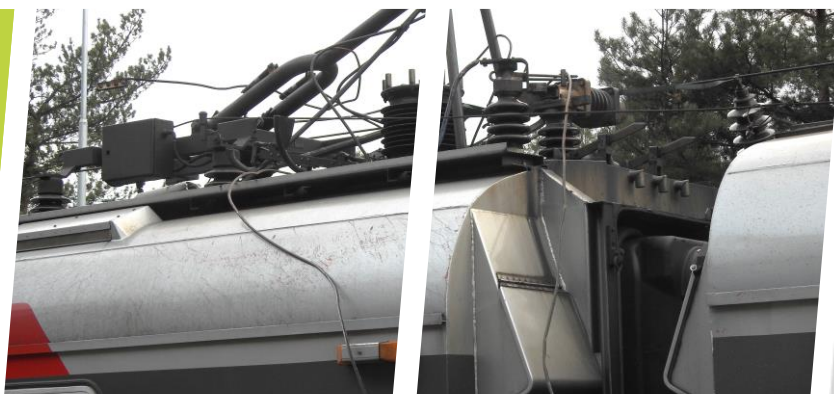




Avgitt september 2022

RAPPORT BANE 2022/06

Alvorlig jernbanehendelse ved Rosenholm holdeplass på Østfoldbanen 14. april 2021



English summary included

Statens havarikommisjon (SHK) har utarbeidet denne rapporten utelukkende i den hensikt å forbedre jernbanesikkerheten.

Formålet med Havarikommisjonens undersøkelser er å klarlegge hendelsesforløp og årsaksfaktorer, utrede forhold som antas å ha betydning for forebyggelsen av ulykker og alvorlige hendelser, og fremme eventuelle sikkerhetstilrådinge

Havarikommisjonen tar ikke stilling til sivilrettslig eller strafferettslig skyld og ansvar.

Rapporten er utarbeidet utelukkende for bruk i forebyggende sikkerhetsarbeid.

Innholdsfortegnelse

SAMMENDRAG	4
ENGLISH SUMMARY	5
1. FAKTISKE OPPLYSNINGER.....	7
1.1 Melding om ulykken	7
1.2 Undersøkelsen og organisering	7
1.3 Hendelsesdata	7
1.4 Hendelsesforløp.....	8
1.5 Personskader.....	10
1.6 Skader på involvert kjøretøy.....	10
1.7 Skadebeskrivelse av infrastruktur.....	11
1.8 Været.....	11
2. GJENNOMFØRTE UNDERSØKELSER.....	13
2.1 Fokus og avgrensninger.....	13
2.2 Involverte aktører	13
2.3 Personellinformasjon.....	13
2.4 Undersøkelse av branntilløp langs sporet	13
2.5 Om kontaktledningsanlegget.....	16
2.6 Undersøkelser av infrastruktur	19
2.7 Undersøkelser av kjøretøy	23
2.8 Undersøkelse av operative forhold.....	26
2.9 Trafikkledelse og signalsystem	28
2.10 Sikkerhetsstyring.....	28
2.11 Lover og forskrifter	29
2.12 Internt regelverk og prosedyrer	30
2.13 Liknende hendelser med nedrevet KL.....	32
3. ANALYSE.....	35
3.1 Hendelsesforløp.....	35
3.2 Bæreline ryker, kortslutter og starter gressbrann.....	35
3.3 Feilsøking og gjeninnkoblingsforsøk	36
3.4 Passasjerer slippes ut samtidig som kontaktledning henger ned.....	37
4. KONKLUSJON.....	39
5. GJENNOMFØRTE OG PLANLAGTE TILTAK ETTER ULYKKEN.....	41
6. SIKKERHETSTILRÅDINGER.....	43
VEDLEGG	44

Sammendrag

14. april 2021 ca. kl. 1616 røk bærelina i kontaktledningsanlegget syd for Rosenholm holdeplass på Østfoldbanen. Det var ingen tog på stedet, og heller ingen direkte vitner til hendelsen. Bærelina, som er strømførende med en spenning på 15 000 V, kom deretter i kontakt med skinnegangen og kortsluttet slik at gnister antente en brann i vegetasjonen nær sporet. Omtrent samtidig kom et passasjertog fra Oslo inn mot Rosenholm holdeplass. Toget mistet strømmen, men rullet slik at hele toget kom innenfor plattformens ende.

