

RAPPORT

Postboks 213, 2001 Lillestrøm

Telefon: 63 89 63 00

Telefaks: 63 89 63 01

URL: <http://www.aaib-n.org>

JB RAP: 13/2004

Avgitt: 29. september 2004

Havarikommisjonen for sivil luftfart og jernbane (HSLB) har utarbeidet en forenklet rapport for denne jernbaneulykke / alvorlige jernbanehendelse. En forenklet rapport utarbeides der årsaksfaktorene og feilmekanismene klart fremkommer i forundersøkelsen. I slike tilfeller anses det ikke nødvendig med en dybdeundersøkelse, og den forenklede rapporten belyser de funn som er gjort og fremlegger eventuelle sikkerhetsmessige tilrådninger.

Togmateriell	Flytog: nr 3564 (persontog)
-type og reg.:	71010
-fabr. år:	1997-1998
-motor(er):	2xABB MJA 250-2
Dato og tidspunkt:	20.08.2003, kl 16:15.
Hendelsessted:	Leirsund nord for Lillestrøm
Type hendelse:	Brann/røykutvikling (lagerinnfestning – hjul/aksling)
Type transport:	Persontransport
Personskader:	Ingen
Skader på materiell:	Skader på hjullager/returstrømsavleder.
Andre skader:	ingen
Lokmotivfører	
-kjønn/alder:	Mann, 47 år
-erfaring:	2 år som flytogfører
Annet personale	
-stilling	Servicemedarbeider
-kjønn/alder	Kvinne, 40 år
-erfaring	2 år som servicemedarbeider
Informasjonskilder:	Rapport fra Flytoget, Bombardier og HSLBs egne undersøkelser

FAKTISKE OPPLYSNINGER

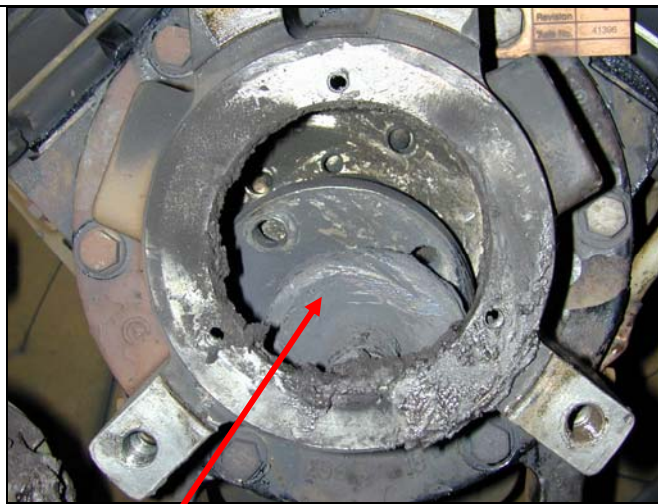
Onsdag 20. august 2003 kl. 16.15 observerte en av CargoNet ASs lokomotivførere røykutvikling fra et hjul på et møtende sørgående Flytog. Lokomotivføreren varslet togleder som stilte signalene i stopp og fikk stoppet flytoget på Lillestrøm stasjon hvor de reisende ble evakuert.

Flytoget hadde vært oppe i en hastighet på 207,4 km/h fra Gardemoen, og skulle etter planen gjennomkjøre Lillestrøm stasjon i 160 km/h.

Verken lokomotivfører og servicemedarbeider ombord i toget hadde oppdaget noe unormalt og var uvitende om røykutviklingen før toget ble stanset på Lillestrøm stasjon.

Den 21. august 2003 undersøkte HSLB togsett nr. 71010 med vognen som hadde røykutvikling, individnummer BMU 71210.

Da akselkasselokket på vognen ble demontert, viste det seg at bolten som fester returstrømsavlederens slepering, hadde brukket og at sleperingen deretter hadde løsnet og slått av boltene for lagerinnfestningen. Komponentene i området hadde blitt utsatt for varme, og det var lite smøremiddel igjen i lagerhuset (Se bilde 1 og 2). Videre framføring ville medført et fullstendig lagerhavari.

