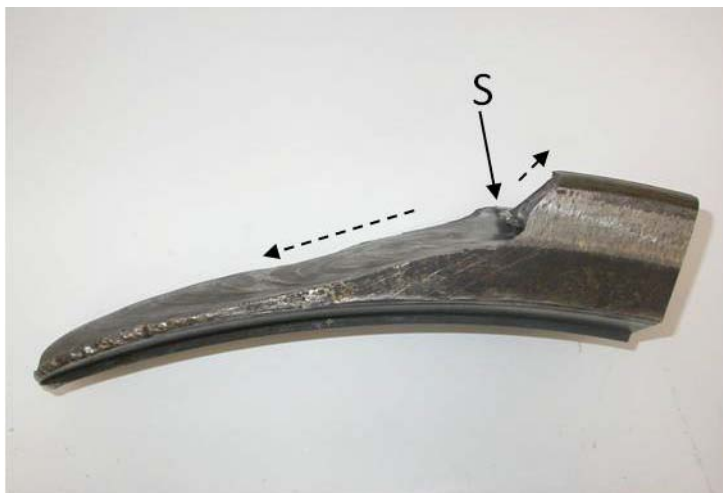


Fig.12 Brottet sett från sidan. S markerar startområde och de streckade pilarna markerar sprickans utbredningsriktning.

Sprickorna som startat från ytterdiametern (löpbanan) bedöms ha uppstått i ett sent skede av brottförloppet.

Andelen utmattning är mycket stor och restbrottet utgör mindre än 5 % av hela brottytan. Restbrottet ligger närmast hjulringens innerdiameter som framgår av figur 11.

Det är ställt utom allt tvivel att hjulringen har brustit på grund av utmattning men det går inte att avgöra vad som har initierat sprickstarten och spricktillväxten. Det kan ha varit en slagginneslutning eller en annan diskontinuitet i materialet som har varit startpunkt för utmattningssprickan.

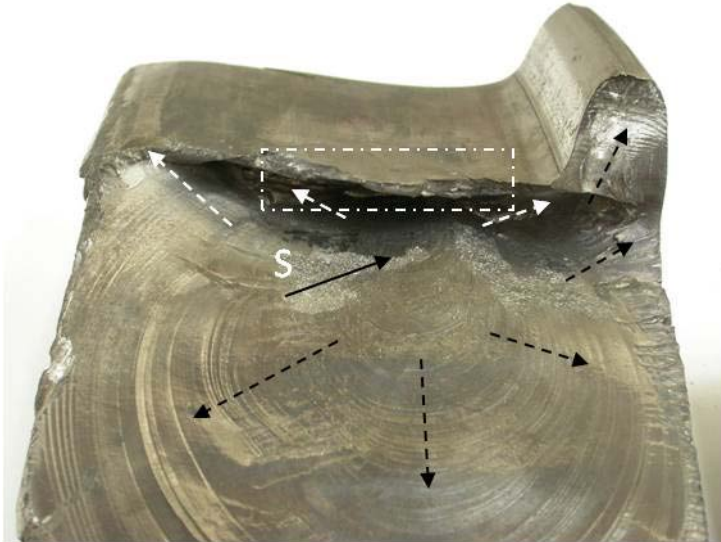


Fig. 13 Brottytan och tydlig radiell spricktillväxt för utmattningsbrottet.



Fig. 14 Närbild av inramad brottyta i figur 13. Markerad yta visar utmattning som växt från löpbanan och inåt.

Utmattningsbrott

Utmattningssprickor startar generellt alltid från någon form av materialdefekt och/eller geometrisk anvisning – mer eller mindre uttalade beroende på spänningsskilderna i komponenten. Det mest optimala för att en utmattningsspricka ska starta i en hjulring är att man på en nivå av 5-6 mm under löpcirkeln, där skjuvspänningarna är som störst, har en materialdefekt av typ slag samt att hjulringen har en stor mängd överrullningar (en hög kilometerprestation). Sannolikheten för att en utmattningsspricka startar i en hjulring är alltså en funktion av defektstorlek, defektens djup under löpcirkeln och antalet överrullningar.

Dessa parametrar kan variera inbördes vilket till exempel kan betyda att en hjulring kan tåla en relativt stor defekt om kilometerprestationen är låg alternativt att defekten ligger på ett djup avvikande från det mest kritiska djupet under löpcirkeln. Ytterligare en faktor som kan inverka på utmattningssprickors initiering är ett för hårt krympgrepp vilket ökar dragspänningarna i hjulringen och därmed lättare får en utmattningsspricka att börja växa.

Undersökning av utmattningsbrottets startområde

Metallografiska snitt har lagts genom det bedömda startområdet för att eventuellt kunna identifiera förekomsten av slagger. Startområdet är kraftigt nött vilket gör

att en eventuell ursprunglig defekt sannolikt har "manglats" ner på grund av relativrörelsen mellan brottyorna och är därmed näst intill omöjlig att identifiera.

En typisk storlek för tidigare noterbara slagghanopningar som startat utmattningssprickor i helhjul kan vara 1,5 x 0,5 mm i ett plan liggande vinkelrät mot ringens och hjulets radiella riktning.

Tidigare undersökningar av hjulringar har identifierat slagger med största mått 0,8 mm. Utbredningen i den radiella riktningen är sannolikt betydligt mindre än 0,5 mm beroende på hjulringens tillverkningsprocess.

Metallografiska snitt genom startområdet har preparerats varefter slipning och polering har skett med mellanliggande besiktningar i metallmikroskop. Detta förfarande har skett på båda brottyorna och i anslutning till utmattningssprickans bedömda startområde. Resultatet av detta arbete är att inga tecken på slagger eller andra oönskade defekter har kunnat ses.

Kompletterande oförstörande provning av den havererade hjulringen

Ytterligare försök har gjorts med ultraljudteknik för att leta efter slagger och defekter i hjulringen. Med en förfinad manuell metod erhöles cirka tio indikeringar, varav den största låg i anslutning till hjulringsbrottet och på ett djup av 26 mm från löpbanan och cirka 220 mm från utmattningssprickans startområde.

Indikeringen har verifierats genom metallografisk snittning. Ett metallografiskt snitt har tagits ut i det aktuella området varefter upprepade slipnings- och poleringsprocedurer har utförts. Slaggförekomsten har dokumenterats med avseende på slip- och poleringsdjup. Det är med denna metod möjligt att bestämma ett intervall för slaggens eller defektens storlek. Indikeringen har bestämts till en Al_2O_3 -slagge med längd i hjulringens omkretsled inom 0,23 – 0,45 mm, bredd cirka 0,1 mm och tjocklek 0,01 mm, se figur 15.

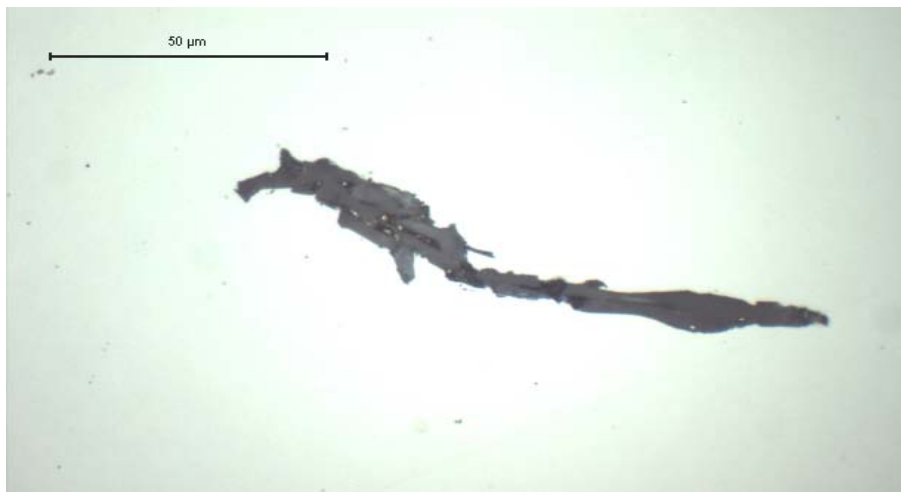


Fig. 15 Al_2O_3 -slagge funnen på ett djup av 26 mm från löpbanan. Bilden visar att slaggens bredd är ca 100 μm eller 0,1 mm.

Kemisk sammansättning, struktur, slaggräkning och hårdhet

Ringmaterialets kemiska sammansättning analyserades och jämfördes mot specifikationen i TB 12 510. Specifikationen gäller för hjulringar till Rc-lok i materialkvalitet S100L, som levererats sedan 1980-talet till SJ.

De angivna värdena är uttryckta som procentandelar och för några ämnen anger kraven både min- och maxvärden, se tabell 3. Vissa mindre justeringar i procentangivelserna har gjorts under årens lopp.

Tabell 3 Hjulringens kemiska sammansättning (uttryckt i vikt %) jämfört med normen för materialkvalitet S100L enligt TB 12 510 utgåva 9.

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	N	Al	H	Fe
Hjulring	,54	,32	,81	,011	,007	,98	,16	,27	,16	,007	,003	,001	bal.
S100L Min	,50	,25	,60	—	—	,70	—	,25	—	—	—		bal.
Krav Max	,60	,45	,85	,012	,008	,95	,30	,35				,002	

Samtliga halter uppfyller kravet förutom krom (Cr) som ligger något förhöjt jämfört med specifikationen för S100L. Denna avvikelse anses inte ha någon negativ påverkan på hjulringens egenskaper.

Materialets struktur består av anlöpt martensit, vilket är som förväntat för det aktuella materialet.

Slaggräkning utfördes enligt ISO 4967 metod A. Provet uppfyllde alla krav på slaggförekomst.

Kornstorleksmätning har utförts och bestämts till 6-7 enligt ASTM-skalan, vilket bedöms som normalt.

Hårdheten har mätts enligt Vickers-metoden till 340 ± 10 HV10. Värdet är i enlighet med samtliga jämförande charger.

Hållfasthetsprovning

Tre provstavar för dragprov och slagprov togs ut enligt UIC 810-1 och provades enligt SS-EN 10002-1. Eftersom provuttaget är gjort på ett svarvat hjul förskjuts provernas position något i förhållande till ett provuttag från ett hjulringsämne.

De tre hållfasthetsproven gav resultat enligt tabell 4 och uppfyller kraven enligt TB 12 510 utgåva 9.

Tabell 4 Resultat av drag- och slagproven.

	Förlängningsgräns $R_{p0,2}$ MPa	Brottgräns R_m MPa	Förlängning A %	Kontraktion Z %	Slagseghet KU +20° J
Prov 1	955	1105	15	56	25
Prov 2	932	1094	14	54	25
Prov 3	952	1107	14	52	31
Krav före 2005-09-14	-	980-1130	Min 10	-	Min 20

Undersökning av den motstående hjulringen

Vid provning med ultraljud av den motstående hjulringen på den ursparade hjulaxeln erhöles två indikeringar på sprickor under löpbanan. Båda indikeringarna låg med ca 10 cm mellanrum och efter varandra utefter hjulringens löpcirkel.

För att komma åt och analysera indikeringarna kapades ringen. Därvid gick ringen isär ca 5 mm vilket visar att det inte varit tryckspänningar i ringdelen.

Vid uppbrytning konstateras att de båda indikeringarna var utmattningssprickor som ligger i ett tangentiellt plan i hjulringen. Sprickorna var stora och mätte 20 x 13 respektive 28 x 18 mm. Den ena sprickan är avbildad i figur 16 nedan. De båda sprickorna är kraftigt blanknötta och ligger på ett avstånd från hjulringens rullbana på 2,5 respektive 4 mm.

Båda brottyorna har studerats i svepelektronmikroskop med tillhörande analysutrustning för att upptäcka eventuella slagger eller andra defekter som skulle kunna verka som startpunkter för utmattningsförloppet. Inga defekter har upptäckts på brottyorna.



Fig. 16 Motstående hjulring. Utmattningsbrottyta med kraftig nötning.

Eftersom det här också är fråga om utmattningsprickor i hjulringsmaterialet har sprickorna uppstått före olyckan.

2.4.4.2 Hjulstommen till den havererade hjulringen

Hjulstommen har undersökts för att reda ut var ringen suttit och om det funnits något på stommen som kan ha påverkat förloppet.



Fig. 17 Handen och pennan markerar positionen för de körnslag som finns på både hjulstomme och bromsskiva medan den vita pilen markerar den identifierade positionen för hjulringsbrottet. Av bilden framgår också att hjulen varit försedda med fyrdelade bromsskivor, se skarvarna på båda hjulen.

Positionen för hjulringsbrottet och körnslagen på hjulstomme och bromsskiva är markerade i figur 17. Hjulringens och lötens utseende bekräftar positionen samt

att hjulringen inte har rört sig på stommen före haveriet. Lötens yta var förhållandevis oskadad. Detta beror på att hjulstommen inte rullat i makadammen tack vare att växellådan burit lokets tyngd när den kanat på rälen.

Diametern för hjulstommen har mätts ett antal gånger med mer och mer förfinade metoder. Mätningarna har gjorts för att säkerställa att diametern inte varit för stor vilket skulle kunna ge upphov till tangentiella tillskottskrafter i ringen.

