



# Havarikommisjonen

Accident Investigation Board Denmark

## Redegørelse 2021-453



**Defekt akselleje d. 23-12-2021.**

**OFFENTLIGGJORT DECEMBER 2022**

## FORORD

Havarikommissionen for Civil Luftfart og Jernbane (Havarikommissionen) er en uafhængig statslig organisation, der har til formål at undersøge havarier, ulykker og hændelser inden for luftfart og jernbane.

Havarikommissionen undersøger ulykker og hændelser på jernbaneområdet med henblik på at forbedre jernbanesikkerheden og forebygge ulykker.

I overensstemmelse med jernbaneloven afspejler denne redegørelse Havarikommissionens undersøgelser og sikkerhedsmæssige vurderinger af omstændighederne ved ulykken eller hændelsen samt dens årsager og konsekvenser.

Undersøgelserne har alene et jernbanesikkerhedsmæssigt formål og tager ikke sigte på at placere skyld eller erstatningsansvar. Derfor kan enhver brug af denne redegørelse til andre formål end at forbedre jernbanesikkerheden eller forebygge jernbaneulykker og -hændelser, føre til fejlagtige eller misvisende fortolkninger.

Eftertryk - også i uddrag - er tilladt med tydelig kildeangivelse.

# INDHOLDSFORTEGNELSE

|                                                 |           |
|-------------------------------------------------|-----------|
| <b>GENERELT</b> .....                           | <b>4</b>  |
| <b>1 RESUMÉ</b> .....                           | <b>5</b>  |
| <b>2 FAKTA</b> .....                            | <b>6</b>  |
| 2.1 Beskrivelse af uheldet.....                 | 6         |
| 2.2 Omstændigheder .....                        | 6         |
| 2.2.1 Involverede virksomheder .....            | 6         |
| 2.2.2 Involveret køretøj.....                   | 6         |
| 2.3 Dræbte, kvæstede og skader i øvrigt.....    | 6         |
| 2.4 Ydre forhold.....                           | 6         |
| <b>3 UNDERSØGELSER</b> .....                    | <b>7</b>  |
| 3.1 Materieltekniske undersøgelser.....         | 7         |
| 3.1.1 Hjulsætshistorik .....                    | 12        |
| 3.2 Tidligere hændelser af lignende art.....    | 12        |
| <b>4 ANALYSE</b> .....                          | <b>13</b> |
| <b>5 KONKLUSION</b> .....                       | <b>16</b> |
| 5.1 Supplerende oplysninger.....                | 16        |
| <b>6 ALLEREDE TRUFNE FORANSTALTNINGER</b> ..... | <b>17</b> |
| <b>7 ANBEFALINGER</b> .....                     | <b>18</b> |
| <b>8 BILAG</b> .....                            | <b>19</b> |
| 8.1 Uddrag af vedligeholdelsesvejledning .....  | 19        |

**GENERELT**

Sagsnummer: 2021-453  
Dato: 23-12-2021  
Tidspunkt: 07:49  
Sted: Hjørring spor 2, ved perron  
Uheldstype: Ulykke  
Uheldskategori: Brand  
Kørselskategori: Togkørsel  
Infrastrukturforvalter: Banedanmark  
Jernbanevirksomheder: Nordjyske Jernbaner (NJ)

**Personskade**OmkomneAlvorligt kvæstedeLettere kvæstede

Passagerer:  
Personale:  
Personer i overkørsel:  
Uautoriseret:  
Andre:

**Underretning**

Havarikommissionen modtog underretning d. 23-12-2021 kl. 07:57 fra Banedanmark om, at der havde været brand i togsæt i Hjørring. Branden var blevet slukket af togets personale.

Idet Havarikommissionen vurderer, at hændelsen under andre omstændigheder kunne have medført en alvorlig ulykke, besluttede kommissionen at gennemføre en undersøgelse af hændelsen.

## 1 RESUMÉ

Under tog NP 1917's ophold på Hjørring Station, bemærkede en passager røg fra bagerste togsæts forreste bogie. Lokomotivføreren konstaterede en mindre brand, som han slukkede med togets slukningsmidler. De indledende undersøgelser viste, at branden var opstået som følge af et aksellejehavari. Lejet blev herefter undersøgt hos Nordjyske Jernbaners (NJ) hjulsætvedligeholdelsesleverandør af en uvildig ekspert (3. part). Pga. store skader på lejet, kunne årsagen til lejehavariet ikke fastlægges. Undersøgelsesrapporten nævnte dog, at årsagen til lejehavariet enten kunne findes i fremmedlegemer i lejet eller, at lejet havde kørt med for stort aksialslør.