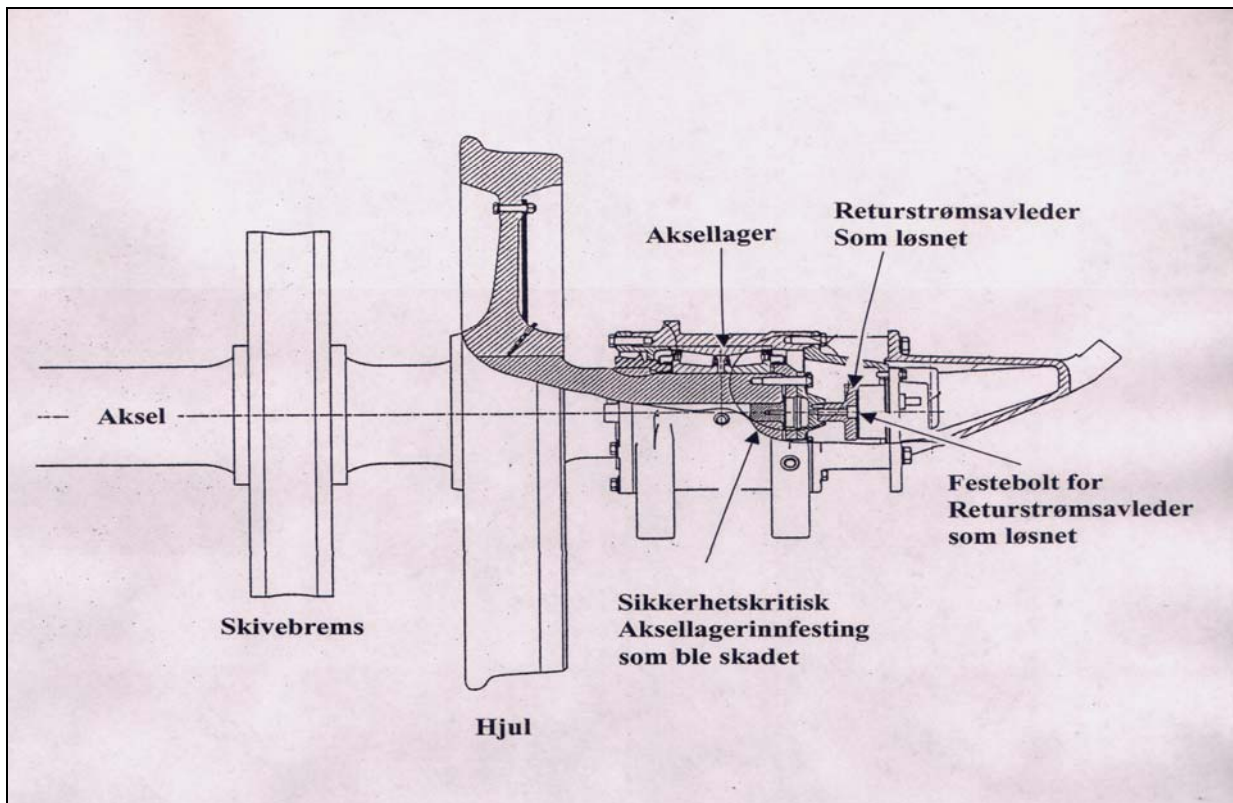


Bilde 1
Skadet slepering. (returstrømsavleder)



Bilde 2
Skadde deler fra akselkasse.