Hjulstommens diameter har slutligen fastställts efter en mätning av vinkeln och avståndet till en fixpunkt hela varvet runt. Tre mätpunkter togs i bredd på löten vid varje hål för en bromsskiveskruv. Det blev alltså 28 mätpunkter på tre fiktiva cirklar, en cirkel i mitten och de båda andra ungefär 10 mm från ytterkanten på stommen, se figur 18.



Fig. 18 Diametermätning med ett portabelt mätinstrument ROMER modell Omega 2025. Mätnoggrannheten är enligt kalibreringsprotokollet angiven till $\pm 0,068\text{mm}$.

Medelvärdet av de tre cirklarnas diametrar bestämdes till 1149,96 mm vid temperaturen $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ vilket ger att diametern inte är sämre än $1150,0 \pm 0,1\text{ mm}$. Lötens orundhet kunde också fastställas till $\pm 0,085\text{ mm}$ vilket ger att orundheten inte är sämre än $\pm 0,1\text{ mm}$. Diameteruppgiften i omringningsprotokollet har således bekräftats.

Motsvarande kontroll på hjulringen kunde inte göras eftersom den hade fläktts upp i samband med olyckan.

2.4.4.3 Det havererade hjulets bromsskivor och bromsskiveskruvar

Bromsskivornas utföranden

Båda hjulen var försedda med fyrdelade bromsskivor, vilket kan ses i figur 17. Bromsskivorna på det havererade hjulet har demonterats i samband med att stommen undersökts som syns i figur 18.

Bromsskivornas utseende har modifierats under åren. Ursprungligen utfördes de som hela skivor, figur 19.

Som framgår av figur 20 finns två hål för styrstift per bromsskivedel inritade på ritningen. Styrestiften användes vid montering av skivdelarna för att få dem i rätt position.

På den ritning EMM 1754525-PD som Euromaint tagit fram 2004 har dessa styrestift tagits bort, se figur 21. Ändringen har dock inte godkänts av SJ AB och överenskomna ändringsrutinsregler har inte följts. Någon dokumenterad riskanalys har inte heller presenterats.

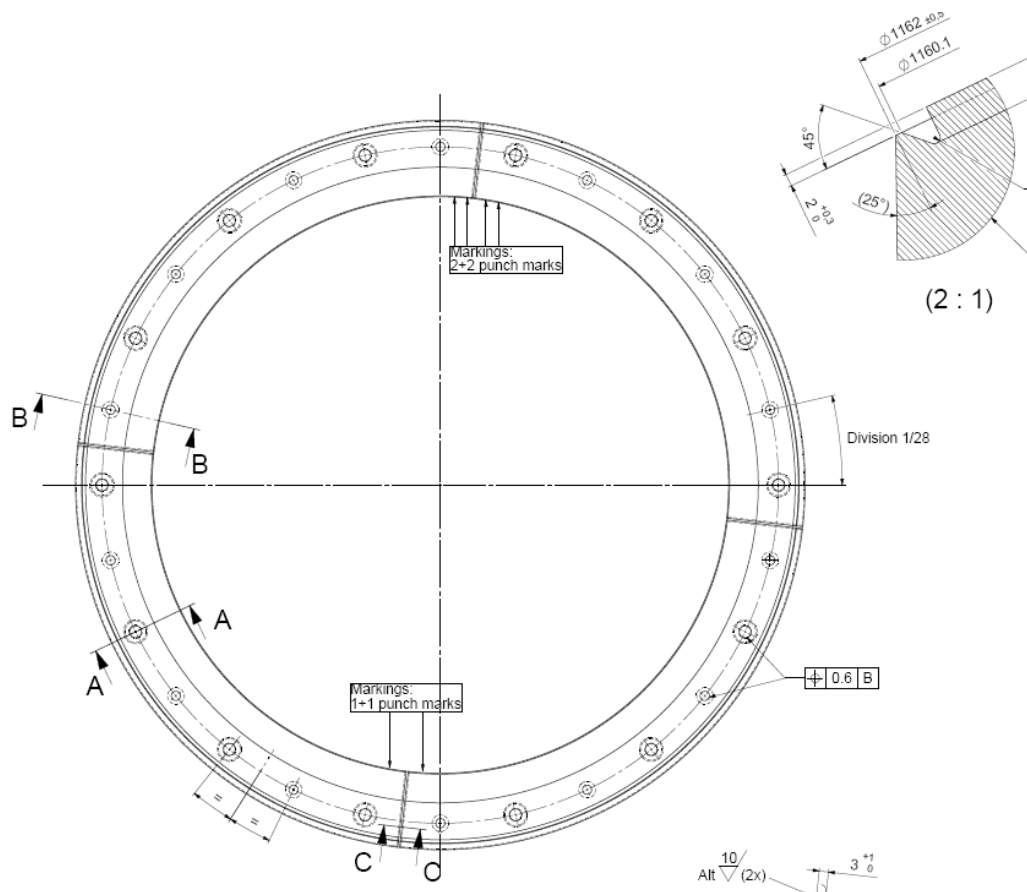


Fig. 21 Bromsskiva till Rc-lok. Detalj ur ritning EMM 1754525-PD.

Bromsskivorna på det havererade hjulet har hål för styrestift men är monterade utan stift.

Undersökning av skruvarna till bromsskivorna

Bromsskivorna sitter monterade med totalt 28 skruvar. De sitter varannan utåt och varannan inåt och är gängade i motstående bromsskiva. Dessutom sitter skivdelarna omlott så att skarvarna inte kommer mitt för varandra. Det blir således sju skruvar i varje bromsskivedel, varav tre skruvar är dragna i en motstående bromsskivedel och fyra skruvar i bromsskivedelen bredvid.

På det havererade hjulet numrerades skruvarna från 1 till 28 och märktes med en rits. Skruv nr 1 var placerad i positionen närmast kärnslaget och skruvarna numrerades medurs sett i figur 17. Efter urspårningen har två skruvar konstaterats vara brustna, skruvarna i position 10 och 11, se figur 22. I figur 17 syns både positionen för kärnslaget och skruvarna 10 och 11 lite nedanför pilen som utvisar brottstället.

Skruvarnas brottytor har undersökts och det rör sig om ett rent överbelastningsbrott. Eftersom brottytorna inte var korroderade kan man anta att skruvbrotten skett i samband med haveriet. Det ska noteras att när hjulringen har gått av finns det inget som hindrar den från att rotera på hjulstommen.



Fig. 22 Figuren visar bromsskiveskruvarna nr 10 till vänster (skruvskallen saknas) och nr 11 till höger (monterad åt andra hållet - också utan skruvskalle).

Överbelastningsbrottet är sannolikt en följd av hjulringsbrottet, speciellt när hjulringen krängdes av hjulstommen över bromsskivorna. Ringen har sannolikt börjat krängas av vid brottet och i det ögonblicket har brottet befunnit sig i närheten av skruvarna 10 och 11. Eftersom den positionen stämmer väl överens med positionen före brottet har troligen ringen krängts av mycket kort tid efter att den gått av. Bromsskivan har dessutom pressats ca 5 mm in mot hjulcentrum, se figur 22.

2.4.4.4 Hjulringens montering och låsning

Krympförbandet

Hjulringar till Rc-lok krymper på hjulstommar när de monteras. Krympgreppet ska vara $0,135 \pm 0,005$ %, vilket innebär att ringen ska ha så mycket mindre diameter när båda har samma temperatur. Därefter värms ringen cirka 200 grader och tack vare längdutvidgningen kan den monteras på stommen. Efter avsvälning sitter sedan ringen fast på hjulstommen.

Den angivna innerdiametern för ringen ihop med uppmätt ytterdiameter för stommen ger ett krympgrepp som ligger inom det föreskrivna intervallet.

Vid montering utgår man från stommens diameter. Den är nominellt 1150,58 mm i diameter med toleransen $+0,05/-0$, se figur 25. I samband med att man ringar om hjulstommar kan de slitas och få repor så att ytan behöver putsas eller svarvas till en något mindre diameter. Av detta skäl använder Euromaint i Örebro i möjligaste mån fasta diametermått för stommarna enligt tabell 5. Även hjulringarna svarvas till olika fasta mått så att de ger det föreskrivna krympgreppet.

Tabell 5 Fasta diametermått använda av Euromaint för hjulstommar till Rc-lok.

Fasta diametermått för hjulstommar i mm	1149,00	1148,75	1148,55	1148,35	1148,05	1147,55
---	---------	---------	---------	---------	---------	---------

Hjulstommen har ett urtag på ena sidan. Efter påkrympning och när bromsskivorna blivit monterade kommer urtaget ihop med hjulringen att fungera som ett

laxspår, se figur 23, vilket ger en radiell låsning. Även om ringen skulle gå av ska den sitta kvar på stommen och en ursparning förhindras.

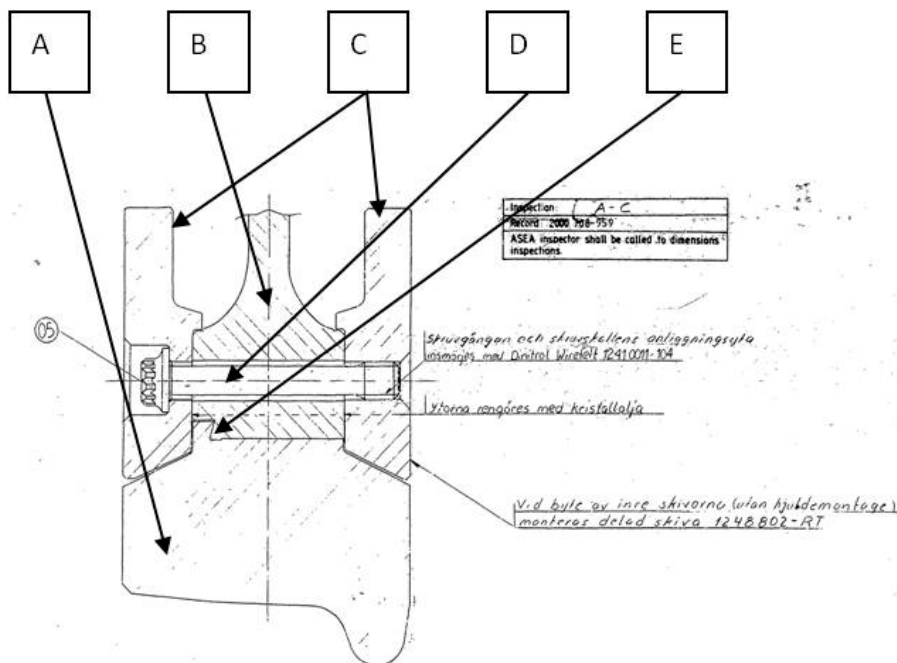


Fig. 23 Detalj ur ASEA ritning AS1246947-AU utvisande en hjulring A påkrympt på en hjulstomme B med två bromsskivor C monterade med ett skruvförband D. Laxspårslåsningen syns vid E.

Ritningsenliga och uppmätta laxspårsmått

Som framgår av figur 23 läses hjulringen av den fasade ytan vid "E" och de monterade bromsskivorna. I figur 24 visas fasens lutning 3:10 och klackens bredd längst in där den är som smalast 7,6 (+0 / -0,2) mm. Det bredare klackmättet 10 mm inom parantes är angivet som ett hjälpmått.

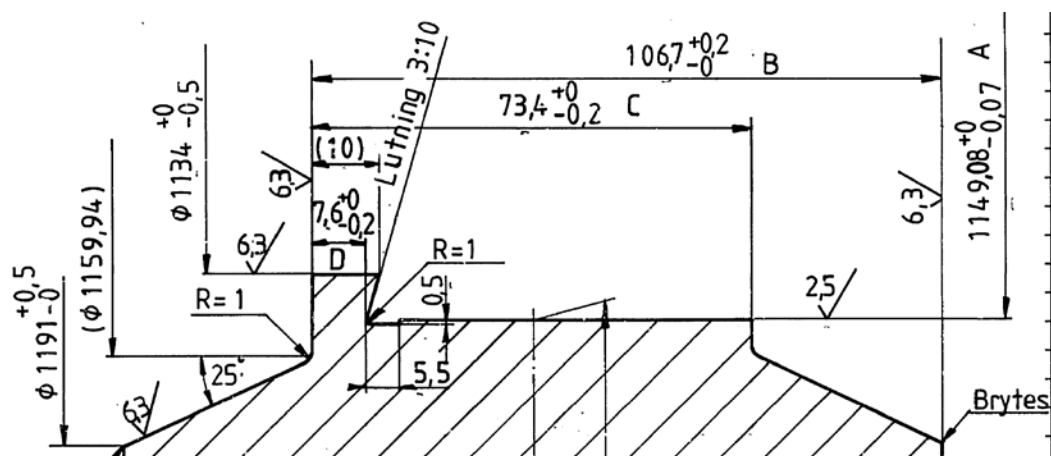


Fig. 24 Detalj ur ASEA ritning 1247 819-5 utvisande klackens utseende i laxspårslåsningen.

Klackens höjd i radiell led är ca 7,5 mm ($\phi 1149/2 - \phi 1134/2$), men kan vara beroende på vilken innerdiameter som varje hjulring svarvas till. Ritningen ger ingen anvisning om detta, och visar heller inte att svarvning kan ske till olika diametrar. Jämför tabell 5, vilken visar de olika måtten för stommen.

