


# RAPPORT

JB 2017/04



## RAPPORT OM AVSPORING PÅ GULLERÅSEN T-BANESTASJON, HOLMENKOLLBANEN 2. OG 3. SEPTEMBER 2016

 English summary included

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

ISSN 1894-5848 (trykt utg.)  
ISSN 1894-5910 (online)

Statens havarikommisjon for transports virksomhet er hjemlet i lov 3. juni 2005 nr. 34 om varsling, rapportering og undersøkelse av jernbaneulykker og jernbanehendelser m.m. § 3 jf. forskrift 31. mars 2006 nr. 378 om offentlige undersøkelser av jernbaneulykker og alvorlige jernbanehendelser m.m. § 2

**INNHOLDSFORTEGNELSE**

|  |    |
|--|----|
| SAMMENDRAG.....  | 3  |
| ENGLISH SUMMARY .....  | 3  |
| 1. FAKTISKE OPPLYSNINGER .....   | 5  |
| 1.1 Melding om ulykken .....   | 5  |
| 1.2 Undersøkelsen og organisering .....                                      | 5  |
| 1.3 Hendelsesdata .....  | 5  |
| 1.4 Hendelsesforløp .....  | 5  |
| 1.5 Personskader .....   | 7  |
| 1.6 Skader på involvert materiell .....                                      | 7  |
| 1.7 Skader på infrastruktur.....   | 7  |
| 1.8 Været.....   | 7  |
| 2. GJENNOMFØRTE UNDERSØKELSER.....   | 8  |
| 2.1 Fokus og avgrensninger .....   | 8  |
| 2.2 Involverte aktører.....  | 8  |
| 2.3 Personellinformasjon .....   | 8  |
| 2.4 Undersøkelse av infrastruktur .....                                      | 8  |
| 2.5 Undersøkelse av materiell.....   | 12 |
| 2.6 Lover og forskrifter.....  | 15 |
| 3. ANALYSE.....  | 16 |
| 3.1 Hendelses- og konsekvensanalyse .....                                    | 16 |
| 3.2 Mangelfull smøring av skinner .....                                      | 16 |
| 3.3 Manglende kontroll av skinnegang før tilbakeføring til normal drift..... | 18 |
| 4. KONKLUSJON .....  | 19 |
| 5. GJENNOMFØRTE TILTAK .....   | 19 |
| 6. SIKKERHETSTILRÅDINGER .....   | 20 |

## SAMMENDRAG

Fredag 2. september og lørdag 3. september 2016 sporet T-banetog 108 av i lav hastighet på Gulleråsen stasjon i retning Frognerstøseter. Begge togene sporet av med nest bakerste boggi til venstre i kjøreretningen. Det oppsto ingen personskader, men skade på infrastruktur og togene.

Etter avsporingen 2. september ble infrastruktur og materiell undersøkt av Sporveien T-banen AS. Personell på stedet rapporterte i loggen av det var observert tørt spor på stedet, men dette ble ikke varslet videre. De som utfører kontroll av infrastruktur før trafikk settes tilbake til normal drift oppdaget ikke, og var ikke kjent med, tørt spor på stedet. Oslo brann og redningsvesen hadde problemer med å få dreid den avsporede boggien tilbake til riktig posisjon, og Sporveien T-banen AS antok at det var feil på materiellet som hadde ført til avsporingen.

Etter avsporingen 3. september ble det oppdaget tørre skinner og spon i ballasten. I tillegg var det synlig slitasje på skinnegangen.

Havarikommisjonen og Sporveien T-banen AS sine undersøkelser har vist at sentralanlegget for påfylling av flensesmøremiddel hadde vært ute av drift en lengre periode på Ryen verksted. I tillegg var utstyr for omrøring ute av drift på Avløs. Tog som hadde vært inne for rutinemessig vedlikehold var dermed blitt satt i drift, enten uten flensesmøremiddel, eller med flensesmøresystem som var tette. Når flensene ikke blir smurt vil fettsjiktet på skinnegangen bli slitt og skinnene blir tørre over tid.

Undersøkelsen har vist svakhet i smøring av skinner som barrierefunksjon for å hindre avsporing av materiell i krappe kurver. Den har også vist mangler i kontroll før idriftsettelse på strekninger etter hendelser og ulykker.

På grunn av Sporveien T-banen AS sine gjennomførte tiltak etter ulykkene fremmes det ingen sikkerhetstilråding.

## ENGLISH SUMMARY

On Friday 2 and Saturday 3 September 2016, a metro train 108 derailed at low speed while pulling out from Gulleråsen station in the direction of Frognerstøseter. In the case of both trains it was the second bogie from the rear that derailed, running out to the left in the direction of travel. Nobody was injured, but the infrastructure and trains were damaged.

After the derailment on 2 September, the infrastructure and rolling stock were examined by Sporveien T-banen AS. Staff on site noted in the log that 'dry rails' had been observed locally, but nobody was notified of this. The staff who examined the infrastructure before the line is opened for normal operation, did not detect and was not aware of the locally dry rails. Oslo's fire and rescue service had problems turning the derailed bogie back into the right position, and Sporveien T-banen AS assumed at the time that the derailment was due to defects in the rolling stock.

After the derailment on 3 September, it was found that the rails were dry and there were shavings in the ballast. The rails were also clearly marked by wear.

It was found in the Accident Investigation Board Norway and Sporveien T-banen AS's investigations that the central system for filling wheel flange lubricant had been out of order in the workshop at Ryen for some time. The lubricant stirring equipment was also out of order at Avløs. Trains that had been taken in for routine maintenance had thus been put back into operation, either

without flange lubricant or with blocked lubrication systems. When the wheel flanges are not lubricated, the fatty layer on the rails is worn away and the rails eventually become dry.

The investigation showed that there were weaknesses in rail lubrication as a barrier to derailment in sharp curves. It also found weaknesses in the inspections carried out before trains on a section are put back into operation after an incident or accident.

Because Sporveien T-banen AS has implemented measures after the accident, no safety recommendations are submitted.