I maj 2021, 94.609 km før lejehavariet, var samme aksel blevet repareret for skader på trykkappebolte og aksellejehuslåg. Ved denne reparation, som foregik uden hydraulisk presværkstøj, samt aflastning og rotation af lejet, blev et muligt øget aksialslør sandsynligvis ikke elimineret.

NJ havde for ca. 10 år siden valgt at bruge en anden boltype suppleret med en Nord-Lock låseskive, end den af lejeproducenten foreskrevne type med selvlåsende funktion, som ikke længere kunne leveres. Ændringen fandt anvendelse når trykkappebolte blev skiftet på jernbanevirksomhedens eget værksted, noget som kun yderst sjældent forekom, og ændringen blev anset som en bedre løsning end den oprindelige boltype. Ifm. ændringen blev der ikke udført nye beregninger ift. tilspændingsmoment, og den oprindelige lejevedligeholdelsesvejledning blev stadig anvendt på værkstedet.

Beregninger har efterfølgende vist, at det oprindelige tilspændingsmoment ikke var tilstrækkeligt til at sikre låseskivens funktion. Det er derfor sandsynligt, at almindeligt forekomne vibrationer har fået trykkappeboltene til at løsne sig, hvorefter dynamiske påvirkninger af lejet har resulteret i øget aksialslør.

Dermed konkluderes at aksellejet sandsynligvis havarerede som følge af øget aksialslør og / eller skader som følge af fremmedlegemer i lejet.

Blandt de medvirkende årsager kan være:

- en vedligeholdelsesmanual, som ikke var egnet til det udførte arbejde
- utilstrækkelig tilspænding.

### Anbefaling

Den primære årsag til, at trykkappeboltene kunne løsne sig under drift, skal sandsynligvis findes i utilstrækkelig tilspænding efter teknisk ændring til ny boltype. Ændringen blev gennemført uden, at behovet for forøget tilspændingsmoment ved brug af den nye boltype var blevet identificeret, og vedligeholdelsesinstruktionerne blev derfor heller ikke opdateret. Efterfølgende har virksomheden oplyst, at den gennemførte tekniske ændring er blevet ført tilbage. Således anvendes der nu kun Verbus Ripp bolte til trykkapper på Desiro togsæt.

DK-2022 R 10 af d. 19-12-2022.

Havarikommisionen anbefaler, at Trafikstyrelsen sikrer, at Nordjyske Jernbaner håndterer ændringer af teknisk, driftsmæssig eller organisatorisk art via sit sikkerhedsledelsessystem (SLS) og i overensstemmelse med gældende lovgivning, herunder at virksomheden håndterer ændringerne af trykkappebolte på Desiro togsæt i henhold til dette.

## 2 FAKTA

### 2.1 Beskrivelse af uheldet

Torsdag d. 23-12-2021 opstod en mindre brand omkring en bogie på et togsæt i Hjørring.

### 2.2 Omstændigheder

Tog NP 1917, der bestod af to Desiro togsæt, skulle køre fra Aalborg til Skagen. Da toget standsede i Hjørring for passagerudveksling og lokomotivførerskifte, bemærkede en passager, at der kom røg fra det bagerste togsæt (litra DM506), og henvendte sig derfor til afløste lokomotivfører. Denne gik hen for at tilse togsættet, og her konstaterede han en mindre brand omkring togsættets forreste bogie. Branden blev slukket med slukningsmidler fra togsættet, hvorefter forreste togsæt efter afkobling fortsatte mod Skagen.

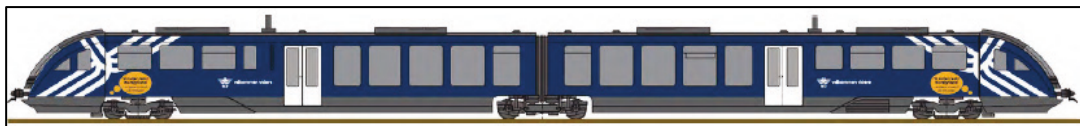
#### 2.2.1 Involverede virksomheder

Nordjyske Jernbaner, Jernbanevirksomhed.

Deutsche Bahn hjulsætværksted, Kassel, Tyskland, Hjulsætvedligeholdelsesleverandør.

#### 2.2.2 Involveret køretøj

DM506 var et Siemens Desiro med en længde på i alt 41,7 meter og en egenvægt på ca. 88 ton. Det berørte hjulsæt var monteret som aksel 5 (2. aksel i kørselsretningen). Aksellast 16 tons.



Figur 1. Tegning af Desiro-togsæt. Kilde: NJ.

### 2.3 Dræbte, kvæstede og skader i øvrigt

Ingen kom til skade ved branden, og de materielle skader, der begrænser sig til en aksel med tilhørende akselleje, udgør ca. 240.000 kr.