Den yta som hindrar ringen från att lossna är tvärsnittsytan som fasen på ringen känner av i radiell led. Ritningsmässigt kan den beskrivas som skillnaden mellan måttet (10) mm och måttet 7,6 (+0 / -0,2) mm i figur 24 när det gäller hjulringen. Motsvarande skillnads mått framräknas på stommen med angivna toleranser, se

figur 25. Slutligen måste en eventuell spalt mellan bromsskivan och ringen medtas för att bedöma storleken på den yta som hindrar hjulringen från att lossna från hjulstommen efter det att den har gått av.

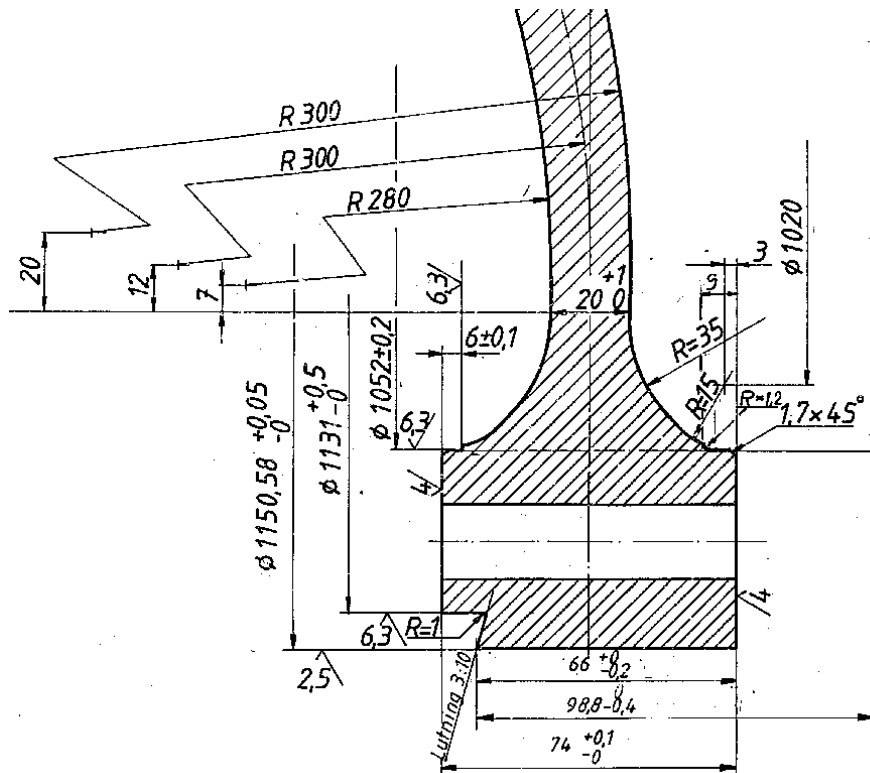


Fig. 25 Tvärsnitt av hjulstomme. Detalj ur ASEA ritning 1248 474-2.

Uppmätningar har gjorts av både hjulstommen med monterade bromsskivor och resterna av hjulringen. Mätningarna har gjorts mitt för varje bromsskiveskruv, totalt 28 mätningar för varje mått. Några mått har inte kunnat mätas pga. skador på hjulstommen eller ringen. Det gäller vid bromsskiveskruvarna 3, 9, 11, 13, 20, 23 och 25, där det funnits sådana skador att något av måtten inte kunnat mätas.

Överensstämmelsen mellan ritningsmått och uppmätta mått har kontrollerats. I tabell 6 har tre av de uppmätta eller beräknade måtten vid var fjärde skruv angivits. Det uträknade C-måttet, bredden på den yta som förhindrar hjulringen från att lossna, ligger inom intervallet 0,9 – 2,2 mm istället för inom intervallet 2,86 – 2,94 mm i samtliga punkter som har kunnat mätas.

Mätningarna gjordes med skjutmått som avlästes på en tiondels mm när. Trots den begränsade noggrannheten i mätmetoden ger mätningen ändå en samlad bild av att bredden på den yta som ska hålla kvar ringen har varit för liten. Mätningen gav värden på mellan 23 % till 68,5 % för liten.

Tabell 6 Jämförelse mellan ritningsmått och uppmätta mått i figur 25.
A=Horisontella avståndet i laxspårslåsningen på löten, 74 (+0,1/-0) – 66 (+0/-0,2).
B=Lötens bredd 66,0 (+0/-0,2).
C=Bredden på den resterande yta som håller ringen.

	A Horisontellt laxspårsmått			B Lötens bredd			C Bredd på yta som håller ringen		
		Max	Min		Max	Min		Max	Min
		8,3	8,0		66,0	65,8		2,94	2,86
Skruv nr	Mätt mm	Fel mm	Fel %	Mätt mm	Fel mm		Mätt mm	Fel mm	Fel %
1	8,9	+0,6	7,2	65,2	-0,6		1,7	-1,16	-40,6
5	9,5	+1,2	14,5	64,7	-1,1		0,9	-1,96	-68,5
9	9,3	+1,0	12,0	skada					
13	8,8	+0,5	6,0	skada					
17	8,8	+0,5	6,0	65,3	-0,5		2,0	-0,86	-30,1
21	8,8	+0,5	6,0	65,3	-0,5		1,9	-0,96	-33,6
25	8,5	+0,2	2,4	skada					

Låsningen av hjulringen ändrades på 1980-talet i samband med leverans av Rc5. SJ vet inte idag vad som låg bakom ändringen, men det fanns några problem med den tidigare lösningen. Dock anser SJ att de båda utförandena borde vara någorlunda likvärda. SJ anger att det finns tankar på att göra en modifiering av dagens utförande – speciellt behöver bromsskivorna centreras.

Det har hänt tidigare att hjulringar har gått av och då har låsningen fungerat. SJ refererar till ett fall med Rc6 1395, där hjulringen gått av men suttit kvar.

2.4.4.5 Bromsskivornas påverkan på hjulringen

Oönskad kontakt mellan bromsskiva och hjulring

I samband med undersökningen av hjulringen fann man intryckningsmärken på ringens insida från bromsskivorna. Ca 30-40 mm räknat i omkretsled från utmattningssprickans uppskattade startpunkt har den fasade ytterdiametern på bromsskivorna i en position under hjulringens fläns legat an och åstadkommit nötning så att det syns var skarven mellan två bromsskivor har varit, se figur 26 och 27.



Fig. 26 Märke från skarv mellan två bromsskivor.



Fig. 27 Närbild av märket på hjulringsdelen från bromsskiveskarven.

En uppmätning av nötningens djup har utförts och den har visat sig vara 0,08 mm. Utseendet på nötningsskadan visar att förloppet varit utdraget under lång tid. Nötningen har helt utplånat profileringen efter hjulringens svarvning. Förutom skarven vid brottpositionen så har även de tre övriga skarvarna lämnat avtryck i hjulringens undersida.

Vid kontroll hos underhållsleverantören Euromaint i Örebro har konstaterats att ett flertal lösa och begagnade hjulringar från Rc-lok har liknande märken. Av de undersökta ringarna var åtta Rc6-ringar, åtta Rc4-ringar och fyra Rc3-ringar. Det var märkbart vanligare med märken på Rc6-ringarna än på de övriga.

I de flesta fall kunde märkena avlägsnas med en stålborste och en stålspackel, dvs. de var intryckningar av bromsdamm, metallfragment m.m. och inte intryckningar i hjulringens stål. I ett fall kvarstod märkena på en Rc6-ring även efter en ordentlig rengöring, även om intryckningen var avsevärt mindre tydlig än den som visas i figur 27.

Enligt SJ är det känt att man ibland får märken från bromsskivorna. SJ:s uppfattning är att det inte ska vara så, men att om märken uppkommer anser man att det inte har någon direkt inverkan på hjulen. Vid en undersökning av ett tidigare hjulringsbrott på en hjulring till ett Rc-lok som drog ett godståg finns motsvarande fenomen och även där hade bromsskivorna legat an mot hjulringens undersida.

Ritningsenlig spalt mellan bromsskiva och hjulring

På den av Euromaint framtagna ritningen EMM 1754525-PD är största diameter på bromsskivan angiven till 1182 mm. Det är samma mått som i SJ-ritningen från 1992. Lutningen på bromsskivans översida är angiven till 25°, se figur 20.

I figur 9 visas hjulringens mått. Här gäller att minsta diametermått är angivet till 1191 mm där bromsskivan har sin största diameter. Också här är lutningen angiven till 25°. Med centrerade och nya bromsskivor skulle detta innebära att spalten mellan bromsskiva och hjulring inte kan bli mindre än $\frac{1}{2} \times (1191 - 1182)$ eller 4,5 mm. Dock kommer bromsskivorna att röra sig något pga. värmeutvecklingen vid bromsning. De äldre konstruktionerna med hela och halva bromsskivor hade en klack på insidan som förhindrade denna rörelse, se figur 19.

En undersökning av Rc-hjul med delade bromsskivor (dvs. bara två halvor) som fanns kvar på de Rc2-lok som återköpts från Österrike har gjorts i Kristinehamn. Kontrollen visade att spalten där var större än 5 mm, och att det inte fanns möjlighet till kontakt mellan bromsskiva och hjulring.

Teoretisk beräkning av tillskottskrafter från bromsskivorna

Intryckningen i hjulringen undersöktes lite närmare. I ett försök att kvantifiera vilken påverkan anliggnen av bromsskivorna hade på spänningstillståndet i hjulringen vid bromsning användes en FE-modell för att beräkna kraft- och spänningsfördelningen. Speciellt har dragspänningen i hjulringen studerats.

Beräkningarna visar att effekten från de anliggande bromsskivorna vid bromsning kan ge ett mindre tillskott till dragspänningen i hjulringen. Påkrympningen ger en dragspänning i storleksordningen 175 MPa. Den teoretiskt beräknade ökningen av dragspänningen i den havererade halvslitna ringen, på ett djup av 15 mm räknat från löpbanan, kan uppgå till ca 10 % vid olika ansatta bromsförlopp.

2.4.4.6 Hjulringars märkning med chargenummer

Chargemärkning av Rc-hjulringar hos Lucchini i Surahammar

En charge avsedd för Rc-hjulringar från Scana Steel levererades som ett antal göt till Lucchini. En göt bestod av en stälcylinder som vägde ca 2 650 kg och räckte till fyra hjulringar. Normalt omfattade en charge 18 göt som vanligtvis skickades på två öppna vagnar, 9 göt per vagn. En charge kunde alltså i bästa fall räcka till 72 Rc-hjulringar.

I toppen på varje göt fanns en platta med chargenumret ingjutet i götet. Före bearbetning värmdes hela götet långsamt. Chargenumret noterades av den som skulle dela götet, varefter toppen och botten skars av och resten delades i fyra lika kutsar. Efter delning instansades chargenumret i varje kuts. Toppkutsen fick dessutom ett "T" i tillägg under en tid eftersom det bedömdes att det fanns en ökad risk för slagg i den.

Efter pressning och valsning instansades det noterade chargenumret i varje hjulringsämne och därefter skrevs även numret med fettkrita på ringen.

Märkningen med fettkrita satt sedan kvar under härdnings- och anlöpningsprocessen fast med lite sämre läsbarhet. Därför skrevs numret en gång till med fettkrita.

En ring från varje charge togs ut till förstörande provning. För övriga hjulringar gällde oförstörande provning under förutsättning att den förstörande provningen blev godkänd. Den oförstörande provningen omfattade bl. a. dimensionskontroll och ultraljudkontroll. För att kunna söka av med ultraljud rensvarvades ringens insida (som ska monteras mot hjulstommen) och icke flänssida.

Med ultraljud söktes efter slagger och sprickor i materialet, där ultraljudsökaren var kalibrerad mot ett flatbottenhål med diametern 1 mm. Om slagger, sprickor eller något annat detekterades som var större än 1 mm medförde det att hjulringen kasserades. Visade de erhållna indikationerna på mindre felaktigheter accepterades de och ringen blev godkänd.

När metoden att kalibrera mot 1 mm flatbottenhål infördes, var det den bästa metod som gick att genomföra produktionsmässigt enligt både SJ och Lucchini. 1 mm flatbottenhål innebar en avsevärd förfining jämfört med tidigare kontroller. Någon beräkning bakom valet av diametern 1 mm har inte presenterats för SHK.

Chargenumret stansades sedan in på nytt på den godkända ringens rensvarvade sida. De delvis rensvarvade hjulringarna levererades därefter till Euromaint i Örebro för färdigvarvning och montage på Rc-hjulstommar.

Chargemärkning av Rc-hjulringar hos Euromaint i Örebro

Vid ankomst till Euromaint i Örebro lades hjulringarna antingen i förråd eller transporterades direkt till hjulverkstaden för färdigbearbetning. Euromaint

använde en karusellsvav för rensvarvning av hjul och hjulringar. Innan svarvningen påbörjades skrev operatören upp det instansade numret på ringen med tuschpenna innan han svarvade bort stansningen från Lucchini.

När hela ringen var klar och kontrollmätt stansade operatören åter in numret samt sin signatur som ett kvitto på att hjulringen också var kontrollerad. Samtliga toleranssatta mått för ringen mättes. Det var normalt samma person som genomförde hela operationen. Det gjordes ingen ytterligare ultraljudkontroll efter den som leverantören gjort.