# 1. FAKTISKE OPPLYSNINGER

## 1.1 Melding om ulykken

Statens havarikommisjon for transport (SHT) mottok varsel fredag 2. september 2016 ca. kl. 2215 fra Sporveien T-banen AS om en avsporing på Gulleråsen stasjon på Holmenkollbanen. Lørdag 3. september 2016 ca. kl. 1820 ble det varslet om avsporing på samme sted av Sporveien T-banen AS. To havariinspektører reiste til stedet og utførte undersøkelser den 3. september. Informasjon om at SHT hadde igangsatt undersøkelse ble meddelt involverte parter den 12. september 2016, og European Union Agency for Railways (ERA) ble informert 23. september 2016.

## 1.2 Undersøkelsen og organisering

Beslutning om å gjennomføre sikkerhetsundersøkelse er gjort på bakgrunn av ulykkens alvorlighetsgrad, og på grunn av to like hendelser samme sted to dager etter hverandre. Organisering og mandat for undersøkelsen ble besluttet i oppstartmøtet. Undersøkelsen er gjennomført som et prosjektarbeid, ledet av undersøkelsesleder. Undersøkelseseier er avdelingsdirektør, Jernbaneavdelingen i Statens havarikommisjon for transport.

## 1.3 Hendelsesdata

Tabell 1: Om hendelsen

| <b>Avsporing Gulleråsen</b>              |                          |                          |
|--|--------------------------|--------------------------|
| <b>Hendelse:</b>                         | Avsporing 1              | Avsporing 2              |
| <b>Hendestidspunkt:</b>                  | 02.09.2016 kl. 2158      | 03.09.2016 kl. 1745      |
| <b>Hendelsessted:</b>                    | Gulleråsen T-banestasjon | Gulleråsen T-banestasjon |
| <b>Tognummer:</b>                        | 108                      | 108                      |
| <b>Togtype:</b>                          | T-bane                   | T-bane                   |
| <b>Involvert materiell:</b>              | Siemens MX3000           | Siemens MX3000           |
| <b>Registrering:</b>                     | 3022                     | 3014                     |
| <b>Togdata:</b>                          | 54,34 m, 92,9 tonn       | 54,34 m, 92,9 tonn       |
| <b>Eier:</b>                             | Sporveien T-banen AS     | Sporveien T-banen AS     |
| <b>Bruker:</b>                           | Sporveien T-banen AS     | Sporveien T-banen AS     |
| <b>Enhet med ansvar for vedlikehold:</b> | Sporveien T-banen AS     | Sporveien T-banen AS     |
| <b>Besetning:</b>                        | Fører                    | Fører                    |
| <b>Passasjerer i tog:</b>                | Ukjent                   | Ukjent                   |

## 1.4 Hendelsesforløp

Fredag 2. september 2016 kl. 2158 sporet T-banetog 108 av med en boggi ved igangsetting etter stopp på Gulleråsen stasjon på Holmenkollbanen i retning Frognersteraen. Fører opplevde små rykninger i toget, og toget mistet strømforsyningen et kort øyeblikk. Ved planoverganger på T-banens linjer er det strømgap der strømskinnene opphører. Strømmen kom tilbake, men toget fikk ingen feilmeldinger. Fører forsøkte da å kjøre videre, men toget mistet på nytt kjørestrømmen. Fører tok da kontakt med trafikkleder og informerte om at toget hadde sporet av, og startet deretter evakuering av toget.



Figur 1: Kart over Oslo, med Gulleråsen stasjon markert. Kart: © Kartverket

Oslo brann- og redningsetat var på avsporingstødet 2. september. I følge Sporveien T-banen AS hadde de problemer med å dreie boggien i riktig stilling. Det ble derfor antatt at det var feil på toget som var årsaken til at det sporet av. Fagleder T-bane var også på stedet, og observerte tørre skinner. Dette ble loggført, men det ble ikke utført noen tiltak på sporet før strekningen ble åpnet for normal drift.



Figur 2: Avsporet boggi lørdag 3. september 2016. Foto: SHT



Figur 3: Front av tog 108 på planovergang lørdag 3. september 2016. Foto: SHT

Lørdag 3. september 2016 kl. 1745 skjedde det en ny avsporing, på samme sted med tog 108. Her opplevde også fører at toget ikke kom over strømgapet. Toget trillet 2-3 meter bakover, før fører på nytt forsøkte å komme over strømgapet. Fører kontaktet trafikkleder og informerte om problemet. Deretter forsøkte han å føre bakke toget fra motsatt ende. Ved igangsetting i retning Majorstuen kjente fører vibrasjoner i toget og stanset. Han kontaktet trafikkleder på nytt og informerte om at toget hadde sporet av, og startet deretter evakuering av toget.

Etter avsporingen 3. september var Oslo brann- og redningsetat, politi og SHT på stedet. Det ble observert tørre skinner, og jernspon i ballasten. Etter at toget hadde blitt satt tilbake på sporet og kjørt vekk, ble det påført fett på skinnegangen for å unngå flere avsporinger. Deretter ble det iverksatt undersøkelser av flensmøreanlegget.

På Holmenkollbanen er det korte plattformlengder på de fleste stasjonene og banen er derfor trafikkert med 3-vognssett hele driftsdøgnet.

### **1.5 Personskader**

Ingen personer ble skadet i avsporingene.

### **1.6 Skader på involvert materiell**

Det oppstod skader på boggiere, strømvtagere, braketter, vognkasse og broplate mellom vognene.

### **1.7 Skader på infrastruktur**

Avsporingene førte til skader på strømskinneanlegget og betongpullert etter planovergangen, og 5 sviller var så skadet at de måtte skiftes. Mannskaps- og maskinkostnader for reparasjon er beregnet til ca. NOK 218.000. Øvrige materialkostnader er ikke kjent.

### **1.8 Været**

Meteorologisk institutts nærmeste målestasjon er på Blindern i Oslo, ca. 2,1 km fra Gulleråsen. Fredag 2. september kl. 2200 var temperaturen ca. 15°C, mens den lørdag 3. september kl. 1900 var ca. 20°C. Det ble ikke registrert nedbør de to nevnte dagene.



## 2. GJENNOMFØRTE UNDERSØKELSER

### 2.1 Fokus og avgrensninger

Undersøkelsen har hatt fokus på årsaker til avsporingene, flensesmøreanlegg montert på togene, anlegg for påfylling av smørefett i verkstedene og kontroller etter hendelser før idriftsetting av trafikk på strekninger etter avsporing.