### 2.4 Ydre forhold

Vejret var tørt, der var tussmørke, temperaturen var 2°C og middelvinden var 4 m/s fra vestnordvest.

### 3 UNDERSØGELSER

#### 3.1 Materieltekniske undersøgelser

DM506 blev tilset af personale fra jernbanevirksomhedens værksted i Hjørring, imens togsættet stadig holdt på spor 2 efter hændelsen. Det blev besluttet at flytte DM506 til værkstedsområdet for nærmere undersøgelse. Her kunne det konstateres, at branden var opstået som følge af et varmt akselleje på aksel 5. Da lejehuslåget blev fjernet kunne det konstateres, at aksellejet var defekt.



Foto 1. Defekt akselleje med tre knækkede trykkappeskruer. Kilde: NJ.

Ved gennemgang af vedligeholdelseshistorikken for aksel 5 bemærkedes det, at lejehuslåget og bolte til fastholdelse af aksellejets trykkappe var blevet udskiftet i maj 2021, efter en hændelse, hvor trykkappebolte havde løsnet sig og skåret hul i lejehuslåget. Ved denne reparation blev det vurderet, at selve aksellejet ikke behøvede adskillelse for inspektion, og at det fortsat var egnet til drift. Før dette havde hjulsættet senest været afmonteret for hjulafdrejning i marts 2021.



Foto 2. Skade på lejehuslåg pga. løse trykkappeskruer i maj 2021. Kilde: NJ.

Efter lejevareiet i december 2021, blev den komplette aksel 5 (hjul, aksel, akselgear, lejer og lejevare) sendt til undersøgelse hos jernbanevirksomhedens hjulsætvæddigholdsleverandør. Undersøgelsen blev foretaget af en uvildig ingeniør.

Hjul, aksel og lejer blev undersøgt, af en uvildig ekspert, for at finde årsagen til lejevareiet.

Undersøgelsen viste, at hjulene på akslen ikke havde skader eller uregelmæssigheder, som ville have kunnet føre til lejevarebeskadigelse. Akslen var beskadiget i området omkring lejet, som følge af varmeudviklingen. På akselenden skulle sidde en trykkappe fastholdt af tre 20 mm (M20) bolte. Denne trykkappe lå løst inde i lejevarehuset, og alle dens tre bolte var knækkede. Boltene havde mærker efter at være blevet knækket af som følge af at have mødt modstand i rotationsretningen. Dette var formentligt opstået fordi lejets ruller havde forladt deres pladser, og var kommet i klemme mellem boltene og lejevarehuslåget. Boltene, der var af en anden type end dem som lejevareproducenten foreskrev (Verbus Ripp), var forsynet med låseskiver. Lejet var så beskadiget, at det ikke var muligt at identificere præcist, hvad der havde initieret lejevareiet, ligesom det heller ikke var muligt at afgøre om, der var anvendt Loctite 243 til sikring af boltene, som foreskrevet i lejevareleverandørens væddigholdsvejledning.

Den uvildige ekspert konkluderede, at årsagen til lejevareiet ikke kunne fastlægges pga. store skader på lejet, men nævnte at årsagen enten kunne være fremmedlegemer i lejet, eller at lejet havde kørt med for stort aksialslør. Hjulsvæddigholdsleverandøren konkluderede efter sin undersøgelse, at årsagen til lejevareiet sandsynligvis skulle findes i ét af to mulige senarier. Enten var der blevet introduceret fremmedlegemer til lejet ved det seneste væddigholdsarbejde i marts 2021 eller reparationen i maj 2021, eller også var lejet ikke blevet korrekt tilspændt i forbindelse med udskiftningen af trykkappeboltene i maj 2021, med øget aksialslør til følge, som resulterede i øget slid på lejet.

NJ har, ang. reparationen i maj 2021, oplyst til Havarikommissionen, at

- væddigholdsvejledningen "Wartungsanleitung für die SKF-Radsatzlagerung LVT 642, Ausgabe 2003/06" var til rådighed for værkstedspersonalet
- der blev anvendt bolte i styrkeklasse 10.9 suppleret med Nord-Lock skiver til fastholdelse af trykkappe, jf. praksis indført ca. 10 år tidligere, på baggrund af risikovurdering foretaget af NJ,
- der blev ikke anvendt Loctite 243, da dette ikke anses som værende et krav, når der anvendes bolte suppleret med Nord-Lock skiver
- trykkappeboltene blev tilspændt med 220 Nm, jf. væddigholdsvejledningen
- hjulsættet blev ikke løftet fri af skinnerne og lejet blev ikke forsøgt presset sammen med hydraulisk værktøj.