Ringarna lagrades sedan i väntan på montering på hjulstommar. De lagrades på olika ställen beroende på vilken innerdiameter de svarvats till. Euromaint försökte hålla innerdiametrar på ringar liksom ytterdiametrar på hjulstommar på fasta mått i intervaller om ett par tiondels mm. Det fanns inga krav hos Euromaint på att hålla ihop chargerna under hanteringen.

Vid omringning av hjulpar hos Euromaint togs lämpliga ringar fram med passande innerdiameter. Sedan hjulringarna monterats på ett hjulpar matade Euromaints personal in ringarnas chargenummer ihop med hjulparets id-nummer i SJ:s fordonsdokumentationssystem FORD.

Försök att fastställa rätt chargenummer

Analysresultaten för olika charger har jämförts med den analys som har gjorts på den havererade hjulringen. Det har konstaterats att spridningen i analysvärdena inte är avsevärt mindre än spridningen mellan chargerna. Spridningen i analysvärdena beror både på att värdena varierar beroende på var de är tagna och på noggrannheten i analysen. Man kan alltså inte fastställa vilken charge det varit bara genom att jämföra analysresultaten.

Även spårämnen i materialet från hjulringen har jämförts med de analyser som togs vid leverans. Trots det kan man inte säga säkert vilken charge det är eftersom skillnaderna i sammansättning är för små. Däremot anser Scana Steel att materialet med all sannolikhet kommer från Björneborgs Jernverk. Materialet har en typisk sammansättning för det hjulringsmaterial som normalt levererades till Lucchini.

Slutsatsen blir att den havererade hjulringen varit märkt 9972 men att det är en felmärkning, både på den havererade ringen och på den som skrotats. Det finns inget som tyder på annat än att hjulringen som var märkt 9900 också kommer från charge 9900 och har levererats av Lucchini.

Risker för felmärkning

Det fanns under hela tillverkningsprocessen ett antal tillfällen att skriva eller stansa fel nummer. I Surahammar hölls chargerna ihop under hela produktionen vilket reducerade risken i någon mån då det hela tiden var tal om samma chargenummer. I Örebro var det normalt samma person som noterade numret och som sedan stansade in det igen, vilket på motsvarande sätt minskade risken för felmärkning.

En genomgång har gjorts av samtliga charger som monterats under åren 2002 till 2005. Under den tiden monterades enligt FORD 1550 hjulringar av Lucchinis tillverkning. Av dessa hade 89 st (5,7%) felaktiga chargenummer enligt FORD-registret. Dessa 89 st hjulringar har enligt FORD ett chargenummer som inte har levererats till Lucchini eller ett material som inte har använts till Rc-hjulringar enligt Lucchinis protokoll.

De hjulringar som har fått ett chargenummer i överensstämmelse med levererade charger kan också ha fått fel nummer. Till exempel har chargerna 9030 och 9038 levererats liksom chargerna 9430 och 9439. De första två tillverkades i september 2001 och de två sista i december 2001.

Charge 9430 och 9439 kan ha förväxlats med varandra (en 9:a och en 0:a kan ha skrivits väldigt snarlikt) liksom även 9030 och 9430. Den här typen av felskriv-

ningar är så gott som omöjliga att upptäcka eftersom båda chargerna har funnits som hjulringscharger. Däremot fanns det en ring enligt FORD som var märkt 9438. Detta var fel då charge 9438 hade en annan stälkvalitet och har levererats till ett annat företag enligt järnverkets dokumentation.

Motsvarande undersökning har inte gjorts på hjulringar från andra leverantörer, men en ytlig kontroll visar att det finns felmärkningar där också. Slutligen finns möjligheten att det i FORD inmatade chargenumret har blivit felskrivet.

Byte av leverantör av hjulringsämnen

För ca tio år sedan visade det sig att många ringar blev ovala när Euromaint skulle göra den slutliga svarvningen. Detta har angetts som ett huvudskäl till att Euromaint sökt en ny leverantör och sedan ett antal år är Bonatrans i Tjeckien leverantör av hjulringar.

Den andra axeln i den urspårade boggin (lokets axel 3) hade hjulringar levererade av Bonatrans. Chargemärkningen var densamma på båda hjulringarna, B40398 JH, se figur 28.



Fig. 28 Chargemärkning på det andra hjulparet i den urspårade boggin till Rc6 1348. Märkningen B40398 JH, visar att ringen är tillverkad av Bonatrans, som använder ett femsiffrigt nummer föregått av B, och signerad av Euromaints operatör JH i Örebro.

2.4.4.7 Fordonsdokumentationssystemet FORD

FORD är ett fordonsdokumentationssystem i vilket olika data om fordonen och fordonens komponenter lagras. Systemet togs fram av affärsverket SJ långt innan uppdelningen i olika bolag gjordes och används fortfarande av de stora operatörerna på den svenska järnvägsmarknaden. FORD administreras och underhålls av Interfleet Technology AB.

Utsökningar av chargenummer och använda chargedata

För att få en bild av dels hur den havererade hjulringens historik ser ut, dels hur historiken för andra ringar monterade ungefär samtidigt ser ut begärdes en utsökning av chargenummer på hjulringar monterade 2002 – 2005. Utsökningen gjordes av samtliga monterade hjulringar på Rc-lok tillhörande SJ AB, Green Cargo och Affärsverket Statens Järnvägar (ASJ). Utsökningen överlämnades till SHK den 29 oktober 2009.

Resultatet av den första utsökningen gav upphov till några frågor, vilket medförde att en ny utsökning av chargenummer begärdes av hjulringar monterade 2001-2005, nu med årsvis sortering. Den andra utsökningen levererades till

SHK den 10 december 2009. Vid jämförelse av utsökningarna visade det sig att de gav olika resultat under samma sökperiod. Skillnaderna är sammanställda för respektive fordonsägare, se tabell 7 – 9.

Tabell 7 Totalt har enligt den första sökningen 429 hjulringar monterats och enligt den andra endast 419 på Rc-lok tillhöriga Affärsverket Statens Järnvägar (ASJ). Sju chargenummer har fått ändrat antal ringar. Gruppen med de nio dubbletterna i den första utsökningen stod på olika ställen i chargenummerlistan.

Chargenr ASJ	Första sökningen	Andra sökningen
21317	3 st angivet två gånger	3 st angivet en gång
21343	1 st angivet två gånger	1 st angivet en gång
30069	2 st angivet två gånger	2 st angivet en gång
30183	2 st angivet två gånger	2 st angivet en gång
39900?	1 st angivet två gånger	1 st angivet en gång
G30067	16 hjulringar monterade	14 hjulringar monterade
G30960	13 hjulringar monterade	14 hjulringar monterade
Summa:	47 st	37 st

Tabell 8 Totalt har enligt den första sökningen 1809 hjulringar monterats och enligt den andra endast 1801 på Rc-lok tillhöriga SJ AB. Fem chargenummer har fått ändrat antal ringar.

Chargenr SJ AB	Första sökningen	Andra sökningen
9480	11 hjulringar monterade	12 hjulringar monterade
B50741	Saknas	1 hjulring monterad
B55741	Saknas	10 hjulringar monterade
B70775	11 hjulringar monterade	1 hjulring monterad
G30958	24 hjulringar monterade	14 hjulringar monterade
Summa:	46 st	38 st

Tabell 9 Totalt har enligt den första sökningen 3397 hjulringar monterats och enligt den andra endast 3352 på Rc-lok tillhöriga Green Cargo AB. Femton chargenummer har fått ändrat antal ringar.

Chargenr Green C	Första sökningen	Andra sökningen
1289	1 hjulring monterad	0 hjulringar monterade
1386	4 hjulringar monterade	0 hjulringar monterade
5092	2 hjulringar monterade	0 hjulringar monterade
6584	1 hjulring monterad	0 hjulringar monterade
24557	3 hjulringar monterade	0 hjulringar monterade
29276	1 hjulring monterad	0 hjulringar monterade
35090	1 hjulring monterad	0 hjulringar monterade
39271	7 hjulringar monterade	0 hjulringar monterade
41386	16 hjulringar monterade	0 hjulringar monterade
400478	1 hjulring monterad	0 hjulringar monterade
400479	3 hjulringar monterade	0 hjulringar monterade
4-1386	6 hjulringar monterade	0 hjulringar monterade
B70579	Fältet lämnat blankt	1 hjulring monterad
G20247	1 hjulring monterad	0 hjulringar monterade
G20257	1 hjulring monterad	2 hjulringar monterade
Summa:	48 st	3 st

I de gjorda sammanställningarna i denna rapport har den första utsökningen använts genomgående med den ändringen att de nio dubbletterna (ASJ) inte medtagits mer än en gång. Orsaken till skillnaderna mellan utsökningarna har inte förklarats.

Risker för felaktigheter

Ett antagande har varit att instansat nummer på en hjulring är identiskt med inmatat chargenummer i FORD. Som beskrivits ovan saknar FORD varje form av rimlighetskontroll och det är därför möjligt att ett antal av de inmatade värdena är felaktigt inlagda i FORD men korrekt stansade på hjulringarna. Till exempel har det funnits 47 hjulringar av charge 1384 enligt FORD. Charge 1384 har levererats till Lucchini i ett material avsett för Rc-lok. Ytterligare 4 hjulringar fanns enligt FORD från charge 1348, men charge 1348 har inte levererats till Lucchini.

Några tänkbara förklaringar till detta kan vara:

1. Ett av göten från Björneborg har fått siffrorna omkastade på sin märkplatta och varken leveranskontrollen i Björneborg eller mottagningskontrollen i Surahammar har noterat det. Därför får fyra ringar det felaktiga numret.
2. En förväxling har skett under produktionsprocessen i Surahammar och varken leveranskontrollen i Surahammar eller mottagningskontrollen i Örebro har noterat det.
3. Siffrorna har blivit omkastade vid rensvarvningen i Örebro och eftersom ingen rimlighetskontroll görs i FORD har programmet accepterat det felaktiga värdet.
4. Rätt chargenummer har hanterats hela vägen till instansningen på hjulringen, men när numret har lagrats i FORD har siffrorna omkastats. Ingen hjulring är då felaktigt märkt men faktiska och registrerade värden stämmer inte överens.

Det har omtalats att mottagningskontrollen i Surahammar har kontaktat Björneborg vid något tillfälle när chargenumren inte har stämt med leveransdokumenten. Därefter har felet rättats till. Om motsvarande kontroll och tillrättlägganden skett i Örebro är inte känt.

Med varje charge översände Lucchini ett provningsprotokoll (figur 8) till Euromaint. Vid eftersökning hos Euromaint har det saknats protokoll från felaktiga chargenummer, vilket mottagningskontrollen inte har noterat. I varje fall har inte Euromaint reagerat och efterfrågat de saknade protokollen, eftersom bristerna i så fall troligtvis hade upptäckts.

En sammanställning har gjorts över hjulringsleveranser till Euromaint gjorda under 2002 utifrån angivna chargenummer i leveransdokumenten. De undersökta dokumenten anger 1159 hjulringar med angivet chargenummer och ytterligare 223 ringar utan angivet chargenummer.

- 14 chargenummer om totalt 36 ringar har levererats från Lucchini och finns registrerade i FORD men chargen har inte levererats från Scana Steel.
- 14 chargenummer om totalt 41 ringar finns registrerade i FORD men finns inte med bland levererade chargenummer från Lucchini. Ett antal av dessa kan ingå i de 223 oidentifierade men troligen inte alla eftersom det inte passar tidsmässigt.

2.4.4.8 Löpsträckor för Rc-lok

Löpsträckor för hjulringar märkta med chargenummer 9972

Två hjulpar har funnits med en hjulring vardera märkt med chargenummer 9972. Dessa hjulpars löpsträckor har studerats och jämförts med ett antal andra hjulpar monterade ungefär samtidigt.

Löpsträcka för hjulpar med id-nummer 197942

Enligt Euromaints protokoll har hjulringar från charge 9900 och 9972 monterats den 10 mars 2003 på Rc-axel med id-nummer 197942. Axeln uppsattes den 18 mars 2003 som axel 2 på Rc6 1363 och togs ner den 28 februari 2007 efter 763 043 km och en omsvarvning, se tabell 10.

Axeln nertogs för revision av växeln och axellagren och sattes sedan upp den 10 maj 2007 utan omsvarvning på Rc6 1348 som axel 4. Fram till haveriet den 4 juni 2008 gick ringen drygt ett år och 200 272 km.

Tabell 10 visar kortfattat axelns historik efter omringningen 2003 fram till hjulringsbrottet 2008 strax söder om Upplands Väsby. Det kan konstateras att axeln gått ovanligt långt, räknat både i tid och i kilometer. Fram till den första svarvningen gick hjulparet ungefär lika långt som en normal total livslängd för ett hjulpar inklusive ett par omsvarvningar. Även efter svarvningen fram till hjulringshaveriet gick hjulparet långt, totalt 377 036 km. Jämför löpsträckan för hjulparet med id-nummer 197272.

Tabell 10 Löpsträcka och löptider för hjulpar med id-nr 197942 (Ör = verkstaden i Örebro, Hgl = verkstaden i Hagalund, Upv = Upplands Väsby).