Da toget passerte Holmlia omformerstasjon kjørte det inn på en kortsluttet og jordet kontaktledning, en følge av at bærelina røk syd for Rosenholm. Togets første aktive strømvaktaker forårsaket da en ny kortslutning over det elektriske delet rett utenfor omformeren. Denne kortslutningen brant sannsynligvis av bærelina og/eller kontakttråden. Togets andre aktive strømvaktaker viklet seg så inn i kontaktledningen og rev denne ned frem til toget stoppet ved Rosenholm holdeplass. Komponenter fra kontaktledningen forårsaket knuste vinduer på togsettet og to passasjerer fikk overflatiske kutt etter kontakt med glass. Det var en periode nødvendig å holde igjen passasjerene på grunn av faren for at kontaktledningen fortsatt var spenningsatt. Brannvesenet slukket brannen og bisto med jording av kontaktledningen slik at evakuering kunne starte.

Havarikommisjonen har ikke kunnet konkludere med noen klar årsak til hendelsen. Som en del av undersøkelsen har det blitt vurdert ulike former for påkjenninger komponenter kan bli utsatt for, mekanisk styrke og andre eksterne forhold. Årsaker til kortslutninger i kontaktledningsanlegget er som oftest fugler eller gjenstander som kommer i berøring med spenningsførende deler. Det er derimot ikke funnet spor som indikerer at dette var tilfellet ved Rosenholm.

Systemets elektriske vern har i stor grad fungert slik de var tiltenkt, men et vern i Ski koblingshus har tillatt gjentatte innkoblingsforsøk mot kortsluttet område, slik at strekningen ble spenningsatt på nytt da Bane NOR SF feilsøkte. Verktøyene elkraftoperatørene i Bane NOR SF benytter er ikke tilstrekkelig presise til å raskt identifisere det eksakte stedet for en feil. Det medfører at feilsøking utføres både automatisk og manuelt ved å legge inn brytere i anlegget inntil man har snevret ned området til der feilen befinner seg. Utover det er man avhengig av å sende personell til stedet for å verifisere feilen.

Havarikommisjonen mener at så lenge årsaken til bruddet i bærelina ikke kan fastslås, er det vanskelig å peke på sikkerhetsmessige forbedringer som kunne bidratt til å avdekke bruddet i tide til at toget kunne blitt stoppet. Bane NOR SF har registrert en rekke hendelser der man har ulike former for nedrevet kontaktledning, men hvor man ikke nødvendigvis kjenner årsaken for alle. Feil ved kjøretøy, vær- og vindforhold, gjenstander som kortslutter komponenter, eller andre feil ved infrastruktur kan være årsaken, og disse vil ha vidt forskjellige tiltak.

Nedrevet kontaktledning gir sjelden sikkerhetsmessige konsekvenser for mennesker, men det fører til stans i trafikken med de ulemper det medfører. Havarikommisjonen anbefaler Bane NOR SF i sitt arbeid med allerede avgitt sikkerhetstilråding (Bane nr. 2021/06T¹³), å inkludere systematisk kartlegging av omstendighetene rundt nedrevne kontaktledningskomponenter. Dette for å bedre kunne avdekke årsaker og iverksette nødvendige forebyggende tiltak.

English summary

On 14 April 2021 at approx. 16:16, the catenary of the overhead contact line system snapped south of Rosenholm station on the Østfoldbanen line. There were no trains there at the time and no witnesses to the incident. The catenary, which is a live wire carrying a current of 15,000 V, came into contact with the track and short-circuited. This produced sparks that ignited a fire in vegetation near the track. At about the same time, a passenger train from Oslo was approaching Rosenholm station. The train lost power, but continued to roll so that the whole train set stopped alongside the platform.