NJ har endvidere oplyst, at

- trykkappebolte ikke håndteres ifm. demontage af hjulsæt for hjulafdrejning. Tidligere skulle trykkappen demonteres for at aflæse akselnummeret. Dette blev ændret, da man monterede en metalplade med nummeret på en af boltene til aksellejevarehuslåget
- trykkappeboltene ikke kontrolleres ifm. togsættets regelmæssige væddigholdsseftersyn
- NJ har aldrig udført en lejevare afmontering /montering, på eget værksted.

- det ikke har været muligt at finde den oprindelige dokumentation for ændringen af trykkappebolt type.

NJ har i stedet fremlagt en ”ændringsvurdering i relation til sikkerhed” foretaget i 2018, af en anden jernbanevirksomhed, som ønskede at gennemføre samme ændring. Denne angiver bl.a., at

- trykkappeboltene er udgåede og kan ikke leveres mere. Der er tale om en Verbus Ripp bolt, som er en kombineret bolt- og boltsikringsløsning. Ændringen består nu i, at der skal godkendes en erstatning til bolt og boltsikring.
- [Nord-Lock-] skiven overtager den boltsikrende funktion, som var indbygget i den originale bolt. Funktionen er at sikre at bolten ikke kan rotere/løses under normal drift. En enhed består af to identiske skiver med kiler på den ene side og radiale tænder på den modsatte. Princippet bygger på kileformen og hårdhedsforskellen mellem bolt og underlaget. En drejning af den sikrede bolt fører til højere klemkraft og sikrer dermed forbindelsen. I normal drift er energitilførsel ikke høj nok til, at forbindelsen kan løsne sig
- Nord-Lock-princippet er bedre egnet til denne applikation end Verbus Ripp, så boltesamlingen forbedres
- der ikke ændres i grænsefladen imellem boltens gevind og akselendeboringerne gevind, da der anvendes bolt af samme styrkeklasse
- konstruktionen er udsat for vibrationer som fx opstår mellem hjul og skinne. Denne form for belastning kan være en udfordring for boltesamlinger. Derfor skal der anvendes en boltesikring, som sørger for, at boltene ikke løsner sig pga. belastningen
- ændringen indgår i det sikkerhedskritiske sub-system ”hjulsæt og aksler”, og at der derfor skal udarbejdes en systemdefinition og en signifikansvurdering.

NJ har oplyst, at de ikke har kendskab til omtalte systemdefinition og signifikansvurdering. Endvidere oplyses, at årsag til, at NJ ikke anvender Loctite 243 ved reparationer udført med denne ændring, er det forhold, at ”ændringsvurdering i relation til sikkerhed” ikke omhandler Loctite 243.

Vedligeholdelsesvejledningen ”Wartungsanleitung für die SKF-Radsatzlagerung LVT 642, Ausgabe 2003/06” er udgivet i juni 2006, og er på tysk. Relevant for reparationen i maj 2021, er afsnit 3.2, som angiver, at trykkappeboltene skal sikres med Loctite 243 og spændes med 220 Newton meter (Nm) (Bilag 8.1).

Lejeproducenten har til Havarikommissionen oplyst, at

- vedligeholdelsesvejledningens angivelser af anvendelsen af Verbus Ripp bolte og Loctite 243, sandsynligvis skyldes krav fra Deutsche Bahn
- lejeproducenten anser anvendelsen af bolte med almindelig sekskanthoved suppleret med låseblik, Nord-Lock- eller konisk rippede skiver som værende en bedre sikring imod løsskruning end Verbus Ripp bolte
- lejeproducenten generelt ikke anbefaler brugen af Loctite 243, da det senere ikke er muligt at kontrollere tilspændingen med momentnøgle
- trykkappebolte, som går løse, må forventes at resultere i øget aksialslør pga. store dynamiske påvirkninger
- en tilspænding af trykkappebolte (220 Nm.), vil ikke være tilstrækkelig til at drive lejets inderringe på plads. Her vil det være nødvendigt at anvende hydraulisk presværktøj, og hjulsættet skal være løftet fri af belastning. Dog kan det ikke anbefales