Lok/position	Åtgärd	Datum	Km för hjulparet	Anm
Rc6 1363, ax 2	Uppsatt i Ör	03-03-18	0	Nya hjulringar
D:o	Svarvad i Hgl	06-03-17	586 279	Svarvkod 84 kross
D:o	Nertagen i Ör	07-02-28	763 043	Rev växel/lager
Rc6 1348, ax 4	Uppsatt i Ör	07-05-10	763 043	Ej svarvad
D:o	- - -	08-06-04	963 315	Haveri Upv

Utdrag ur FORD-registret som visar hela historiken för hjulparet från omringningen 2003 till hjulringshaveriet 2008 visas i tabell 11.

Tabell 11 Utdrag ur FORD-registret utvisande sammanställning över avrapporterade åtgärder på hjulpar med id-nr 197942 sedan omringning våren 2003.

Sammanställning avrapporterade åtgärder på hjulpar art nr 3172490 id 197942 sedan omringning våren 2003

Fiktivnr	Art nr	Idnr	AtgDat	Fordon	Plac	Atg	AtgPrest	AtgVst	BanaV	BanaH	DiamV	DiamH	FlansV	FlansH	QrV	QrH	Profil	SvKod	User	Totprest
0047379	3172490	197942	10-mar-03	00	OMR		0	TOR	0	0	1300	1300	33	33	11	11	NORMAL	S031HZ		3399855
0047379	3172490	197942	18-mar-03	R1363	02	MON			0	0	1300	1300	33	33	11	11	NORMAL	S024AY		3399855
0047379	3172490	197942	03-apr-03	R1363	02	MAT	33040	VHGL	0	0	1300	1300	30	30	9	8	NORMAL	S011TE		3407328
0047379	3172490	197942	29-apr-03	R1363	02	MAT	23035	VHGL	0	0	1300	1300	30	29	9	7	NORMAL	S011TH		3430363
0047379	3172490	197942	14-jun-03	R1363	02	MAT	28723	VHGL	0	1	1300	1300	30	28	8	7	NORMAL	S0160V		3457086
0047379	3172490	197942	25-jul-03	R1363	02	MAT	24912	VGA	1	1	1300	1300	30	28	8	7	NORMAL	S007XF		3481988
0047379	3172490	197942	30-aug-03	R1363	02	MAT	24399	VHGL	1	1	1300	1300	30	28	8	7	NORMAL	S011TH		3506397
0047379	3172490	197942	30-sep-03	R1363	02	MAT	25706	VGA	1	1	1300	1300	29	29	8	8	NORMAL	S007XF		3523103
0047379	3172490	197942	02-dec-03	R1363	02	MAT	44029	TOR	0,5	1	1300	1300	29	27	8,5	7,5	NORMAL	S024AL		3576132
0047379	3172490	197942	13-jan-04	R1363	02	MAT	23778	VHGL	1	2	1300	1300	30	28	8	8	NORMAL	S013WD		3599910
0047379	3172490	197942	23-feb-04	R1363	02	MAT	24653	VHGL	2	2	1300	1300	30	28	9	9	NORMAL	S013WD		3624563
0047379	3172490	197942	26-mar-04	R1363	02	MAT	25079	VHGL	2	3	1300	1300	30	27	8	9	NORMAL	S011TF		3649642
0047379	3172490	197942	29-apr-04	R1363	02	MAT	23653	TOR	1	2	1300	1300	29	27	8	9	NORMAL	S024AY		3673295
0047379	3172490	197942	09-jul-04	R1363	02	MAT	23961	VHGL	2	4	1300	1300	29	26	8	11	NORMAL	S016WF		3697256
0047379	3172490	197942	25-aug-04	R1363	02	MAT	24575	VHGL	2	3	1300	1300	30	27	9	10	NORMAL	S014ZY		3721831
0047379	3172490	197942	18-okt-04	R1363	02	MAT	25442	VHGL	2	2	1300	1300	29	26	9	10	NORMAL	S014PN		3747273
0047379	3172490	197942	16-nov-04	R1363	02	MAT	18681	TOR	2	3	1300	1300	29	26	9	10	NORMAL	S024AY		3763527
0047379	3172490	197942	26-jan-05	R1363	02	MAT	21569	VHGL	3	4	1300	1300	30	27	9	10	NORMAL	S016DV		3787523
0047379	3172490	197942	08-apr-05	R1363	02	MAT	24284	VHGL	3	4	1300	1300	29	26	10	10	NORMAL	S014PN		3811807
0047379	3172490	197942	05-maj-05	R1363	02	MAT	25703	VHGL	3	4	1300	1300	30	26	9	10	NORMAL	S032BJ		3837510
0047379	3172490	197942	21-jun-05	R1363	02	MAT	22825	TOR	3	4	1300	1300	29	26	10	10	NORMAL	S028HD		3860335
0047379	3172490	197942	23-aug-05	R1363	02	MAT	25085	LM	1	2	1300	1300	26	29	9	9	NORMAL	S012DU		3886420
0047379	3172490	197942	10-okt-05	R1363	02	MAT	23237	LM	0	1	1300	1300	28	29	8	8	NORMAL	S012DU		3908657
0047379	3172490	197942	05-dec-05	R1363	02	MAT	24266	LM	3	3	1300	1300	28	25	10	10	NORMAL	S012DU		3932923
0047379	3172490	197942	27-jan-06	R1363	02	MAT	26273	TOR	3	3	1300	1300	27	25	10	10	NORMAL	S028GW		3959196
0047379	3172490	197942	15-mar-06	R1363	02	MAT	26036	LM	4	4	1300	1300	28	24	9	9	NORMAL	S012DU		3982632
0047379	3172490	197942	17-mar-06	R1363	02	HJ	613074	VHGL	0	0	1275	1275	30	30	11	11	NORMAL	84(kross)	S016YL	3986134
0047379	3172490	197942	05-maj-06	R1363	02	MAT	25810	VHGL	0	0	1275	1275	28	28	9	8	NORMAL	S011TJ		4011944
0047379	3172490	197942	04-jun-06	R1363	02	MAT	23744	VHGL	0	1	1275	1275	30	28	10	9	NORMAL	S014ZY		4035688
0047379	3172490	197942	19-jul-06	R1363	02	MAT	24726	VHGL	0	0	1275	1275	28	28	9	8	NORMAL	S011TJ		4060414
0047379	3172490	197942	07-aug-06	R1363	02	MAT	13303	VHGL	0	0	1275	1275	27	27	9	8	NORMAL	S011TJ		4073717
0047379	3172490	197942	22-sep-06	R1363	02	MAT	22543	VHGL	1	1	1275	1275	28	27	9	8	NORMAL	S011TJ		4096260
0047379	3172490	197942	07-nov-06	R1363	02	MAT	28105	VHGL	1	1	1275	1275	28	27	9	8	NORMAL	AF9120		4124365
0047379	3172490	197942	18-jan-07	R1363	02	MAT	22397	VHGL	1	0	1275	1275	28	28	8	9	NORMAL	MC9778		4146762
0047379	3172490	197942	28-feb-07	R1363	02	DEM	762939	TOR	1	0	1275	1275	28	28	8	9	NORMAL	SJ3018		4162898
0047379	3172490	197942	30-apr-07		00	MAT		TOR	1	2	1275	1275	28	28	8	9		KN3618		4162898
0047379	3172490	197942	10-maj-07	R1348	04	MON		TOR	1	2	1275	1275	28	28	8	9		LB3716		4162898
0047379	3172490	197942	04-jul-07	R1348	04	MAT	26201	VHGL	1	1	1275	1275	28	27	9	8	NORMAL	TT9707		4189099
0047379	3172490	197942	04-jul-07	R1348	04	MAT		VHGL	1	1	1275	1275	29	28	9	8	NORMAL	EW9156		4189099
0047379	3172490	197942	15-aug-07	R1348	04	MAT	25658	VHGL	1	1	1275	1275	28	28	10	10	NORMAL	JSS587		4214757
0047379	3172490	197942	07-okt-07	R1348	04	MAT	24994	VHGL	2	2	1275	1275	28	28	9	9	NORMAL	AF9120		4239751
0047379	3172490	197942	06-nov-07	R1348	04	MAT	14031	TOR	2	2	1275	1275	28	27	9	8	NORMAL	LB3716		4253782
0047379	3172490	197942	19-dec-07	R1348	04	MAT	26270	VHGL	2	2	1275	1275	28	28	9	9	NORMAL	RJ9106		4280052
0047379	3172490	197942	26-feb-08	R1348	04	MAT	27322	VHGL	2	2	1275	1275	28	27	9	8	NORMAL	AF9120		4307284
0047379	3172490	197942	09-apr-08	R1348	04	MAT	24563	LM	3	1	1275	1275	28	25	9	9	NORMAL	KB9119		4331847
0047379	3172490	197942	21-maj-08	R1348	04	MAT	20335	TOR	2	3	1275	1275	27	27	9	8,5	NORMAL	LB3716		4352182
0047379	3172490	197942	03-jul-08	R1348	04	DEM	200272	VHGL	2	3	1275	1275	27	27	9	8,5	NORMAL	RJ9106		4363170

Löpsträcka för hjulpar med id-nummer 197272

Ytterligare en hjulring har enligt FORD funnits som har varit märkt med charge 9972, se tabell 12. Den ringen monterades 1 april 2003 på växelsidan på axeln med id-nummer 197272 och axeln uppsattes på lok Rc6 1404 den 7 april 2003 som axel 1. På motstående sida monterades en ring från charge 1462.

Tabell 12 Löpsträcka och löptider för hjulpar med id-nr 197272 (Ör = verkstaden i Örebro, Hgl = verkstaden i Hagalund).

Lok/position	Åtgärd	Datum	Km för hjulparet	Anm
Rc6 1404, ax 1	Uppsatt i Ör	03-04-07	0	Nya hjulringar
D:o	Svarvad i Hgl	04-01-22	146 421	Svarvkod 81 för lågt Qr
D:o	Svarvad i Hgl	04-10-19	284937	Svarvkod 84 lokalt krossår
D:o	Svarvad i Hgl	04-10-26	290 172	Svarvkod 85 hjulplatta
D:o	Svarvad i Hgl	05-10-05	466 055	Svarvkod 84 lokalt krossår
D:o	Nertagen i Ör	05-10-12	466 055	Hjulringarna utslitna

När axeln togs ner 12 oktober 2005 hade den gått 466 055 km sedan omringningen. Eftersom hjulen inte längre var svarvbara, skrotades hjulringarna. Hjulparet hade under tiden svarvats fyra gånger där svarvningsorsakerna enligt FORD-registret har varit "för lågt Qr, krossår, hjulplatta, krossår". Axelns totala löpsträcka ligger mycket nära medellöpsträckan för hjulringar monterade under denna tid, se tabell 13.

Löpsträckor för Rc-hjulringar i medeltal

För att få en uppfattning om hur långt en hjulring normalt går har samtliga omringade hjulpar under tiden 1 februari 2003 till 31 maj 2003 studerats (det havererade hjulparet omringades den 10 mars 2003).

Av de 78 monterade hjulparen enligt FORD-registret har 12 monterats på Rc6-lok som tillhör affärsverket Statens järnvägar och användes i Norrlandstrafiken. Dessa 12 axlar har inte medtagits i statistiken nedan, se figur 29.

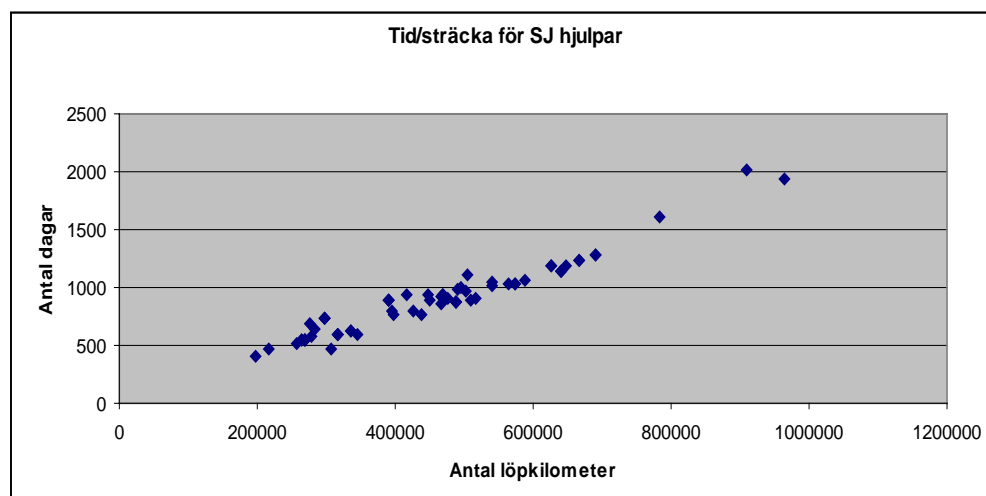


Fig. 29 Löpsträckor och antal dagar mellan omringningarna för de 66 Rc6-axlar monterade 2003-02-01--05-31 på SJ:s lok.

Av tabell 13 och figur 29 framgår att den havererade axeln med id-nummer 197942 har gått längst av de 66 undersökta axlarna som blivit omringade under samma tidsperiod och varit monterad näst längst tid, cirka 5¼ år fram till haveriet.