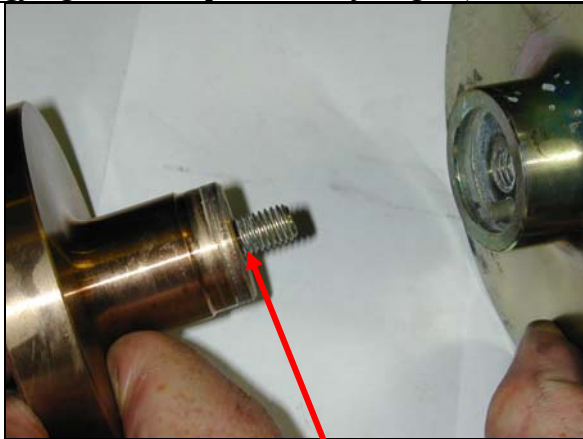
Sleperingen er montert ytterst på enden av løpeakselen og har som oppgave er å lede returstrøm (opptil 600 Amp) fra togets elektriske fremdriftsmaskineri inn gjennom akselen og ut til skinnene uten å eksponere akselens lager for returstrøm. Også togtype 73 og 73B har tilsvarende konstruksjon. (Se bilde3).



Bilde (skisse) 3

Skjematisk bilde av innfesting av aksellager og slepering.

Bruddflaten til sleperingens festebolt ble undersøkt i SEM (Scanning Electron Microscope). Bruddet var av typen utmatingsbrudd som hadde startet nede i bunnen av en gjenge. Sleperingen er montert ved at festebolten føres igjennom et senterhull i sleperingen hvorpå den skrues fast i gjengene i festeplaten for hjullager (se bilde 4).



Bilde 4

Bildet viser hvor vridningen/vekslingen oppstod, ved ubalanse aksialt og radialt.



Bilde 5

Feste for returstrømsavleder (slepering), festeplate for hjullager.

Bilde 4 og 5 viser feste for returstrømsavleder (slepering) med festeplate for hjullager. Festebolten har glatt stamme nær hodet og et gjenget parti i enden. Det gjengede partiet er så langt at ved montering av slepering vil noen av gjengene være på utsiden av festeplaten og dermed gå inn i sleperingens senterhull.

Bolten var i fasthetsklasse 8.8 og den var ikke gjenstand for særskilt kontroll før bruk.

Sikring av bolten var utført med låseskiver (Se bilde 5). Låseskivene var av "tannet" type som ikke hadde anleggsflate utover boltens hode. En generell kontroll av det aktuelle tiltrekkingsmoment på tilsvarende tog som følge av denne hendelsen avdekket at flere bolter var løse. Sleperingen har en betydelig lavere hardhet enn bolt og skive.

Den aktuelle sleperingen var så skadd at balansering ikke lot seg kontrollere. En tilfeldig valgt slepering fra et togsett ble balansert ved Luftforsvarets verksteder på Kjeller (LHK). Det ble påvist en aksial ubalanse som iht. ISO standard 1940/1 plasserte den i G klasse 6,3 (assembled aircraft gas turbine rotors).

Toleransen mellom en tilfeldig valgt festebolt og senterhullet i sleperingen ble kontrollert ved måling. Det var ingen presisjonspasning - senterhull var 11 mm, mens boltene var 10 mm.

Festeplate for hjullager blir montert med 4 bolter. Hullene i festeplaten har så store toleranser at platen kan monteres usentrert og dermed medvirke til betydelig ubalanse.

I en sammenstilling vil balansen til den sammensatte komponenten være et resultat av aksial ubalanse i slepering, ubalanse som følge av stor toleranse mellom senterhull og festebolt til slepering og mulighet for montering av festeplate ut av senter.

Togakslingene ble under drift regelmessig NDT-kontrollert for sprekker. Ved denne kontrollen ble både sleperinger og festeplater for hjullager demontert. Denne aktuelle akslingen var imidlertid rimelig ny og hadde enda ikke blitt NDT-kontrollert i henhold til denne prosedyren.

Da Flytoget og NSB (tog type 73 og 73B) etter denne hendelsen skulle kontrollere tiltrekkingsmomentet til boltene på de resterende togene, gikk flere av boltene til brudd.