### 2.2 Involverte aktører

Sporveien Oslo AS er landets største leverandør av kollektivtrafikk og frakter årlig over 230 millioner passasjerer i og rundt Oslo. Konsernet har ansvaret for vedlikehold av trikker og T-banetog.

Sporveien T-banen AS er underlagt Sporveien Oslo AS og har tillatelse til å drive trafikkvirksomhet, drift av kjørevei og trafikkstyring på tunnelbanenettet i Oslo og Akershus.

### 2.3 Personellinformasjon

Fører av tog 108 fredag 2. september har vært ansatt som fører i Sporveien T-banen AS siden 24. mars 2014. Fører av tog 108 lørdag 3. september har vært ansatt som fører i Sporveien T-banen AS siden 22. januar 1996. Tjeneste i forkant av avsporingene er vist i tabell 2.

Tabell 2: Oversikt over tjeneste i forkant

| Dato:                      | 30. aug 2016 | 31. aug 2016 | 01. sept 2016 | 02. sept 2016 | 03. sept 2016 |
|----------------------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| Fører fredag<br>02.09.2016 | Fri          | 1755-0110    | Fri           | 1805-0311     | 1801-0129     |
| Fører lørdag<br>03.09.2016 | 1807-0129    | 1735-0113    | Fri           | Fri           | 1744-0109     |

### 2.4 Undersøkelse av infrastruktur

#### 2.4.1 Gulleråsen stasjon

Gulleråsen stasjon er en stasjon på Holmenkollbanen, med plattform kun for tog i retning Frognerseteren. Stasjonen ligger i en kurve med radius på 81 meter, og ca. 25% stigning.

I nordenden av stasjonen er det en planovergang for biltrafikk. Ved planovergangen er det opphold i strømskinnen, også kalt «strømgap». Ved strømgapet vil enten en eller to vogner miste traksjon, inntil til de fremre strømvakterene kommer i kontakt med strømskinnen. Figur 4 viser hvor strømskinnen slutter, og hvor det er strømgap.



Figur 4: Gulleråsen stasjon. Foto: SHT

#### 2.4.2 Slitasje på skinnegangen

3. september ble det observert at skinnene var tørre, og at det lå spon fra skinnene i ballasten. I krappe kurver vil kontakten mellom hjulflensen og skinnhodet slipe mot hverandre, og man får økt slitasje på hjul og skinne. I tillegg kan dette føre til at friksjonen mellom hjul og skinne blir for stor, slik at hjulene klatrer og sporer av. Slitasje på skinne og spon i ballast er vist i figur 5 og figur 6.



Figur 5: Venstre skinnestreng, spon fra skinner i ballast. Foto: SHT



Figur 6: Slitasje på venstre skinnegang. Foto: SHT

I følge Sporveien T-banen AS ble det gjennomført kontroll av sporgeometri med måletralle 15. juli 2016 og gått linjevisitasjon 22. august 2016. Målinger av sporgeometri 15. juli og vurderinger fra linjevisitasjon 22. august viste ingenting unormalt eller at noen av målene var utenfor toleransegrensene.

Den 2. september hadde det også blitt rapportert om tørre skinner på Røabanen. Dette var meldt inn fra infrastrukturenheten til verkstedet på Ryen. Ryen verksted kontrollerte da tilfeldige tog og observerte tørre og ru flenser på togsett som stod inne på verksted for vedlikehold. Dette viste at det var tørre skinner på flere banestrekninger enn bare Holmenkollbanen.

### 2.4.3 Smøring av skinner i krappe kurver

#### 2.4.3.1 *Barrierefunksjonen smøring av skinner*

Statens jernbanetilsyn har gitt ut en veileder for bruk av barrierer i jernbanevirksomheter. «Bruk av barrierer for jernbanevirksomheter»<sup>1</sup> kan leses på Statens jernbanetilsyn sine nettsider, [www.sjt.no](http://www.sjt.no). Veilederen sier blant annet at en barrierefunksjon består av flere barriereelementer som til sammen skal gi ønsket effekt av et tiltak. For at en barriere skal opprettholde sin funksjon er det viktig at den er planlagt, at tiltak er utført, at tiltak kontrolleres og at det evalueres. Smøring av skinner kan betraktes som en del av en barrierefunksjon for å forhindre avsporing i krappe kurver.

#### 2.4.3.2 *Rullering av materiell*

For å redusere støy, minimere slitasje av hjul og skinner samt senke risikoen for avsporing, smøres flensene på toghjulene slik at de kan legge igjen fett på skinnegangen. Det er viktig at det smøres med riktig mengde, da for lite fett vil øke støy, slitasje og risiko for avsporing, mens for mye kan føre til at man får fett på toppen av skinnehodet som kan gi glatte skinner og medføre glidning med påfølgende forlenget bremsevei eller sluring ved akselerasjon.

For å få riktig mengde med fett på skinnene har Sporveien T-banen AS vurdert det slik at 29 av 115 togsett kjøres med anlegg for flensesmurning innkoblet. Det er en treghet i det oppbygde fettsjiktet både ved oppbygging og nedbygging, som gjør at daglig drift blir lite påvirket av små endringer i rullering av materiell. Sporveien T-banen AS har erfart at dette er riktig antall tog for å påføre riktig mengde med fett på skinnene. Rullering av materiell på de forskjellige strekningene er ikke styrt. For å vurdere at antall tog er riktig har Sporveien T-banen AS kontrollert dette blant annet med visitasjon av hjul på materiell med inn- og utkoblet flensesmøreanlegg, visitasjon av infrastruktur under normal drift og i perioder med avstengt flensesmøreanlegg.

Etter avsporingene 2. og 3. september utførte Sporveien T-banen AS stikkprøver over en periode på 15 dager for å verifisere rullering av materiell med innkoblet flensesmøreanlegg. Stikkprøven viste at rulleringen varierte noe over og under målet på 25%, men gjennomsnittet var akseptabelt.