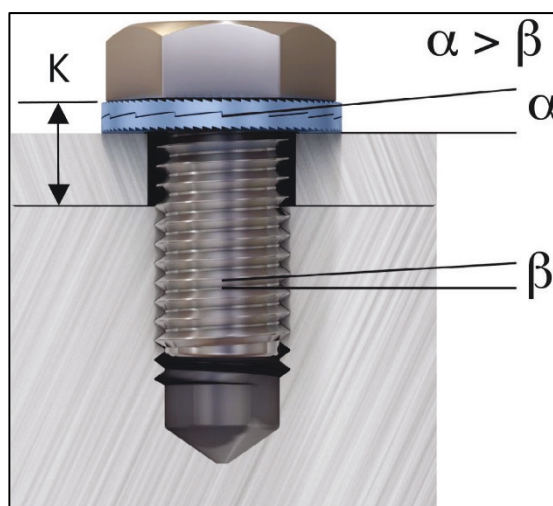
- at udføre denne manøvre, da lejerne ved opstået løshed, med stor sandsynlighed har pådraget sig skader, som vil udvikle sig relativt hurtigt til havari
- ændringer til anvisningerne i vedligeholdelsesvejledningen kun sker på grundlag af nye beregner fra lejeproducenten. Sådanne beregninger er ikke udført.

Producenten af Nord-Lock skiven har oplyst, at anvendelsen af M20 bolte med styrkeklasse 10.9 sammen med Nord-Lock skiver, uden smøremiddel og tilspændt til 220 Nm resulterer i en udnyttelse på ca. 28% af boltens strækgrænse. Dertil oplyses at, klemkraften dermed er lidt for lav til at være sikker på, at Nord-Lock skiven låser boltsamlingen. Da klemlængden (afstanden fra bolthovedets anlægsflade til gevindfæstningen i akselenden) samtidig er forholdsvis kort (ca. 23 mm), er samlingen meget følsom over for sætninger og vibrationer.

Af beregninger, som producenten har foretaget på baggrund af Havarikommissionens spørgsmål vedr. nødvendig tilspændingsmoment, fremgår det, at M20 bolte i styrkeklasse 10.9 bør spændes til 602 Nm, under anvendelse af smøremiddel, for udnyttelse af 75% af boltens strækgrænse, og dermed optimal sikring imod løsskruning, når den korte klemlængde tages i betragtning.



Foto 3. Skrue af Verbus Ripp typen. (Her fotograferet efter hændelsen maj 2021.  
Kilde: NJ.



Figur 2. Principtegning af skrue med Nord-Lock skive. Stigningsvinklen i skiven ( $\alpha$ ) er større end gevindets stigning ( $\beta$ ). Kilde: Nord-Lock. Illustration af klemlængden (K) påført af Havarikommissionen.

## 3.1.1 Hjulsætshistorik

| Dato          | km      | Δ km    | Bemærkning                                                                                                                                         |
|---------------|---------|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| D. 03-01-2018 | 0       |         | Hjulsæt modtages efter renovering. Der er foretaget udskiftning af sliddele i gearkassen, afdrejning af bremseskiver og udskiftning af begge hjul. |
| D. 24-05-2018 | 0       |         | Hjulsæt monteres på DM506 hos NJ.                                                                                                                  |
| Februar 2021  | 370.617 | 370.617 | Hjulsæt afmonteret af NJ ifm. revision.                                                                                                            |
| D. 03-03-2021 | 370.617 |         | Hjulsæt afdrejes ved ekstern leverandør (-20 mm)                                                                                                   |
| Marts 2021    | 370.617 |         | Hjulsæt monteres på DM506 hos NJ.                                                                                                                  |
| D. 15-05-2021 | 388.008 | 17.391  | Bolte til trykkappe konstateres løse. Ny trykkappe monteret med nye bolte og Nord-Lock skiver.                                                     |
| D. 23-12-2021 | 482.617 | 94.609  | Lejehavari                                                                                                                                         |

## 3.2 Tidligere hændelser af lignende art

Der er tidligere registret lignende hændelser, både på samme litratype som nærværende sag, men også andre litra med lignende systemer til fastholdelse af lejer.

- Siemens, Desiro, beskadigede trykkappebolte og lejeuslag (undersøgelse gennemført af jernbanevirksomhed): Boltene løsned sig under kørsel. Jernbanevirksomheden konstaterede i forbindelse med undersøgelsen, at boltene til trykkappe ikke altid blev tilspændt til det foreskrevne moment, hvilket resulterede i øget aksialslør. Jernbanevirksomheden oplyser, at det blev konstateret, at der ikke blev anvendt Loctite til sikring af boltene. Årsagen blev af jernbanevirksomheden vurderet til mest sandsynligt at have været, at den tyske vejledning ikke var egnet til det ikke-tysktalende værkstedspersonale. Endvidere var vejledningens 40 sider teoretisk korrekte, men ikke egnet for praktisk værkstedsbrug, de manglede korte praktiske anvisninger af de enkelte faser, og den manglede information om vigtige detaljer i sammenspændingen af lejet ved genmontering.
- Litra ER, lejehavari (undersøgelse gennemført af jernbanevirksomhed): Boltene til trykkappe løsnet og knækket. Årsagen kunne ikke fastlægges pga. store ødelæggelser af lejet.
- Alstom Coradia Lint, lejehavari (undersøgelse gennemført af jernbanevirksomhed): Boltene til trykkappe løsned sig under kørsel, sandsynligvis fordi de ikke var tilstrækkeligt tilspændt. Virksomheden har efterfølgende indført årlig inspektion af trykkappeboltene på alle togsæt af denne type.