HAVARIKOMMISJONENS VURDERINGER

Undersøkelsen har avdekket årsaksforhold som relaterer seg både til teknisk/operative svakheter ved enkeltelementer i konstruksjonen/vedlikeholdet og manglende system-sikkerhetsmessige egenskaper.

"Tekniske og operative" årsaksforhold

Et utmattingssprekk krever en vekslende last og et initieringspunkt for å resultere i et brudd. Større last og flere vekslinger gir raskere sprekkvekst. På ulykkesdagen ble boltene utsatt for 21,9 lastveksler / sekund ved en hastigheten på 207,4 km/t.

Flere momenter han ha bevirket at bolten fikk et utmatningsbrudd:

- I en sammenstilling vil balansen til den sammensatte komponenten være et resultat av aksial ubalanse i slepering , ubalanse som følge av stor toleranse mellom senterhull og festebolt til slepering og mulighet for montering av festeplate ut av senter. En ubalanse i en eller flere av disse vil medvirke til et utmatningsbrudd i festebolten for sleperingen.
- For stor klaring mellom festebolt og sleperingens innvendige hull øker frihetsgraden ved montering og dermed muligheten for ubalanse med påfølgende fare for utmatting av festebolten. En tettere toleranse ville bedret forholdet.
- HSLB er av den oppfatning at den valgte låsing av bolter ikke gir en optimal sikkerhet mot tap av tiltrekkingsmoment. Det faktum at etterkontroll av tilsvarende forbindelser etter denne hendelsen avdekket flere løse bolter er med på å underbygge dette. En myk slepering mot en langt hardere bolt og skive og et forholdsvis lite areal til skiven, muliggjør lokal flyt og tap av moment. Tap av tiltrekkingsmoment muliggjør aksiell bevegelse av sleperingen og dermed ytterligere mulighet for ubalanse og økt belastning på festebolten.
- Bruk av standard 8.8 bolter til sammenstillinger av vital betydning setter store krav til dimensjoneringen da disse boltene kan ha store individuelle kvalitetsavvik mhp. styrke og geometri.
- Boltens utforming gjør at den største vekslende belastningen kommer i et gjenget parti hvor bolten er mest sårbar for initiering av en utmatningssprekk. En redesign hvor største vekslende belastning kommer i et område uten gjenger ville bedre konstruksjonen.
- Flytoget har selv erfart at festeplaten for hjullager lar seg montere ut av senter. En slik montering gir økt ubalanse og økt påkjenning på festebolten.

Årsaken til at flere festebolter for sleperinger gikk til brudd ved etterkontroll av tiltrekkingsmoment er ikke kjent. En mulig årsak er at boltene er blitt påført fett under sammenstilling eller ved montering/demontering. Ved montering /demontering eller ettertrekking vil dermed tiltrekkingskreftene bli for store da oppgitt moment er gitt for tørr bolt. Slik overtiltrekking vil kunne gi mikrosprekker som igjen kan bli opphav til en utmatningssprekk. Gjenbruk av boltene etter demontering øker dermed faren for seinere utmatningsbrudd. HSLB har forsøkt å forfølge sammenstillingsrekken, men har ikke kunnet påvise hvor og når olje eller fett kan ha blitt påført. Flytoget har i ettertid påvist at skumplast for å skape press på tetting mot hulrom i aksel manglet. Dette kan medvirke til at preserveringsoljen (Dinitrol) som er inne i den hule akslingen kan lekke ut og ned på lagerområdet.

Et annet alternativ er at spesifisert moment overskrider boltens flytegrense – hvilket er mindre sannsynlig dersom bolten holder oppgitt fasthet.

Undersøkelsen har påvist at togets lokomotivfører og servicemedarbeider ikke har mulighet til å oppdage en begynnende og eskalerende feilutvikling i aksellagerets sikkerhetskritiske innfestning.