Et alternativ til flensesmøreanlegg montert på toget, er systemer for smøring som plasseres ute på infrastrukturen. Tidligere var anlegg for smøring av skinner montert ute på infrastrukturen, men ifølge Sporveien T-banen AS var det problemer med systemenes pålitelighet i drift. Man valgte derfor å ha flensesmøreanlegg montert på togene.

---

<sup>1</sup> <https://www.sjt.no/jernbane/veiledning/veiledninger/sikkerhetsstyring/bruk-av-barrierer-for-jernbanevirksomheter/>



### 2.4.3.3 Sentralanlegg for påfylling av smøremiddel

Sporveien T-banen AS har to anlegg for påfylling av flensefett på togene. Et er plassert på verkstedet på Ryen, mens det andre er plassert på verkstedet på Avløs. Anleggene består av fat med smørefett, pumpe og automatisk omrøring av smørefettet slik at det ikke skiller seg ved lagring, se figur 7.

Ifølge Sporveien T-banen AS hadde anlegget på Ryen vært ute av drift siden midten av juli 2016, mens utstyret for omrøring av smøremiddel i anlegget på Avløs hadde vært frakoblet på grunn av støy. Anlegget på Ryen hadde var ute av drift på grunn av at pumpen montert på fatet hadde blitt forlatt i luftstilling. Dette hadde ført til at smørefettet sprutet ut i rommet.

Ansvar for sentralt anlegg for påfylling av smøremiddel er ikke tildelt en funksjon eller avdeling i organisasjonen, men er i stedet plassert ansvarsmessig i grensesnitt mellom Infrastrukturenheten og verkstedene. Det fastmonterte utstyret tilhører Infrastrukturenheten, mens smørefett, pumper og peilestaver tilhører verkstedene. Bestilling av nye fat med smøremiddel utføres av ansatte på lageret. Tidligere hadde enkeltpersoner tatt ansvaret for sentralanleggene, men dette har ikke blitt videreført i forbindelse med endringer i organisasjonen.

Da smøreanlegget på Ryen verksted var ute av drift, ble det ikke fylt smørefett på togene som gikk ut i trafikk etter vedlikehold. Dette førte til at færre tog enn planlagt gikk med virksomme flensesmøreanlegg. Dette fører over tid til at smørefilmen blir gradvis tynnere på skinnene. Utkobling av utstyr for omrøring kan føre til at smøremiddelet skiller seg ved at faststoffet synker ned i fatet. Smøremiddelet som fylles på togene kan da ha andre egenskaper slik at det smører dårligere.



Figur 7: Sentralanlegg for påfylling av flensefett på Ryen verksted. Foto: SHT

#### 2.4.4 Sporveien T-banens kontroll av skinnegang etter avsporing 2. september

Etter avsporingen 2. september var blant annet banevakt, fagleder T-bane og Oslo brann- og redningsetatet på stedet. Banevakten skal kontrollere infrastrukturen etter hendelser og ulykker, mens fagleder T-bane har oppgaver i forhold til beredskap. Fagleder T-bane har ingen tekniske kontrollopgaver.

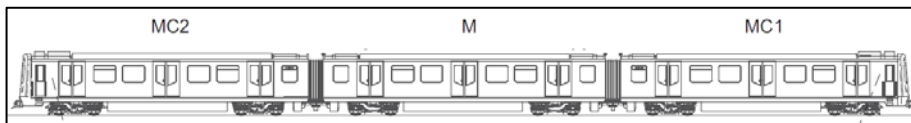
I følge Sporveien T-banen sin logg skriver fagleder T-bane blant annet «*Oppdaget at det lå spon gjennom hele kurven, skinnene var helt tørre, så det hadde vært mye gnaging over en tid.*» Så lenge dette ikke varsles på annen måte enn i loggen, vil slike tilbakemeldinger ikke bli fulgt opp før neste virkedag. Kontroll av flensesmøreanlegg var ikke et eget kontrollpunkt før strekningen kunne frigis til normal drift etter avsporingen, og de hadde heller ingen egen instruks for idriftsetting av trafikk etter avsporinger.

Da det ble observert tørre skinner etter avsporingen 3. september ble det iverksatt undersøkelser og tiltak før idriftsetting av normal trafikk igjen.

### 2.5 **Undersøkelse av materiell**

#### 2.5.1 Siemens MX3000

Siemens MX3000 er et 3-vogns tog levert av Siemens AG. Et 3-vognssett består av vognene MC1, M og MC2. MC1 og MC2 er utstyrt med strømvtagere. Alle vognene er utstyrt med drivmotorer, der den midtre vognen får strømforsyning fra strømvtagerene på MC1.



Figur 8: Siemens MX3000

Med MC2 som første vogn vil MC1 og M ha trekkraft ved opphold i strømskinnene, mens med MC1 som første vogn er det kun MC2 som vil ha trekkraft ved passering av strømgap, og dermed dytte de andre vognene. 2. september kjørte toget med MC2 foran, mens det 3. september kjørte med MC1 foran.

#### 2.5.2 Hjulmål

Etter avsporingene ble flenstykkelse, flenshøyde og  $Qr^2$ -mål for hjulene målt på de avsporede boggiene. Målingene ble foretatt på Sporveien T-bane AS sitt verksted på Ryen. Sporveien T-banen AS sine krav til målene er vist i figur 9 og tabell 3.

For stort  $Qr$ -mål fører til at hjulflensens vinkel er for lav, og øker sannsynligheten for klatring på skinnegangen med påfølgende avsporing. Spesielt ved tørre skinner vil da den lave vinkelen og høyere friksjon mellom hjul og skinne øke sannsynligheten for at toget sporer av.