Tabell 13 Max-, min- och medelvärde för Rc6-axlar monterade 2003-02-01--05-31 i tid och km.

Definition	Lok	Axelplacering	Id-nr	Kilometer	Dagar
Maxvärde, km	1363/1348	Axel 2/axel 4	197942	963315	(1934)
Maxvärde, dagar	1359/1378	Axel 1/axel 4	197895	(909857)	2008
Minvärde, km	1399/1339	Axel 4/axel 4	197856	198129	(413)
Min-värde, dagar	1399/1339	Axel 4/axel 4	197856	(198129)	413
Medelvärde, km/dagar	---	---	---	473350	928

2.4.4.9 Underhållsåtgärder Rc6 1348

Gränsvärden för hjulslitage och hjulskador

Avgörande för hur långt ett hjulpar tillåts gå är hur dess slitage utvecklas eller hur olika hjulskador uppträder. Därför görs regelbundna uppmätningar och syningar av hjulen för att säkerställa att gällande gränsvärden följs. När hjulringsmätten närmar sig gränsvärdet svarvas hjulet om det finns tillräckligt med material kvar i hjulringen. I annat fall byts hjulringen.

Gränsvärden för omsvarvning och omringning framgår av "Underhållsinstruktion för hjulpar" SJF 456.135.6. För Rc-lok gäller enligt utgåva gällande fr o m 2006-07-12 följande gränsvärden för fordon i internationell trafik med en hjuldiameter 840 mm eller större:

- Flänstjockleken ska vara minst 22 mm.
- Summan av flänstjocklekarna på höger och vänster hjul på samma axel ska vara minst 50 mm.
- Flänshöjden får vara maximalt 36 mm.
- Qr (som är ett mått på flänsens branthet) ska vara minst 6,5 mm.

I samband med översyner kontrolleras mätten och då ska följande måttgränser innehållas för att loket ska gå ut utan åtgärd:

- Flänstjockleken ska vara minst 23 mm.
- Summan av flänstjocklekarna på höger och vänster hjul på samma axel ska vara minst 53 mm.
- Qr ska vara minst 6,5 mm.
- En eventuell hjulplatta får vara maximalt 20 mm lång.

Det finns alltså ingen begränsning i tid eller kilometer hur länge eller hur långt ett hjulpar får gå.

Dokumentationen över senaste genomförda underhållsåtgärder

- 1) Den 19 maj 2008 genomfördes en översyn 3 (Ö3) på lok Rc6 1348 enligt kvitterad kontrollista (EM 96-659-002). I denna översyn ingår en punkt hjul och axlar som ska synas enligt SJF 451.6 punkt 4.9.14. Av översynsprotokollet framgår bland annat vid punkt 106a:
 - a) Enkelfel: Axlar, hjulstommar och hjulringar ska synas beträffande sprickbildning, hjulbaneskador och lossgång.
 - b) Syna: Krossår eller skador längre än 20 mm och/eller djup större än 1 mm kontrolleras.
 - c) Mät: och anteckna hjulprofilmått.

Punkten är kvitterad.

- 2) Enligt dataregistrering över avrapporterade skador, finns en registrering den 3 juni 2008 gjord av verkstaden i Hagalund med texten "*Små slag boggi B*" samt "*Hjul synad u.a*". Enligt reparatörernas minnesbild hittade de några småslag på något av hjulen i boggin, men då de var under 20 mm dokumenterades de inte.

Samtliga hjul från B-boggin till Rc6 1348 har sedan undersökts med avseende på hjulplattor eller andra defekter på löpbanorna. Inga signifikanta skador har kunnat iakttas.

Av underhållsdokumenterna framgår att "syna hjul" innebär att man letar efter skador, sprickor etc. i hjulens löpbanor och på flänsarna. Det finns ingen handledning att man ska syna hjulringens utsida, speciellt om inga skador har hittats i löpbanan och fordonet varit anmärkt för slag i hjul.

Rc6 1348 var inne på verkstad dagen före olyckan och utredningen har kommit fram till att sprickan sannolikt har varit synlig på hjulets utsida. Det är troligt att sprickan hade upptäckts om även hjulringens sidor synats.

Vid utskrift av instruktionen 456.135.6 gällande syning av hjulpar blev "större än eller lika med" ersatt av likhetstecken. Det betydde att den gällde för hjul med diametern 840 mm och inte hjul större än 840 mm. Rc-lokens hjul har diametern 1300 mm och omfattades då inte av instruktionen.

2.4.4.10 Tidigare erfarenheter av hjulringsbrott

Sammanställning av skaderapporter om sprickbildning i Rc-hjulringar

En undersökning av 23 kända fall från 1971 och fram till haveriet med Rc6 1348 har gjorts och av denna framgår följande:

- Åtta fall av de 23 är mycket lika aktuell olycka vilket innebär att sprickorna har startat under löpbanan och sedan propagerat snett in mot hjulringens innerradie. Ingen materialdefekt har kunnat påvisas som startpunkt för utmattningssprickan i dessa fall.
- I sju av de 23 fallen har sprickorna startat under löpbanan och sedan propagerat utåt i form av en mänskära, en tagentiell sprickutbredning utan att penetrera hjulringen in mot hjulstommen.
- I ett av de sju fallen i b) har ett främmande metallföremål (märkbricka från götet) i hjulrings-materialet initierat utmattningssprickan.
- I två av de sju fallen i b) har slagger från stältillverkningen initierat utmattningssprickorna. Slaggernas storlek är maximalt 0,2 respektive 0,8 mm.
- I aktuellt fall har inga slagger lokaliserats till själva startpunkten för utmattningen. En slagg med maximalt mått om 0,45 mm har identifierats cirka 220 mm från startpunkten och på 26 mm djup.

Erfarenhetsåterföring

Som framgår av listan ovan har Rc-hjulringar fått utmattningssprickor vid ett flertal tillfällen. Den här gången var loket dessutom inne för hjulkontroll dagen innan olyckan utan att sprickan upptäcktes.

Syningsföreskrifterna har inte uppdaterats utifrån tillgänglig erfarenhet till att även omfatta dels syning av hjulringssidorna, dels vilka åtgärder som måste vidtas när inga skador hittas, t ex ultraljudkontroll av ringen.

Överrepresentation av Rc6

Fördelningen mellan de olika Rc-typerna är mycket ojämn. Ursprungligen har 360 Rc-lok tillverkats för SJ under åren 1967-1988 med sex olika underlittera. Några ytterligare udda ombyggnadsvarianter har också förekommit.

Ett antal Rc-lok har byggts om huvudsakligen under 1990-talet och några har skrotats, se tabell 14, så att antalet har reducerats till 351 lok år 2008.

Skillnaderna mellan Rc2 och Rc3 respektive Rc5 och Rc6 är enbart att Rc3 och Rc6 är utväxlade för 160 km/tim medan Rc2 och Rc5 liksom övriga Rc-lok är utväxlade för 135 km/tim. Samtliga Rc5-lok byggdes om till Rc6 under 1990-talet genom byte av växellåda när behovet ökade av snabbare lok.

Skadestatistiken i tabell 14 visar fördelningen av Rc 1-6 och inträffade 23 haverier i sammanställningen ovan.

Tabell 14 Fördelning av hjulringshaverierna på olika Rc-underlittera. Med "okänd" menas en axel där skadan upptäcktes på en lös hjulaxel med okänd tidigare placering.

Loktyp	Rc1	Rc2	Rc3	Rc4	Rc5	Rc6	okänd
Antal tillverkade lok	20	100	10	130	60	40	--
Antal lok 2008	17	70	36	128	0	100	--
% antal lok 2008	4,8	19,9	10,3	36,5	0,0	28,5	--
% haverier 1971-2008	4,35	17,4	0,0	17,4	13,0	43,5	4,35

Av tabell 14 framgår att Rc6-loken under perioden är överrepresenterade. Studerar man bara de sista 15 åren (1995-2010) finns det 9 kända haverier varav ett med ett Rc2-lok, ett med ett Rc4-lok och sju med Rc6-lok. Under den perioden

svarar Rc6-loken för 77,8% av haverierna trots att de bara utgör 28,5% av Rc-loksparken.

I samband med hastighetsökningen till 160 km/tim på de svenska järnvägarna under andra halvan av 1980-talet gjordes omfattande spårkraftsmätningar på ett Rc3-lok våren 1984 och vintern 1985. Mätningarna gjordes för att säkerställa att inte spåret utsattes för alltför stora spårkrafter och genomfördes både på fruset vinterspår och normalt spår. Tågsättet triangelvändes i Göteborg och Stockholm vilket innebar att lokets axel 1 och 2 gick främst under hela provet.

Första Rc6-loket levererades först 1985. Rent boggimekaniskt är ett Rc3-lok mycket likt ett Rc6-lok.

Tabell 15 Vertikala spårkrafter från Rc3 1059 (medelvärde av de fyra hjulen i A-boggin som gick främst) mätt på de provsträckor där tåget kunde framföras med både 130 och 160 km/tim. De presenterade värdena har överskridits av 0,14 % av alla mätdata från respektive provkörning. 0,14 % innebär att medelvärdet plus tre standardavvikelser (medelvärde + 3 σ) inte överskrider i tabellen angivet värde. Cst=Stockholm C, G=Göteborg C.

Sträcka/ hastighet	Cst – G – Cst 130 km/tim	Cst – G – Cst 160 km/tim	Cst – G – Cst 130 km/tim	Cst – G – Cst 160 km/tim
Spårtyp	Normalt spår	Normalt spår	Fruset spår	Fruset spår
Spårkraft	137,5 kN	148,5 kN	151,5 kN	168,0 kN

Mätningarna visade en hastighetsberoende kraftökning av de vertikala spårkrafterna, men att ökningen av krafterna blev mindre mellan 130 och 160 km/tim än mellan icke fruset spår och fruset spår, se tabell 15. Någon direkt studie av hur detta skulle påverka hjulen gjordes inte i samband med mätningarna. Om sådana studier har gjorts senare har inte verifierats.

Värdena i tabell 15 visar att en ökning av hastigheten från 130 km/tim till 160 km/tim ger en ökning av vertikalkraftens medelvärde + 3 σ på ca 10 %.

2.4.4.11 Sammanfattning av fordonsrelaterade iakttagelser och slutsatser

1. Hjulringsbrottet berodde på materialutmattning i hjulringen med startpunkt ca 15 mm under löpytan. Vad som initierat utmattningssprickan har inte kunnat fastläggas.
2. Hjulets kemiska sammansättning, materialstruktur, och hållfasthetsdata uppfyllde gällande krav.
3. Motstående hjulring hade två utmattningssprickor med en enkronas storlek 2,5 respektive 4 mm under löpytan vilka inte kunde detekteras okulärt.
4. Bromsskivorna har tryckt på hjulringen och gett märken. Teoretiska beräkningar visar att det kan ha gett upp till 10 % ökning av dragspänningen i den halvslitna havererade hjulringen vid olika ansatta bromsförlopp.
5. Bromsskiveritningarna har modifierats utan fordonsägarens godkännande och utan att någon riskanalys presenterats. Likaså har inte styrstiften använts vid montage av bromsskivorna på det havererade hjulet.
6. De två skruvarna till bromsskivorna som brustit bedöms ha brustit som en följd av hjulringsbrottet och den efterföljande avkrängningen av hjulringen.
7. Hjulringen var märkt med fel chargenummer. Rätt chargenummer har inte kunnat fastställas, men hjulringen har sannolikt tillverkats av Lucchini.
8. Hanteringen av chargenummer under tillverkningsprocessen av hjulringar har ej fungerat och gett för stora osäkerheter.

9. Leverans- och mottagningskontrollen hos inblandade företag har inte uppmärksammat avvikelser mellan de levererade produkterna och leveransdokumentationen vid hjulringstillverkningen.
10. Fordonsdatasystemet FORD har varit ofullständigt när det har gällt lagring av chargenummer för hjulringar. Systemet har inte haft någon rimlighetskontroll av inlagrade värden.
11. Sökningar i FORD:s databas var så komplicerade att rätt resultat inte kunde garanteras.
12. Hjulringarna har gått mycket långt, över 960 000 km. Hade inte utmattningssprickan propagerat och hjulringen brustit, hade hjulen kunnat omsvarvas för ytterligare en fullvärdig löpperiod.
13. Den kvarvarande livslängden för en hjulring beror enbart på förslitningsgraden och eventuella okulärt detekterbara skador. Det finns ingen begränsning eller krav på mera noggrann kontroll efter ett visst antal km eller en viss tid.
14. Hjulen synades utan anmärkning dagen före olyckan. Trots att hjulringsbrott av liknande karaktär har förekommit tidigare har inte syningsföreskrifterna ändrats när det gäller att syna hjulringens sida där sprickan med största sannolikhet var synlig.
15. Underhållsinstruktionen krävde inte att småskador som ligger under tillåtna gränser och som underhållsansvarig verkstad ansåg kunde gå till nästa verkstadsbesök skulle dokumenteras.
16. Vid utskrift av en underhållsinstruktion blev utskriften annorlunda. Tecknet ”större än eller lika med” ersattes av likhetstecken. Det resulterade i att instruktionen gällde för hjul med diametern 840 mm istället för att gälla för hjul med diametern större än eller lika med 840 mm. Ritningsenligt diametermått på nya Rc-hjul är angivet till 1300 mm.
17. Låsningen av hjulringen på stommen vid hjulringsbrott har inte fungerat som avsett. Måttkraven i laxspårslåsningen har inte varit uppfyllda.
18. Det har inte ritningsmässigt kunnat klarläggas hur de olika mätten i låsningen påverkats av att ringar och stommar svarvats till olika fasta mått. Det finns risk att låsningen kan ha blivit sämre vid en radiell förskjutning av krympförbandet.
19. Rc6-lok växlade för 160 km/tim är överrepresenterade när det gäller hjulringsbrott på Rc-lok. Om det beror på lokens hastighet – de framförs numera nästan uteslutande i tåg med största tillåtna hastighet 160 km/tim – eller något annat har inte utretts. Hastighetsökningen ger en ökning av de vertikala spårkrafternas medelvärde (medelvärde + 3σ) på ca 10 %.