#### 4 ANALYSE

Aksellejet blev monteret på akslen d. 03-01-2018 og taget i drift d. 24-05-2018 på togsæt DM506. Herefter kørte lejet 370.617 km frem til februar 2021, hvor det komplette hjulsæt (hjul, aksel, akselgear, bremseskiver, lejer og lejhuse) blev afmonteret på NJ værksted, og sendt til underleverandør for hjulafdrejning /reprofilering ifm. almindelig revision. Ifm. afdrejningen blev lejer og trykkappeboltene ikke eftersat eller håndteret. Tidligere skulle trykkapperne afmonteres ved hjulafdrejning, bl.a. for at aflæse akselnummer. Nu fremgår akselnummer af en metalplade som er monteret på en af boltene til aksellejehuslåget. I marts 2021 blev hjulsættet igen monteret på togsæt DM506. Herefter kørte det 17.391 km frem til maj 2021, hvor det blev konstateret, at et lejhushåb var blevet ødelagt som følge af, at alle 3 trykkappebolte havde løsnet sig så meget, at de havde skåret hul i lejhushåbet. Løsdrejningen af de 3 bolte kan være sket som følge af, at boltene ved en fejl er blevet løsnet ifm. afmontering af hjulsættet for hjulafdrejning.

Da DM506 i maj 2021 kom ind til reparation efter skade på trykkappebolte og lejhushåb, blev trykkappeboltene udskiftet til en anden type med låseskiver, i stedet for den, af producentens vedligeholdelsesvejledning, angivne bolt med selvlåsende funktion (Verbus Ripp). Dette var en teknisk ændring, som NJ havde indført ca. 10 år tidligere, da den angivne bolt var gået ud af produktion. NJ har oplyst, at der forud for skiftet til bolte med låseskiver, blev gennemført ændringsvurdering, hvor resultatet blev, at ændringen kunne gennemføres uden yderligere tiltag. Ændringen blev foretaget før NJ implementerede CSM-RA (Common Safety Method – Risk Assessment, Fælles sikkerhedsmetode til risikovurdering) jf. EU forordning nr. 402/2013, som skulle være implementeret senest d. 21-05-2015, og kan som følge deraf heller ikke spores i dette regi.

I 2018 er der blevet foretaget en ”ændringsvurdering i relation til sikkerhed” (ændringsvurdering) af en anden jernbanevirksomhed. Denne anvendes nu som dokumentation for ændringen hos NJ. Det fremgår af ændringsvurderingen, at der bør være udarbejdet en systemdefinition og en signifikansvurdering. NJ har oplyst, at de ikke var bekendt med disse dokumenter.

Ændringsvurderingen nævner, at der ikke foretages ændringer i grænsefladen imellem trykkappeboltens gevind og akselendeboringernes gevind, idet der anvendes bolte af samme styrkeklasse (10.9). Dermed har ophør med brug af Loctite 243 tilsyneladende ikke været en del af ændringsvurderingen. Da Loctite 243 ikke nævnes i ændringsvurderingen er det blevet tolket, som om anvendelsen af dette kunne udelades. På trods af den gennemførte ændring, dannede lejeproducentens uændrede vedligeholdelsesvejledning stadig grundlag for reparationen i maj 2021.

Vedligeholdelsesvejledningen er på tysk og angiver, at trykkappebolte skal spændes med 220 Nm samt sikres med Loctite 243. Denne var til rådighed for værkstedspersonalet. Adskillelse og samling af aksellejer var ikke en opgave, som normalt blev udført på NJ's værksted. NJ har oplyst, at der ikke blev anvendt Loctite 243, og at hjulsættet ikke var løftet fri af belastning under reparationen. Vedligeholdelsesvejledningen nævner ikke, at aksellejet skal være fri af belastning, når det samles. Dette skyldes, at vedligeholdelsesvejledningen alene beskriver, hvordan lejet monteres på akslen, når denne ikke er monteret på et togsæt. Ved en tidligere undersøgelse, foretaget af en anden jernbanevirksomhed bemærkedes, at vejledningen manglede information om vigtige detaljer i sammenspændingen af lejet ved genmontering.

Ifølge lejeproducenten vil tilspænding af trykkappebolte til 220 Nm, ikke kunne eliminere aksialslør. Der skal anvendes hydraulisk presværktøj og hjulsættet skal være løftet fri af belastning.