---

<sup>2</sup>  $Qr$ -mål: Mål som angir flensens vinkel

|                             |   |     |   |   |
|-----------------------------|---|-----|---|---|
| Hjuldiameter etter dreiling | S | Hdd | Ø min 779 mm  |  |
| Hjuldiameter                | S | Hd  | Ø min 770 mm  |   |
| Hjuldiameterforskjell       | S | Hdf | På samme aksel: Verkstedgrense <sup>1</sup> : Hdf <0,25 mm<br>Driftsgrense <sup>1</sup> : Hdf <0,8 mm |   |
|                             |   |     | På samme vogn: Driftsgrense <sup>1</sup> : Hdf ≤4,0 mm  |   |
| Flensetykkelse              | S | Ft  | Min. 21 mm Ft + Ft min. 44 mm på samme aksel  |   |
| Flensehøyde                 | S | Fh  | Min. 25 mm, maks. 36 mm   |   |
| Qr-mål [mm]                 | S | Qr  | Min. 6,5 mm/maks. 11 mm<br>Ved Qr-mål over 11 mm, skal det kontrollmåles i hjuldreiebenken.           |   |

Figur 9: Krav til hjulmål. Kilde: Sporveien T-banen AS

Tabell 3: Krav til hjulmål

| Mål            | Krav                      |
|----------------|---------------------------|
| Flensetykkelse | Min. 21 mm                |
| Flensehøyde    | Min. 25 mm, maks. 36 mm   |
| Qr-mål         | Minium 6,5 mm, maks 11 mm |

Resultatene fra hjulmålingene utført av Sporveien T-banen AS er vist i figur 10 og figur 11. Alle målene var innenfor kravene.

| Vogn i togsettet:           |        | MC 1   |        |        |        |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Hjulgang nr:                |        | 1      | 2      | 3      | 4      |
| (Hjulgang for IFS)          |        | (1)    | (2)    | (4)    | (3)    |
| Flensehøyde (Fh)            | Hjul 1 | Hj 1.1 | Hj 2.1 | Hj 3.1 | Hj 4.1 |
|                             | Hjul 2 | Hj 1.2 | Hj 2.2 | Hj 3.2 | Hj 4.2 |
| Flensetykkelse (Ft)         | Hjul 1 | Hj 1.1 | Hj 2.1 | Hj 3.1 | Hj 4.1 |
|                             | Hjul 2 | Hj 1.2 | Hj 2.2 | Hj 3.2 | Hj 4.2 |
| Hjuldiameter (Hd)           | Hjul 1 | Hj 1.1 | Hj 2.1 | Hj 3.1 | Hj 4.1 |
|                             | Hjul 2 | Hj 1.2 | Hj 2.2 | Hj 3.2 | Hj 4.2 |
| Hjuldiameterforskjell (Hdf) |        |        |        |        |        |
| Qr-mål (Qr)                 | Hjul 1 | Hj 1.1 | Hj 2.1 | Hj 3.1 | Hj 4.1 |
|                             | Hjul 2 | Hj 1.2 | Hj 2.2 | Hj 3.2 | Hj 4.2 |

Figur 10: Hjulmål fra avsporet boggi tog 108 fredag 2. september. Kilde: Sporveien T-banen AS

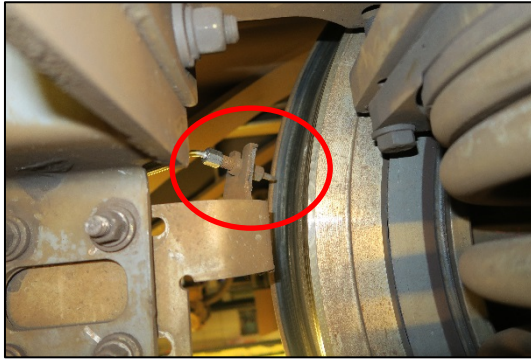
| MC2    |         |         |         |
|--------|---------|---------|---------|
| 9      | 10      | 11      | 12      |
| (3)    | (4)     | (2)     | (1)     |
| Hj 9.1 | Hj 10.1 | Hj 11.1 | Hj 12.1 |
| Hj 9.2 | Hj 10.2 | Hj 11.2 | Hj 12.2 |
| Hj 9.1 | Hj 10.1 | Hj 11.1 | Hj 12.1 |
| Hj 9.2 | Hj 10.2 | Hj 11.2 | Hj 12.2 |
| Hj 9.1 | Hj 10.1 | Hj 11.1 | Hj 12.1 |
| Hj 9.2 | Hj 10.2 | Hj 11.2 | Hj 12.2 |
| Hj 9.1 | Hj 10.1 | Hj 11.1 | Hj 12.1 |
| Hj 9.2 | Hj 10.2 | Hj 11.2 | Hj 12.2 |

Figur 11: Hjulmål fra avsporet boggi tog 108 lørdag 3. september. Kilde: Sporveien T-banen AS

### 2.5.3 Flensesmøreanlegg

#### 2.5.3.1 Teknisk

Det finnes flere løsninger for å få smurt sidene av skinnehodet, eksempelvis bruk av egen smørevogn eller smøreanlegg montert på infrastrukturen. Sporveien T-banen har valgt å bruke flensesmøreanlegg på togene. Alle Siemens MX3000 T-banetog er utstyrt med flensesmøreanlegg, men er kun i drift på 29 av 115 T-banetog. Rullering av materiell er nærmere beskrevet i kapittel 2.5.2.1.



Figur 12: Dyse for smørefett. Foto: SHT



Figur 13: Beholder for smørefett. Foto: SHT

Flensesmøreanlegget fungerer slik at smøredyser sprøyter smørefett på hjulflensen, som igjen legger smørefett på skinnegangen. Hvor og når dette skal skje styres automatisk fra toget basert på blant annet togets hastighet og boggiens vinkel i forhold til vognkasse. Smørefettet er basert på grafitt. Siden grafitt kan skille seg ved lengre lagring er smørefettet ferskvare. I følge Sporveien T-banen AS har det tidligere vært problemer med at smørefettet klumper seg i anlegget, og derved blokkerer for fett gjennom dysene. Et av tiltakene for å forhindre dette er blant annet kontroll av flensesmøreanlegg ved planlagt vedlikehold.

### 2.5.3.2 Vedlikehold av flensesmøreanlegg

Flensesmøreanlegget på togene kontrolleres, testes og etterfylles ved hvert 20.000 km vedlikeholdsintervall. 20.000 km tilsvarer normalt ca. en måned i trafikk. Ved kontroll og test av anlegget sjekker man at dysen er rettet mot flensen. Man tester anlegget ved å sette på trykkluft samtidig som man trykker inn testknappen for å sjekke at luft går gjennom systemet. Flensesmøreanlegget var ikke definert som et sikkerhetskritisk system (S-merking) på ulykkestidspunktet.