Systemrelaterte årsaksforhold

Hadde ikke toget blitt stanset, kunne man erfart et fullstendig lagerhavari og ytterligere varmeskader med avsporing i høy hastighet som mulig konsekvens. HSLB har ikke empiriske data som sier noe om feilutvikling og om feilen dermed kunne ha blitt oppdaget i tide på neste stasjon (Flytoget har påpekt at maksimal tid mellom stasjoner er 19 minutter) eller om lagerhavariet ville skjedd tidligere. Hjullageret og dets innfestninger må derfor kategoriseres som sikkerhetskritisk.

Innfesting av andre systemer (i dette tilfellet returstrømsavlederen) til en sikkerhetskritisk innretning skal normalt utføres slik at dersom feil eller driftsavvik oppstår i dette "nye" systemet, skal ikke feilen forplante seg til den sikkerhetskritiske innretningen. Dette er et anerkjent konstruksjons prinsipp som er vel etablert som krav i normer og standarder der feil kan forårsake at menneskeliv blir satt i fare. Ved denne konstruksjonsløsningen vil det i henhold til kravsforskriftens §2-3, *vedrørende etablering av barriere mot alvorlig konsekvens av enkeltfeil* være påkrevet med en løsning som sikrer at konstruksjonen blir tolerant til denne enkeltfeilen.

Undersøkelsen har avdekket at konstruksjonsløsningen ikke hadde barrierer som beskyttet hjullager dersom sleperingen skulle løsne. Dette kombinert med at det ikke var installert system for deteksjon og varsling av en slik feiltilstand før den kunne forårsake en potensiell jernbaneulykke, gjør konstruksjonen sårbar. Dermed var, etter HSLBs vurdering, ikke det forskriftsfestede prinsippet om barriere mot enkeltfeil ivaretatt.

Undersøkelsen har avdekket at forskriftene ikke differensierer sikkerhetskravene til tog med konvensjonelle hastigheter i forhold til tog som fremføres i høy hastighet (210 km/h). Derimot er jernbaneforetakene forpliktet til å identifisere, bl.a. gjennom risikoanalyser, de forhold hvor fremføring av tog kan representere en risiko for de reisende.

Undersøkelsen har avdekket at svakheten med denne konstruksjonsløsning og de konsekvenser dette kunne medføre, ikke var kartlagt i analyser, og kontroll av risikoforholdet derfor ikke var spesifisert i sikkerhetsoppfølgingsplanen.

HSLB er gjort kjent med at Flytoget og NSB umiddelbart etter hendelsen iverksatte tiltak for å forhindre gjentakelser. Likeledes er kommisjonen kjent med at det jobbes med ny utforming av sleperingen.

HSLB er kjent med at jernbanestrekninger / rullende materiell i andre Europeiske land har installert utstyr for detektering av varme og vibrasjon. Slikt utstyr ville med stor sannsynlighet detektert denne feilen på et tidligere stadium. Behovet for slikt utstyr er også påpekt i rapport nr 12/2004 som omhandler akselhavari til et Signaturtog på Dovrebane 6. august 2002.

Generelt

Kommisjonen vil berømme lokomotivføreren på CargoNets godstog som varslet togledelsen slik at det aktuelle togsettet ble stanset før hendelsen fikk utvikle seg videre.

SIKKERHETSTILRÅDINGER

Forundersøkelsen gjorde at HSLB valgte å utstede 4 umiddelbare sikkerhetstilrådinger.

HSLB er kjent med at flere av disse tilrådingene allerede er ivaretatt.

Følgende sikkerhetstilrådinger gis:

Operatørene av flytoget type 71, type 73 (Signatur) og type 73B (Agenda) som har denne aksellager- og sleperingsinnfestning på sitt materiell bør vurdere å endre konstruksjonsløsningen slik at de innehar toleranse mot enkeltfeil. (JB tilråding 42/2004)

Statens jernbanetilsyn (SJT) bør vurdere om det skal pålegges å installere system for overvåking og varsling av varmeutvikling / vibrasjon fra hjul / aksellager ved godkjenning av materiell og/eller banestrekninger. (JB tilråding 43/2004)