Kørsel med løse trykkappebolte frem til maj 2021 har sandsynligvis resulteret i øget aksialslør og skader på lejet. Samling uden brug af hydraulisk presværktøj og under belastning, har sandsynligvis ikke kunnet eliminere akselsløret.

Kombinationen af

- bolte med styrkeklasse 10.9
- Nord-Lock skiver
- samling uden smøremiddel
- ingen Loctite [som til dels også kunne fungere som smøremiddel under samlingen]
- tilspændingsmoment på 220 Nm

resulterede i en boltsamling, som kun udnyttede ca. 28% af boltens strækgrænse.

Boltsamlingen blev herefter udsat for vibrationer under drift, hvilket sammen med sætningen efter montagen og den korte klemlængde, kan have resulteret i endnu lavere udnyttelse af boltens strækgrænse.

Producenten af Nord-Lock skiven anbefaler, at man udnytter 75% af boltens strækgrænse for at sikre, at skiven låser boltsamlingen, den korte klemlængde taget i betragtning.

Udnyttelse af 75% af strækgrænsen kræver samling under anvendelse af smøremiddel og tilspænding til 602 Nm.

Efter reparationen i maj 2021 kørte DM506 94.609 km frem til hændelsen d. 23-12-2021, hvor der opstod brand omkring aksellejehuset. Undersøgelsen af lejet efter denne hændelse fastslog, at branden var opstået pga., at aksellejet var blevet nedbrudt som følge af forøget slid. Sliddet var sandsynligvis opstået enten som følge af fremmedlegemer i aksellejet, eller pga. for stort aksialslør i aksellejet.

Ved undersøgelsen af tidligere hændelser med aksellejer på Desiro togsæt, blev det afdækket, at der var risiko for, at aksellejet ikke blev samlet korrekt og havde for stort aksialslør, hvis ikke trykkappeboltene blev tilspændt efter anvisningerne i vedligeholdelsesvejledningen.

Ligeledes kunne manglende sikring med Loctite 243 have været medvirkende til, at boltene kunne løsne sig. Endvidere blev det i et tilfælde vurderet, at den tyske vedligeholdelsesvejledning, af sproglige og tekniske årsager, var uegnet for personalet som skulle bruge den.

Trykkappeboltene sidder et sted, hvor de påvirkes af vibrationer, hvorfor det er kendt, at boltene skal sikres imod at løsne sig. Lejeproducentens vedligeholdelsesvejledning tilsiger, at denne sikring skal ske ved anvendelse af bolte af typen Verbus Ripp, som har tværgående riller under bolthovedet, samt ved anvendelsen af Loctite 243.

Ved udskiftning/vedligehold af hjulsættets komponenter (undtagen hjulafdrejning) afmonteres trykkappeboltene, for bagefter at blive genmonteret jf. lejeproducentens vedligeholdelsesvejledning. Dette sker senest efter 1.000.000 km eller 5 år.

Lejeproducenten finder denne metode tilstrækkelig sikker til, at der ikke kræves regelmæssig inspektion af trykkappeboltens tilstand/tilspænding.

Trykkappeboltene bliver synlige når hjulsættet afmonteres for hjulafdrejning. Dette sker ofte uden afmontering af lejet. Ifm. dette foreskrives ingen kontrol af trykkappeboltens tilspænding. Det skyldes formentligt, at det forventes, at boltene er sikret med Loctite 243, hvorfor en kontrol med momentnøgle ikke ville være retvisende, og i værste fald ville svække limens (Loctite 243) styrke.

Lejeproducenten har ikke deltaget ved vurderingen af ændringen vedrørende udskiftning af Verbus Ripp bolt til en bolt med almindelig sekskant-hoved og Nord-Lock skive. Ligeledes har lejeproducenten ikke foretaget beregninger for tilspænding af den ændrede bolttype med Nord-Lock skive.

## 5 KONKLUSION

Aksellejet havarerede sandsynligvis som følge af øget aksialslør og / eller skader som følge af fremmedlegemer i lejet.

Blandt de medvirkende årsager kan være:

- en vedligeholdelsesmanual, som ikke var egnet til det udførte arbejde
- utilstrækkelig tilspænding.

### 5.1 Supplerende oplysninger

Havarikommissionen er ikke blevet forelagt en signifikansvurdering. Det er Havarikommissionens vurdering, at konsekvensen af et svigt, som følge af ændringen ved trykkapboltene, ville kunne føre til en alvorlig ulykke. I det nuværende vedligeholdelsessystem ses ikke indlagt mulighed for overvågning af den tekniske ændring (ingen eftersyn af boltene imellem lejerevision), lige som ændringen må betragtes som ikke-reversibel, da den af lejeproducenten foreskrevne bolt er angivet som ikke længere tilgængelig. Disse forhold taler for, at ændringen bør betragtes som signifikant, jf. EU forordning nr. 402/2013, artikel 4, stk. 2, punkt a, d og e. Den endelige vurdering af ændringens signifikans påhviler virksomheden som ønsker ændringen gennemført.