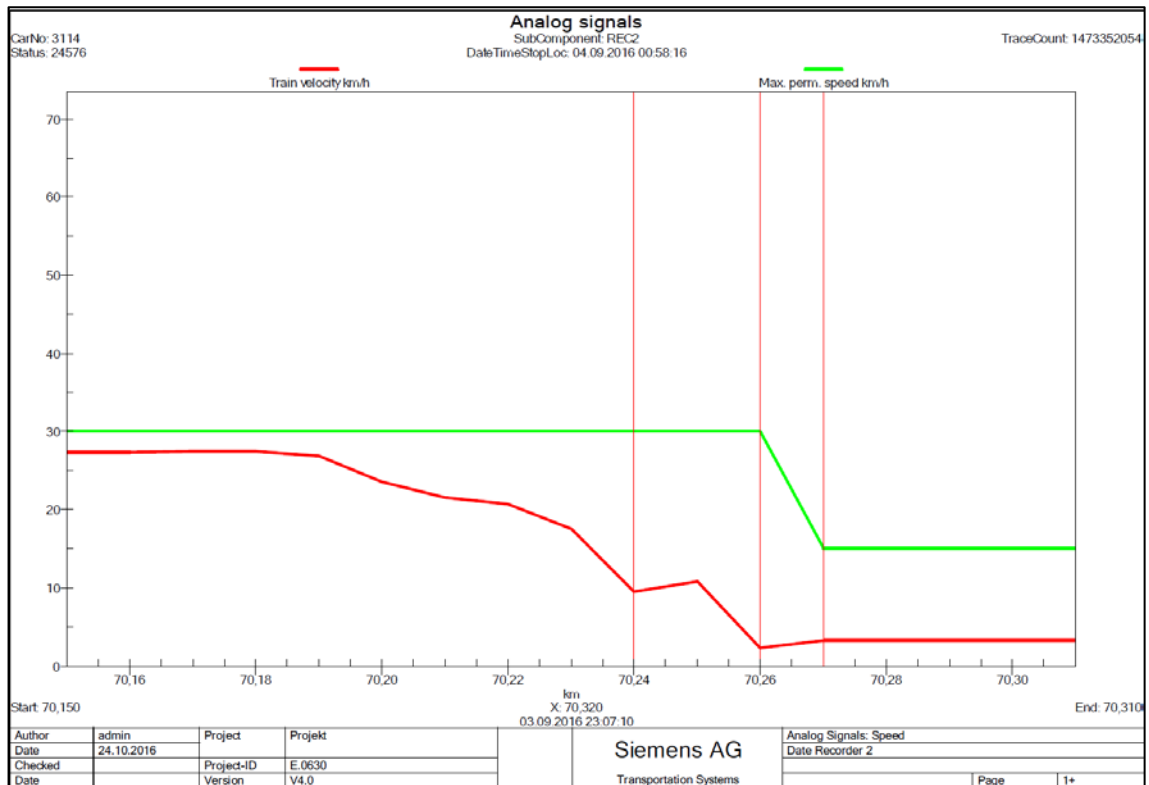
Smørefettet etterfylles i en beholder som er plassert i fronten på togsettet. Beholderen rommer ca. 8 liter. Det skal dekke behovet mellom hver kontroll og etterfylling.

Undersøkelsen har vist at det har vært uklarheter rundt instruks for kontroll av flensesmøreanlegget, der verkstedpersonell har trodd at kontroll av at dysene peker riktig vei har vært tilstrekkelig, mens andre har testet systemet med testknappen.

### 2.5.3.3 Fremføring av materiell

Informasjon om hastighet ble hentet ut fra registrerende enhet på T-banetoget som sporet av 3. september, vist i figur 14. Dataene viser at toget hadde en hastighet på mellom 8 - 10 km/t på avsporingstidspunktet.

Data fra registrerende enhet fra T-banetoget som sporet av 2. september ble ikke sikret og lagret av Sporveien T-banen AS. Video fra plattformkamera viser imidlertid at hastigheten var omtrent tilsvarende som for avsporingen dagen etter.



Figur 14: Utskrift fra registrerende enhet fra tog 3014. Illustrasjon: Sporveien T-banen AS

## 2.6 Lover og forskrifter

### 2.6.1 Forskrift om krav til sporvei, tunnelbane, forstadsbane m.m (Kravforskriften)

#### § 2-2. Krav om sikkerhetsstyring

*Jernbanevirksomheten skal utøve sikkerhetsstyring av den virksomheten som drives med det formål at det etablerte sikkerhetsnivået på jernbanen opprettholdes og i den grad det er nødvendig forbedres*

*Sikkerhetsstyring skal utøves på alle nivåer i organisasjonen. Jernbanevirksomheten skal også sikre at sikkerhetsstyring utøves i oppgaver som utføres av leverandør.*

#### § 2-3. Enkeltfeilprinsippet og barrierer

*Virksomheten skal planlegges, organiseres og utføres med henblikk på at en enkeltfeil ikke skal føre til en jernbaneulykke.*

*Jernbanevirksomheten skal ha barrierer som reduserer sannsynligheten for at feil, fare- og ulykkessituasjoner utvikler seg.*

*Barrierene skal være identifisert, og det skal være kjent i virksomheten hvilke barrierer som er etablert og hvilke funksjoner de skal ivareta. Der det er nødvendig med flere barrierer, skal det være tilstrekkelig uavhengighet mellom barrierene.*



### 3. ANALYSE

#### 3.1 Hendelses- og konsekvensanalyse

Fredag 2. september og lørdag 3. september 2016 sporet et T-banetog av på Gulleråsen stasjon på Holmenkollbanen, henholdsvis kl. 2158 og 1745. Avsporingene skjedde med forskjellige togsett, men begge sporet av med nest bakerste boggi mot venstre i kjøreretningen, og på tilnærmet samme sted.

Avsporingene var tilnærmet identiske, der boggi nummer 5, som er nest bakerst i togsettene, sporet av i lav hastighet. Gulleråsen stasjon ligger i en krapp kurve med radius på 81 meter og en stigning på 25 ‰.