2.4.5 Detektorer

Det har inte gjorts några registreringar av detektorer som har haft intresse för denna undersökning.

2.4.6 Andra registreringar

Data från lokets registreringsutrustning visar en kraftig trycksänkning kl. 07:51:32 (troligen inställd för normaltid) i huvudledningen som styrde tågets bromsar. Tåget hade då en hastighet av 155 km/tim. Efter att loket hade kört 1 109 meter stannade det och klockan visade 07:52:27.

2.5 Undersökning och dokumentation av operativa åtgärder

2.5.1 Trafikledningsåtgärder

Inte undersökt.

2.5.2 Säkerhetssamtal

Inte undersökt.

2.5.3 Tillsyningsmäns och förarens anteckningar

Inte undersökt.

2.5.4 Skydd för olycksplatsen

Inte undersökt.

2.6 Samspel människa-teknik-organisation

2.6.1 Arbetstider för berörd personal

Inte undersökt.

2.6.2 Medicinska och personliga förhållanden

Det har under utredningen inte framkommit några medicinska eller personliga förhållanden som kan ha påverkat olyckan.

Enligt BV-FS 2000:4, Järnvägsinspektionens föreskrifter om hälsoundersökning och hälsotillstånd för personal med arbetsuppgifter av betydelse för trafiksäkerheten ska hälsoundersökningar ske med viss intervall.

Hälsoundersökningar ska genomföras vart tredje år fr.o.m. 46 års ålder t.o.m. 59 års ålder samt varje år fr.o.m. 60 års ålder.

2.6.3 Utformning av arbetsplats och utrustning

Inte undersökt.

2.7 Förutsättningar för räddningsinsatsen

Inte aktuellt.

2.8 Tidigare/andra händelser av liknande art

SHK har inte undersökt någon liknande händelse. Däremot har det förekommit ett flertal händelser där en hjulring har haft sprickor eller brustit.

2.9 Andra undersökningar av händelsen

Händelsen har undersökts av Banverket samt SJ AB.

3 ANALYS

3.1 Kartläggning av händelseförloppet (händelseanalys)

I tabellen nedan redovisas kort de delhändelser som enligt utredarnas bedömning har haft betydelse för händelseförloppet och som har lett fram till att tåg 814 spårade ur mellan Rotebro och Upplands Väsby. Redovisningen börjar med tillverkningen av hjulringen. Tidpunkter är ungefärliga och redovisas bara i de fall som det finns uppgifter som kan bekräfta vid vilken tidpunkt som delhändelsen har inträffat. Händelseanalysen illustreras grafiskt i bilaga 1.

I analysen ingår att identifiera eventuella avvikelser. En avvikelse innebär att förhållandena vid tillfället var annorlunda jämfört med hur situationen vanligtvis ska vara, brukar vara eller hur den har planerats. I tabellen nedan redovisas avvikelserna med bokstaven A och en siffra i samband med tillhörande delhändelse.

Tabell 16 Kartläggning av händelseförloppet

Tid	H-nr	Delhändelse
	H1	Hantering i stålverket (Scana Steel i Björneborg) Chargen göts och den levererades som göt i normalt 18 stålcyllindrar. Varje göt hade en platta ingjuten i toppen med chargenumret instansat.
	H2	Hantering hos hjulringsleverantören (Lucchini i Surahammar) Varje göt delades i fyra kutsar och chargenumret stansades in i varje kuts. Kutsarna pressades och valsades till hjulringsämnen. Chargenumret stansades in och skrevs med fettkrita på varje hjulringsämne. Hjulringsämnena genomgick en härdnings- och anlöpningsprocess. Därefter skrevs numret med fettkrita en gång till på varje ämne. En ring ur varje charge genomgick förstörande provning och resten av ringarna provades med oförstörande metoder. Inför den oförstörande provningen som bl.a. omfattade dimensionskontroll och ultraljudskontroll rensvarvades ringens insida och ena sida och chargenumret stansades igen på den rensvarvade sidan. Ringarna levererades till underhållsleverantören.
	H3	Hantering hos underhållsleverantören (Euromaint i Örebro) Chargenumret skrevs med tuschpenna innan stansningen svarvades bort, varefter hjulringen rensvarvades Efter kontrollmätning stansades chargenumret in på nytt med operatörens signatur som kvitto på att ringen var kontrollerad.
	A1	<i>Ringarna var märkt med fel chargenummer när den lämnade underhållsleverantören. Avvikelsen har uppstått i händelse 1, 2 eller 3.</i>
2003-03-18	H4	Ringarna monterades på växelsidan på ett hjulpar som sedan sattes upp som axel 2 på Rc6 1363.
	A2	<i>Det monterade hjulets mått överensstämde inte med specifikationen</i>
2006-03-17	H5	Hjulparet svarvades för krossår i Hagalund.
2007-05-10	H6	Hjulparet togs ned för revision av växel och lager och sattes sedan upp som axel 4 på Rc6 1348.
2008-05-19	H7	Förebyggande periodiskt underhåll Loket hade under tiden genomgått underhållsprogram med förebyggande periodiskt underhåll. Den sista underhållsinsatsen för urspårningen var en översyn 3 (Ö3).
	H8	Loket anmält för slag i hjul.
2008-06-03	H9	Hjulen undersöktes på verkstaden i Hagalund med anledning av rapport om slag i hjul. Reparatorer synade hjulen och uppgav att de funnit en mindre hjulplatta som inte fordrade någon åtgärd.
	A3	<i>Reparatörerna kontrollerade inte styrande dokument</i>

Tid	H-nr	Delhändelse
2008-06-04	H10	Förare uppmärksammade slag i hjul och kontrollerade hjulen vid flera tillfällen utan att kunna identifiera orsaken.
2008-06-04	H11	Förare rapporterade iakttagelsen om slag i hjul till driftstödet.
2008-06-04 Ca 08:20	H12	Förarbyte Avgående förare rapporterade gjorda iakttagelser och åtgärder till tillträdande förare.
2008-06-04	H13	Föraren i tåg 814 observerade slag i hjul.
2008-06-04	H14	Föraren observerade kraftiga vibrationer.
2008-06-04	H15	Hjulringen brast.
2008-06-04	H16	Hjulringen lossnade.
2008-06-04 08:53	H17	Loket spårade ur.

3.2 Orsaksanalys

3.2.1 Avvikelseanalys

A1 Ringen var märkt med fel chargenummer när den lämnade underhållsleverantören

Hjulringarna märks vid leverans med chargenummer för att säkerställa spårbarhet. Chargenumret läggs också in i fordonsdatasystemet FORD. Hjulringen är en komponent som är mycket säkerhetskritisk. Ett brott på en sådan orsakar med stor säkerhet en urspårning som kan få mycket svåra konsekvenser. Av denna anledning är det viktigt att det går att spåra hjulringar från en och samma charge om materialfel upptäcks. Därför är också hjulringarna märkta med chargenumret.

Under hjulringstillverkningen stansas numret in vid flera tillfällen för att sedan i en senare operation svarvas bort igen. Vid varje ommärkning noterar operatören numret på ringen (med tusch eller fettkrita) eller på ett papper innan det instansade numret svarvas bort. Varje notering och ommärkning innebär en potentiell risk för misstag eller felläsning. Undersökningen har också funnit ett inte obetydligt antal hjulringar som med sannolikhet är märkta, eller åtminstone registrerade, med fel chargenummer.

A2 Det monterade hjulets mått överensstämde inte med specifikationen

Kontroll av måtten på de delar av hjulringen och stommen som tillsammans med bromsskivorna bildar en läsning visade att måtten inte låg inom toleransen. Dessutom hade stommen putsats till en något mindre diameter, troligen pga. skador i form av repor vid någon tidigare omringning. Vid en minskning av diametern måste laxspårsläsningen anpassas till den nya diametern för att erhålla fullgod läsning.

A3 Reparatorerna kontrollerade inte styrande dokument

Undersökningen har konstaterat att en av de reparatörer som gjorde kontrollen av aktuellt lok efter att det hade rapporterats för slag i hjul, inte hade tillgång till styrande dokument med anvisningar för de arbetsuppgifter som skulle utföras. Det finns dock inget som tyder på att denna avvikelse har haft någon påverkan på händelseförloppet denna gång.

3.2.2 Påverkande förhållanden

I detta avsnitt behandlas de förhållanden och förutsättningar som haft påverkan på både händelseförloppet och avvikelsernas uppkomst. Även här är utgångspunkten de delhändelser som de påverkande förhållandena hör till. De förhållanden som påverkar flera delhändelser nämns bara under den första delhändelse som har påverkats.

Delhändelse H1 – H3

Chargen gjuts, ringen smids och rensvarvas

Rutinerna för att dokumentera vilken charge som respektive ring härstammar ifrån, innehåller flera moment där fel kan uppstå. Detta innebär att spårbarheten inte kan säkerställas.

Delhändelse H4

Ringar och bromsskivor monteras till ett hjulpar

Bromsskivorna har kommit att ligga an mot hjulringen vid inbromsning, vilket inte är ritningsenligt. En teoretisk beräkning har påvisat att en marginell spänningsökning (ca 10%) under vissa förhållanden kan uppkomma i hjulringen vid bromsning. Detta kan i sin tur ha påverkat att sprickan initierats och vuxit till brott.

Delhändelse H9

Kontroll av hjul efter rapport om slag i hjul

Hjulen i boggin kontrollerades efter rapport om slag i hjul. Sprickan upptäcktes inte vid denna kontroll som enligt anvisningarna bara utfördes på hjulens löpyta. Anvisningarna innehåller inget om att hjulet också ska avsynas med avseende på förekomst av sprickor på hjulens sidor. Vid tillfället var sprickan med all sannolikt synlig och vid en noggrann kontroll av hjulringens sida hade den upptäckts.

Delhändelse H10

Förare uppmärksammade slag i hjul

Den första förare som hade tågsättet den aktuella dagen hämtade tåget i Hagalund och körde det först till Stockholms central där han gick över till olycksloket för att köra i den andra riktningen till Uppsala. På väg till Uppsala observerar han att det är slag i hjul i loket och han upplevde det så pass anmärkningsvärt att han vid tre tillfällen försöker finna orsaken till slagen. Efter att han gjorde kontrollerna rapporterar han iakttagelserna till driftstödet och till avbytande förare. Personalen på driftstödet vidtar ingen annan åtgärd än att de noterar iakttagelsen för att sedan rapportera den vidare.

En förare med flera års erfarenhet har vid ett flertal tillfällen råkat ut för slag i hjul. Det är inte alla sådana tillfällen som föranleder undersökning och akut rapport. Det måste ha varit något denna gång, förutom att föraren var ambitiös, som gjorde att föraren inte bara noterade felet och sedan släppte det.

En påverkande faktor för sprickans uppkomst kan vara hjulringens ovanligt långa löpsträcka. Undersökningen har funnit att de flesta hjulringarna som levererats under samma tidsperiod som den havererade hjulringen har blivit skrotade innan de har rullat 600 000 km och mycket få rullade längre än 800 000 km. Den nu aktuella hjulringen hade rullat längst av alla undersökta, 963 315 km. Huruvida detta förhållande har haft betydelse har inte undersökningen kunnat visa, men sker det en materialutmattning, ökar sannolikheten för detta ju längre hjulet rullar.

Delhändelse H11

Loket anmält för slag i hjul

Den första föraren som hade loket den dag det spårade ur, rapporterade om förhållandet till SJ:s driftstöd. Där vidtogs, såvitt SHK har kunnat finna, ingen annan åtgärd än att förhållandet noterades. Driftstödet roll och ansvar verkar

något oklar och detta tillsammans med att tydliga instruktioner saknas är en påverkande faktor som kan härledas tillbaka till SJ:s säkerhetsstyrningssystem.

Delhändelse H16

Hjulringen lossnade

En påverkande faktor till att den spruckna hjulringen inte blev kvar på hjulstommen utan lossnade och orsakade urspårningen, var att hjulringens mått var utanför toleransen (avvikelse A2). Detta förhållande påverkas av systemet för kontroll av mått, vilket i sin tur kan anses vara en del av säkerhetsstyrningssystemet.

Delhändelse H17

Loket spårade ur

När loket spårade ur kom den urspårade axelns växellåda att vila på rälen på den sida där den brustna hjulringen fanns. Olja rann ur växellådan och smorde därmed rälsen så att loket gled lätt på rälen. Detta förhållande medverkade till att konsekvenserna av urspårningen blev begränsade.