Forskellene i det udførte vedligeholdelsesarbejde og beskrivelsen af samme i vedligeholdelsesvejledningen skyldes dels, at vejledningen ikke var blevet opdateret efter ændringen er blevet gennemført og dels, at det var NJ's opfattelse af Loctite ikke skulle anvendes, da den ikke var nævnt i ændringsvurderingen.

Det kan ikke udelukkes, at det forhold, at vedligeholdelsesvejledningen var på tysk, har været medvirkende årsag til, at det ikke blev bemærket, at der var forskel på det beskrevne og det udførte arbejde.

**6 ALLEREDE TRUFNE FORANSTALTNINGER**

NJ har oplyst, at

- der er indført procedurer som sikrer, at hjullejer demonteres og sendes til kontrol, hvis der konstateres løse trykkappebolte. Dermed sikres efterfølgende også korrekt samling jf. vedligeholdelsesvejledningen ”Wartungsanleitung für die SKF-Radsatzlagerung LVT 642, Ausgabe 2003/06”.
- NJ efter gennemgang af hjullejedokumentationen er blevet opmærksom på, at der var behov for at tilpasse/tydeliggøre de revisionstolerancer som anvendes. For Desiro betyder det, at den kilometerbaserede revisionstolerance nedsættes fra 1.000.000 til 800.000 producerede togkilometer. Dermed sikres, i NJ produktionsmønster, at revisionsfristen på 5 år ikke overstiges.
- der er bestilt nye Verbus Ripp bolte til erstatning for de trykkappebolte, der i dag er monteret på Desiro togsæt.

## 7

**ANBEFALINGER**

Den primære årsag til, at trykkappeboltene kunne løsne sig under drift, skal sandsynligvis findes i utilstrækkelig tilspænding efter teknisk ændring til ny bolttype. Ændringen blev gennemført uden, at behovet for forøget tilspændingsmoment ved brug af den nye bolttype var blevet identificeret, og vedligeholdelsesinstruktionerne blev derfor heller ikke opdateret. Efterfølgende har virksomheden oplyst, at den gennemførte tekniske ændring er blevet ført tilbage. Således anvendes der nu kun Verbus Ripp bolte til trykkapper på Desiro togsæt.

DK-2022 R 10 af d. 19-12-2022.

Havarikommissionen anbefaler, at Trafikstyrelsen sikrer, at Nordjyske Jernbaner håndterer ændringer af teknisk, driftsmæssig eller organisatorisk art via sit sikkerhedsledelsessystem (SLS) og i overensstemmelse med gældende lovgivning, herunder at virksomheden håndterer ændringerne af trykkappebolte på Desiro togsæt i henhold til dette.

**Bemærkning**

Med baggrund i, at NJ har oplyst, at der er indført procedurer som sikrer, at hjullejer demonteres og sendes til kontrol, hvis der konstateres løse trykkappebolte, har Havarikommissionen ikke yderligere anbefalinger.

**8 BILAG****8.1 Uddrag af vedligeholdelsesvejledning**

”Wartungsanleitung für die SKF-Radsatzlagerung LVT 642, Ausgabe 2003

---

**SKF Österreich AG****SKF**

---

Radsatzlagerung SKF 432740

Seite 15

**3.2. Montage der Druckkappe sowie der Gehäusedeckel**

Nach der eigentlichen Lagerhauptmontage erfolgt die Fixierung der Lagerung mittels Druckkappe; Anziehdrehmoment  $M = 220^{+/-10}$  Nm.

Die Schrauben werden mit Loctite 243 eingeklebt.

Im Anschluß daran erfolgt die Montage der unterschiedlichen Deckel gemäß Belegungsplan (siehe Seite 17).

- Normaldeckel 435700
- Deckel für INDUSI 435702
- Deckel für Gleitschutz 435719

Zur optimalen Abdichtung muß der dafür vorgesehene O-Ring zwischen Gehäuse ring und äußerem Deckel eingelegt werden.

Die jeweiligen Anziehdrehmomente entnehmen Sie bitte unserer Zusammenstellungszeichnung 432740 sowie den jeweiligen Firmenzeichnungen.

Es ist darauf zu achten, daß das Anziehen der Schrauben schrittweise (zuerst mit ca. 30 Nm) und diagonal versetzt erfolgt.