I tilknytning til Gulleråsen stasjon er det en planovergang. Ved planoverganger blir det et opphold i strømskinne, også kalt strømgap. Ved strømgap vil en eller to av vognene i toget gå uten strøm til drivmotorene, som kan føre til rykk i toget. Dette kan ha vært et bidrag til avsporingene. I avsporingen 3. september var det kun bakerste vogn som hadde strøm til motorene, og vognen vil da dytte vognene som er foran.

I en kurve vil ledende hjul i ytterkurve presse mot skinnegangen, og ved tørre skinner kan flensen klatre på skinnegangen ved at friksjonen mellom hjulflens og skinne øker. Kreftene fra hjulflens mot skinnene vil øke jo krappere kurven er.

Etter avsporingen 2. september ble det ikke oppdaget noe unormalt med skinnene eller sporet som ble vurdert som såpass alvorlig at det måtte utføres tiltak før idriftsettelse av trafikk på strekningen. Oslo brann- og redningsetatet hadde problemer med å få dreid boggien i posisjon slik at de fikk den på sporet igjen. Dette ble av banevakta tolket som at det var feil på toget. Fagleder T-bane var på stedet og rapporterte tørre skinner i loggen, men dette blir normalt ikke fanget opp før første virkedag hvis det ikke blir varslet videre umiddelbart. Banevakta har ansvar for kontroll av skinnegang, mens fagleder T-bane har ansvar for å følge beredskapsplanen.

Havarikommisjonen observerte spon fra venstre skinnestreng, slitasje på skinnhodet og tørre skinner. I krappe kurver vil det være kontakt med skinnhodet og hjulflens på ytre fremre hjul i hver boggi. Tørre skinner øker friksjonen, som igjen øker risikoen for avsporing. For å unngå dette har Sporveien T-banen AS utstyr for smøring av hjulflensen på 29 av 115 tog. Smøring av skinner som en barrierefunksjon for å hindre avsporing fungerte ikke etter hensikten og er videre omtalt i kapittel 3.2.

I en periode fra slutten av juli har sentralt anlegg for påfylling av hjulflenssmøring vært ute av drift på Ryen verksted. Sentralanlegg for påfylling har ikke vært knytte til en funksjon eller rolle i organisasjonen, og stans i anlegget har ikke blitt fulgt opp.

Konsekvensene av avsporingene var skader på strømskinne, skader på karosseri og braketter og sviller.

#### 3.2 Mangelfull smøring av skinner

En barrierefunksjon er bygd opp av flere barriereelementer som til sammen skal gi ønsket effekt av tiltakene. For at barrierefunksjonen skal virke som tiltenkt er det blant annet viktig at risiko og farer er identifisert, at barrierefunksjon med elementer er beskrevet, at barrieren er kommunisert i organisasjonen og at den kontrolleres og vedlikeholdes.

For planlegging av barrierer består dette av kartlegging og identifisering. Faren og risikoen for avsporing i krappe kurver er identifisert av sporveien T-banen AS, og barrierefunksjonen smøring av skinner i krappe kurver er etablert.

Barrierefunksjonen for smøring av skinner inneholder blant annet følgende elementer:

- Flensemøreanlegg på materiellet
- Rullering av materiell for å få riktig mengde med smøremiddel på skinnene
- Kontroll av smøreanlegg (S-merking, forståelse av testrutine, signering)
- Sentralanlegg for påfylling (innkjøp, ansvar, feiltilstander, reparasjon, støy)
- Varslingsrutiner ved (mistanke om) feil

Etter at fare er identifisert og barrierefunksjon er etablert, er det viktig at barrieren også følges opp i utførelse. Utførelse består av å etablere, formidle og vedlikeholde barriereelementene som inngår i barrierefunksjonen. For at barrieren skal ha sin tiltenkte funksjon må det vurderes om det er nødvendig å etablere rutiner og praksis der barrierer er ute av funksjon, eller at barriereelementer er svake eller svikter. Havarikommisjonen er ikke kjent med om det har vært noen varslingsrutiner for hvordan man skal håndtere feil på sentralanlegg for påfylling. Siden flensesmøreanlegget var ute av drift, og det ikke var iverksatt kompensierende tiltak, gikk T-banetog ut fra verkstedene på Ryen og Avløs etter gjennomført 20.000 km vedlikehold med uvirksomme flensesmøreanlegg.

På avsporingstidspunktene var det sentrale påfyllingsanlegget på Ryen ute av drift, og anlegg for omrøring var koblet ut på Avløs. Utkobling av anlegg for omrøring kan føre til at faststoff synker ned i fat med smøremiddel, og at smøremiddel får andre egenskaper. Ansvar for det sentrale påfyllingsanlegget var ikke knyttet til noen rolle eller funksjon i organisasjonen, og dette ble da ikke fulgt opp. Feil på sentralsmøreanlegget hadde vært ført opp på en tavle i verkstedet for oppfølging, men hadde blitt fjernet igjen uten at feilen på anlegget hadde blitt fulgt opp og rettet. Havarikommisjonen mener at smøreanlegget som var ute av drift burde vært oppdaget og fulgt opp uavhengig av hvor ansvaret er plassert. Flensesmøreanlegget er et element i en barrierefunksjon for å hindre avsporing, og det er da viktig at dette er formidlet til relevante roller i organisasjonen. En av måtene å formidle dette på er å merke systemet som sikkerhetskritisk.

I tillegg til at sentralanlegget var ute av drift på Ryen, hadde vedlikeholdspersonalet ulik tolkning av prosedyren for kontroll av smøreanlegget. Noen tolket prosedyren til at det var nok å kontrollere dysens plassering og retning, mens andre brukte testknappen i tillegg for å sjekke at det kom fett ut av dysene. Noen sjekklister for utført vedlikehold var påført signatur, mens andre ikke var signert for utført kontroll av flensesmøreanlegg. Havarikommisjonen mener at alle elementer som inngår i en barrierefunksjon må knyttes til en rolle med ansvar for oppfølging og korrigerende tiltak i tilfeller der de er ute av drift.