3.3 Barriäranalys

B1 Kontroll av slaggförekomst

I samband med tillverkningen förekommer kontroll av slaggförekomst, såväl med förstörande som oförstörande provning. Kontrollen avser förekomster av slagger som är 1 mm eller större. Undersökningen har visat att det förekom ett flertal slagger i aktuell hjulring, men att dessa var under 1 mm. Barriären har således fungerat, men inte förmått fånga upp de mindre slagger som ändå fanns. Dessa kan ha haft betydelse för förloppet, men det är inget som undersökningen säkert har kunnat visa.

B2 Tänkbar barriär: Ultraljudskontroll i samband med svarvning

När hjulringen har gått en tid, behöver den svarvas om. Därmed förflyttas löpytan längre ned i materialet och därmed ändras även spänningsbilden. Eventuellt uppkommen sprickbildning kan då komma att bli synlig vid svarvning men det kan även tänkas att inre sprickor fortsätter att vara inre sprickor efter svarvning. Dessa inre sprickor låter sig mest rationellt detekteras med hjälp av ultraljud och då i samband med svarvningen.

B3 Kontroll av hjul vid periodiskt underhåll

Vid samtliga översynstillfällen ingår kontroll av hjul. Anvisningarna för kontrollen anger att hjulets löpytor ska kontrolleras, men innehåller inget om att syna ringens sidor för att finna eventuella sprickor. Det innebär att om sprickan var synligt vid ett periodiskt underhållstillfälle, har barriären varit otillräcklig eftersom instruktionen för kontrollen inte innehöll något moment där ringens sidor ska avsynas.

B4 Kontroll av hjul efter felrapport

Loket togs in för kontroll efter rapport om slag i hjul. Instruktionen för kontroll är samma som den som används vid kontroll vid periodiskt underhåll. I instruktionen finns ett särskilt avsnitt om kontroller som ska göras vid anmärkning om lokets gångegenskaper, men detta avsnitt innehåller inget om kontroll av eventuell sprickbildning på hjulringens sidor. Kontrollen gjordes av allt att döma enligt de anvisningar som finns och loket gick därefter ut igen utan att skadan blev upptäckt. Därmed var barriären otillräcklig för att förhindra urspårningen.

B5 Tänkbar barriär: Ultraljudskontroll vid rapport om slag i hjul

Om ingen påtaglig skada som fordrar åtgärd upptäcks vid kontroll efter rapport om slag i hjul, skulle en ultraljudskontroll kunna upptäcka sådana sprickor som är svåra eller omöjliga att se vid en vanlig okulär besiktning.

B6 Tänkbar barriär: Sprickkontroll av hjulring

Förhållandet att även den andra hjulringen hade begynnande sprickor ger en indikation på att hjulringens löplängd/hastighet kan ha en betydelse för

materialets motståndskraft mot sprickor. Med en teknisk kontroll av hjulringar med längre löpsträckor hade troligtvis hjulringen bytts ut innan den orsakat urspårningen.

B7 Förarens kontroll av hjulet efter iakttagelse om slag i hjul

Föraren kontrollerade hjulet vid tre tillfällen och rapporterade förhållandet. Uppenbarligen var skadan så pass anmärkningsvärd så att det enligt förarens erfarenhet föranledde en mer noggrann undersökning och en telefonrapport till företagets driftstöd. Barriären fungerade, men var otillräcklig eftersom urspårningen skedde innan någon åtgärd gjordes för att undersöka loket ytterligare.

B8 Tänkbar barriär: Tydlig instruktion för driftstödet vid rapport om dålig gång

Hade driftstödet fattat beslut om att ställa av loket direkt efter rapporten hade urspårningen förhindrats. Något stöd för att fatta ett sådant beslut fanns inte. Förhållandet att föraren ansåg hjulskadan så pass allvarlig att han dels kontrollerade hjulet vid tre tillfällen, dels lämnade en rapport till driftstödet tillsammans med att han hade mångårig erfarenhet av yrket, tyder på att han gjort en bedömning att skadesymptomen antingen var av ovanligt slag eller ovanligt kraftiga. Om detta hade framgått för driftstödet vid rapporten, eventuellt efter att frågor ställts från en checklista, hade det kunnat motivera ett besluta att omedelbart ställa av loket för undersökning.

B9 Utformning som hindrar en brusten hjulring att lossna

Hjulringen har en utformning som tillsammans med bromsskivan ska förhindra att den lossnar om hjulringen brister. Hjulringen lossnade trots detta och därmed var barriären inte tillräcklig.

3.4 Konsekvensanalys

På grund av att loket efter urspårningen kom att kana på växellådan och att denna styrde loket efter spåret, blev konsekvenserna av urspårningen små.

Om loket inte hade följt spåret, utan vikt av åt något håll och därmed träffats av vagnarna, kunde dessa ställt sig på tvären över spåret och även vält. I värsta fall skulle vagnarna kunnat inkräkta för utrymmet för angränsande spår och tåg på dessa kolliderat med vagnarna

4 UTLÅTANDE

4.1 Undersökningsresultat

- a) Ett utmattningsbrott hade uppstått i hjulringen. SHK har inte kunnat fastlägga vad som har initierat utmattningsbrottet.
- b) Charge 9972 har inte levererats som charge till hjulringar.
- c) Fordonet hade dagen före händelsen varit på verkstad för kontroll av slag i hjul utan att några felaktigheter kunde upptäckas.
- d) Fordonsdataregistret FORD är inte tillförlitligt vare sig när det gäller att lagra hjulringsdata eller att söka efter specifika hjulringscharger.
- e) Bromsskivornas konstruktion hade förändrats utan att järnvägsföretaget hade godkänt detta.
- f) Järnvägsföretaget hade inte utfört någon dokumenterad analys av vad hjulringars långa löpsträckor och höga hastigheter kunde innebära för risker.
- g) Hjulringens kemiska sammansättning, materialstruktur och hållfasthetsdata uppfyllde gällande krav.
- h) Spåranslagningen uppfyllde gällande föreskrifter.
- i) Tågklararen hade inte genomfört hälsundersökningen inom föreskriven period.

4.2 Orsaker till olyckan

Den direkta orsaken till olyckan var att hjulringen på den första axelns vänstra hjul brast på grund av utmattning och fläktes loss vilket medförde att loket spårade ur. SHK har inte kunnat fastlägga vad som har initierat utmattningsbrottet.

Bakomliggande orsak till att hjulringen fläktes loss var att anordningen för att hålla hjulringen på plats om den brast inte hade avsedd funktion.

En annan bakomliggande orsak till att hjulringen brast var brister i erfarenhetsåterföringen från tidigare händelser med brustna hjulringar. Hade erfarenhetsåterföringen varit mer systematisk och föranlett analyser av bakomliggande orsaker, skulle åtgärder i form av utförligare kontroller vid slag i hjul kunnat ha vidtagits. Detta kunde ha minskat sannolikheten för att hjulringar hade fått gå med sprickor som växt okontrollerat.

Ytterligare bakomliggande orsak till urspårningen var att driftstödet inte hade tillräckliga instruktioner och rutiner hur de skulle agera vid rapporter om allvarliga slag i hjul.

4.3 Övriga iakttagelser

Trafikledarens senaste läkarutlåtande från hälsoundersökning enligt BV-FS 2000:4 var vid olyckstillfället mer än tre år gammalt. Trafikledaren fyllde 60 år den 4 augusti 2007, varför gränsen 3 år gällde fram till trafikledarens 61-årsdag. Läkarintyget är daterat den 17 maj 2005 och nästa hälsokontroll skulle alltså vara genomförd senaste den 17 maj 2008. Utredarna anser dock att detta faktum inte har haft någon påverkan på olycksförloppet.

Vid genomgång av tidigare hjulringsbrott på Rc-lok har det visat sig att Rc6-lok är överrepresenterade. Huvudsaklig skillnad rent boggimekaniskt mellan loken är att Rc6-lok och Rc3-lok är växlade för 160 km/tim medan övriga Rc-lok är växlade för 135 km/tim. Dessutom används Rc6-loken huvudsakligen i trafik med resandetåg för 160 km/tim.

5 VIDTAGNA ÅTGÄRDER

5.1 Genomförda åtgärder

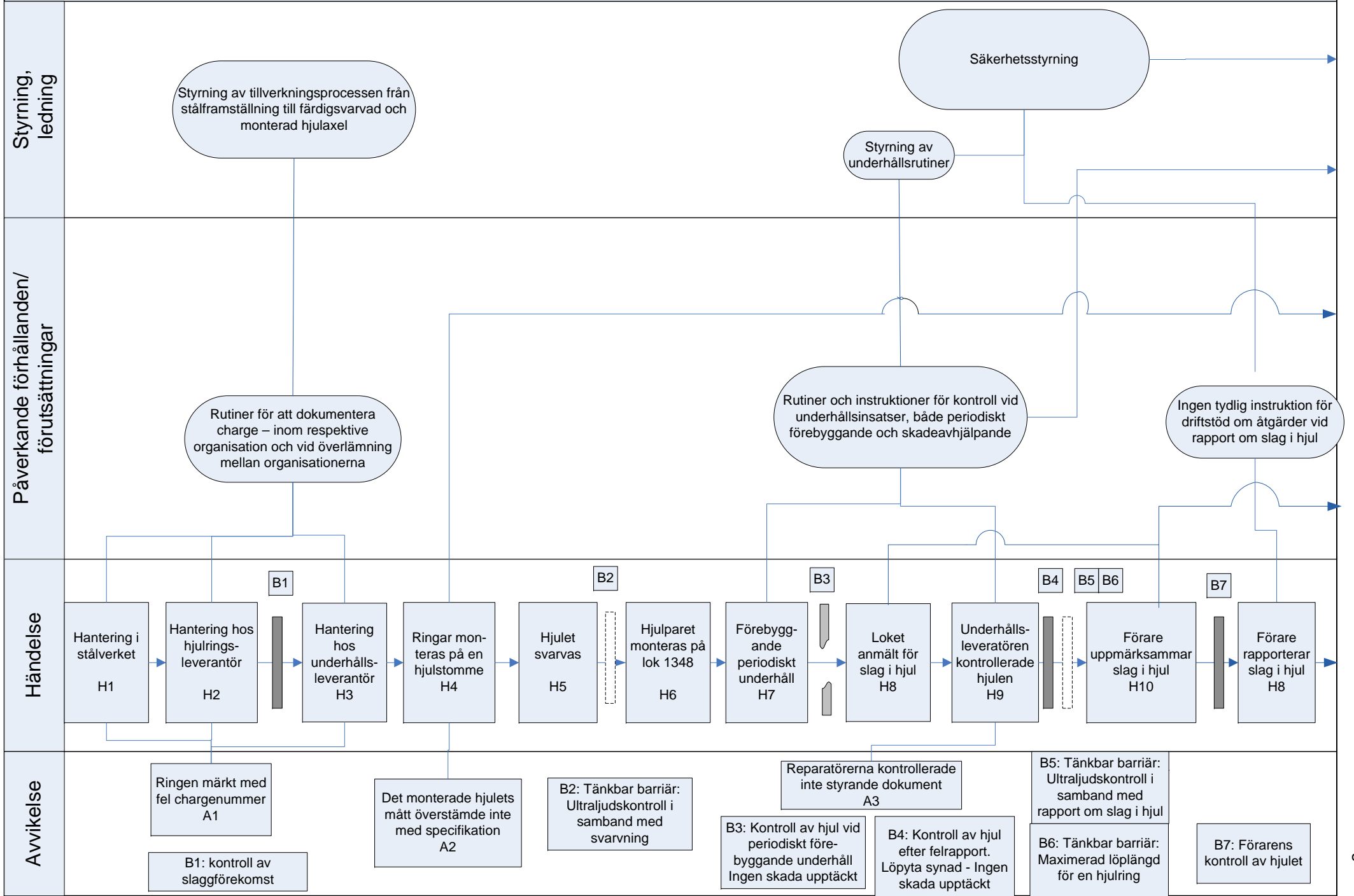
SJ identifierade omedelbart efter olyckan att det var en Lucchiniring som gått av och de få resterande Lucchiniringarna kollades med ultraljud utan att några defekter hittades. De demonterades och skrotades trots att inga fel hade hittats.

6 REKOMMENDATIONER

Transportstyrelsen rekommenderas att:

- undersöka möjligheten att tillse att det genomförs en genomgripande undersökning av vilka risker för materialutmattningar på hjulringar en lång löpsträcka eller höga hastigheter kan medföra (se avsnitt 2.4.4.10 och 2.4.4.11). *(RJ 2010:04 R1)*.
- tillse att järnvägsföretagen i samband med underhåll, periodisk eller behovsstyrt, har rutiner som säkerställer att hjul kontrolleras tillräckligt väl så att hjul med begynnande sprickor hindras från att lämna verkstaden utan åtgärd (se avsnitt 2.4.4.11, 3-1 och 3.2.2). *(RJ 2010:04 R2)*.
- tillse att järnvägsföretagen har rutiner som underlättar för personalen att vidta rätt åtgärd vid anmälan om fel som kan få svåra säkerhetsmässiga konsekvenser (se avsnitt 3.1 och 3.2.2). *(RJ 2010:04 R3)*.

Händelseanalys



Händelseanalys