For at en barriere skal opprettholde sin planlagte og ønskede funksjon er det blant annet viktig at barrieren er kjent for de roller som er involvert i organisasjonen. En av måtene å formidle dette på er gjennom å merke aktiviteten eller systemet som en sikkerhetskritisk funksjon. System for flensesmøreanlegg var ikke merket som en sikkerhetskritisk funksjon da det ikke er en stoppende feil for det enkelte T-banetog. Selv om det ikke er en stoppende feil for det enkelte T-banetog, er smøring av skinner en viktig barrierefunksjon

for å hindre avsporing i krappe kurver. Havarikommisjonen mener at S-merking av flensesmøreanlegg eller aktiviteter som påvirker dette burde vært gjort for å synliggjøre at smøring av skinner er sikkerhetskritisk.

For å ha kontroll med barrierene er det viktig at funksjonen kontrolleres og at eventuelle mangler ved systemet korrigeres. Dette gjelder både ved vedlikehold av materiell, ansvar for påfyllingsanlegg, og overvåking og kontroll ute i infrastrukturen.

For å ha passe mengde med smøring på skinnene har Sporveien T-banen AS flensesmøreanlegg i drift på 29 av 115 tog. De togene som har systemene i drift blir ikke styrt ut på de enkelte kritiske punktene på T-banenettet, men mengden tog skal være tilpasset for å få passe mengde med smøring. Dette er fulgt opp i driften ved blant annet visitasjon av hjul og infrastruktur. Havarikommisjonen mener at Sporveien T-banen AS har vist at dette fungerer ved normale driftsforhold, men at det er viktig at dette følges opp kontinuerlig ved planlagt visitasjon og kontroll av spor etter hendelser og ulykker.

### **3.3 Manglende kontroll av skinnegang før tilbakeføring til normal drift**

Etter avsporingen 2. september ble det ikke gjort tiltak med sporet før trafikken ble satt tilbake til normal drift igjen. Oslo brann- og redningsetatet hadde hatt problemer med å få dreid boggien tilbake i riktig stilling slik at de fikk den på sporet igjen, derfor hadde personellet ute trodd at det var feil på toget.

Fagleder T-bane var på stedet, og skrev i loggen at det blant annet var tørre skinner. Dette ble ikke fanget opp før trafikken ble satt tilbake til normal drift igjen. Fagleder T-bane har ansvar for å følge beredskapsplanen, men ingen oppgaver for teknisk kontroll av spor eller materiell ute på stedet. Havarikommisjonen mener at Sporveien T-banen AS burde ha et system som fanger opp og varsler feil etter hendelser eller ulykker som må kontrolleres før strekningen frigis for normal drift igjen uavhengig av når hendelser eller ulykker oppstår.

Sporveien T-banen AS hadde ingen instruks for kontroller som skal utføres før strekningen tilbakeføres til normal drift etter en ulykke, og kontroll av flensesmøreanlegg var ikke et eget sjekkpunkt. Siden smøring av skinner kan betraktes som en barrierefunksjon, er kontroll av dette også et som må kontrolleres for at barrieren fungerer som tiltenkt.

Havarikommisjonen mener det er viktig at de funn som blir gjort etter en hendelse eller ulykke følges opp tilstrekkelig slik at man unngår å sette trafikk på en strekningen med en feil som ikke er korrigert. Sporveien T-banen AS hadde ingen skriftlig instruks for dette på tidspunktene for avsporingene.

## 5. KONKLUSJON

Fredag 2. september og lørdag 3. september 2016 sporet T-banetog 108 av i lav hastighet på Gulleråsen stasjon i retning Frognerseteren. Begge togene sporet av med nest bakerste boggi til venstre i kjøreretningen. Det oppsto ingen personskader, kun skader på infrastruktur og togene.

Etter avsporingen 2. september ble infrastruktur og materiell undersøkt av Sporveien T-banen AS. Fagleder T-bane rapporterte i loggen av det var observert tørt spor på stedet, men dette ble ikke varslet videre. Banevakten som utfører kontroll av infrastruktur før trafikk settes tilbake til normal drift oppdaget ikke, og var heller ikke kjent med tørt spor på stedet. Oslo brann og redningsvesen hadde problemer med å få dreid den avsporede boggien tilbake til riktig posisjon, og banevakten antok da at det var feil på materiellet som hadde ført til avsporingen.

Etter avsporingen 3. september ble det oppdaget tørre skinner og spon i ballasten. I tillegg var det synlig slitasje på skinnegangen.

Havarikommisjonen og Sporveien T-banen AS sine undersøkelser viste at sentralanlegget for påfylling av flensesmøremiddel hadde vært ute av drift i en lengre periode på Ryen verksted. I tillegg var utstyret for omrøring av smøremiddel ute av drift på Avløs verksted. Tog som hadde vært inne for rutinemessig vedlikehold hadde da blitt satt i drift, enten uten flensesmøremiddel, eller med flensesmøresystem som var tett. Når flensene ikke blir smurt vil fettsjiktet på skinnene bli slitt og de blir tørre.

Undersøkelsen har vist svakhet i smøring av skinner som barrierefunksjon for å hindre avsporing av materiell i krappe kurver og mangler i kontroll før idriftsettelse av trafikk på strekninger etter hendelser og ulykker.

På grunn av Sporveien T-banen AS sine gjennomførte tiltak etter ulykkene fremmes det ingen sikkerhetstilrådninger.

## 6. GJENNOMFØRTE TILTAK

Etter avsporingene har Sporveien T-bane AS utført flere tiltak. For å forsterke flensesmøreanlegg som barriere mot avsporing i krappe kurver har Sporveien T-banen AS besluttet å innføre S-merking av flensesmøreanlegg som system. Systemet på T-banetogene S-merkes ikke, kun de aktiviteter og oppgaver som sikrer at systemet fungerer.

Sporveien T-banen har innført prosedyrer som innebærer at trafikkleder kan starte normal drift etter at banevakt og teknisk vakt på verksted har meldt infrastruktur og materiell klart. De har også opprettet en sjekklister, der de blant annet har innført et punkt om kontroll av flensesmøring.

## **7. SIKKERHETSTILRÅDINGER**

Statens havarikommisjon for transport fremmer ingen sikkerhetstilrådinger.

Statens havarikommisjon for transport

Lillestrøm, 29. august 2017