When the train passed Holmlia converter station, it entered an area where the overhead contact line was short-circuited and earthed, caused by the catenary breaking south of Rosenholm. The train's first active pantograph caused another short-circuit at the overlap section between two catenary sections directly outside the converter. This short-circuit is likely to have burned through the catenary and/or the contact wire. The second active pantograph then became entangled in the contact line and brought it down until the train stopped at Rosenholm station. Components from the contact line broke windows in the train set, and two passengers suffered minor cuts from broken glass. The passengers had to be kept on the train for a while because of the risk that the contact line could still be live. The fire service put out the fire and helped to earth the contact wire so that the passengers could be evacuated.

The NSIA has not been able to reach a definite conclusion as regards the cause of the incident. In the course of the investigation, we have considered other forms of stress that components may be exposed to, their mechanical strength and other external factors. The most common cause of short-circuiting of overhead contact lines is birds or objects coming into contact with live components. No indications have been found that this was the case at Rosenholm, however.

The system's electrical protection has largely functioned as intended, but an overhead contact line protection relay in Ski traction power distribution station allowed for repeated attempts to reconnect the power, resulting in the electricity on the section of track being switched back on during Bane NOR SF's troubleshooting. The tools available to Bane NOR SF's electrical power operators are not sufficiently precise to quickly identify the exact location where a fault has occurred. Troubleshooting is therefore carried out both automatically and manually by resetting the circuit breakers in the system to narrow down the area where the fault may be located. Personnel must then be dispatched to the location to verify the fault.

The NSIA's view is that, as long as the cause of the catenary break cannot be determined, it is difficult to point to safety improvements that could have contributed to it being detected in time for the train to be stopped. Bane NOR SF has registered a number of incidents involving contact lines that have been brought down, but the cause of the incident is not always known. The incidents could be caused by vehicle faults, weather and wind, objects short-circuiting components, or other infrastructure faults, and the different causes would require completely different measures.

When contact lines are brought down, it rarely affects safety for humans, but it will cause traffic to stop, with all the inconvenience that entails. The NSIA recommends that Bane NOR SF, in its follow-up of an already submitted safety recommendation (Rail No 2021/06T¹³), include the systematic mapping of circumstances surrounding contact line components brought down, for the purpose of identifying causes and implementing necessary preventive measures.

1. Faktiske opplysninger

1.1 Melding om ulykken	7
1.2 Undersøkelsen og organisering	7
1.3 Hendelsesdata	7
1.4 Hendelsesforløp	8
1.5 Personskader	10
1.6 Skader på involvert kjøretøy	10
1.7 Skadebeskrivelse av infrastruktur	11
1.8 Været	11

1. Faktiske opplysninger

1.1 Melding om ulykken

Statens havarikommisjon (SHK) mottok 14. april 2021 kl. 1726 varsel fra Bane NOR SF og Vygruppen AS om nedrevet kontaktledningsanlegg på Rosenholm holdeplass på Østfoldbanen. To havariinspektører reiste til stedet for å utføre undersøkelser samme ettermiddag. Informasjon om at SHK hadde igangsatt undersøkelse ble meddelt involverte parter den 19. april 2021 og European Union Agency for Railways (ERA) ble informert 28. april 2021.

1.2 Undersøkelsen og organisering

Statens havarikommisjon er undersøkelsesmyndighet ved jernbaneulykker og jernbanehendelser. I henhold til jernbaneundersøkelsesloven § 3 skal undersøkelsesmyndigheten klarlegge hendelsesforløp og årsaksfaktorer, utrede forhold av betydning for å forebygge jernbaneulykker og avgj undersøkelsesrapport.

Undersøkelsesmyndigheten skal ikke ta stilling til sivilrettslig eller strafferettslig skyld og ansvar. Undersøkelsen skal foregå uavhengig av annen etterforskning eller undersøkelse som helt eller delvis har slikt formål.

Beslutning om å gjennomføre sikkerhetsundersøkelse er gjort på bakgrunn av ulykkens alvorlighetsgrad. Organisering og mandat for undersøkelsen ble besluttet i oppstartmøtet. Undersøkelsen er gjennomført som et prosjektarbeid, ledet av undersøkelsesleder. Undersøkelseseier er avdelingsdirektør, baneavdelingen i Statens havarikommisjon.

1.3 Hendelsesdata

Tabell 1: Om hendelsen

Nedring av kontaktledning	
Hendelsestidspunkt:	14. april 2021, kl. 1616
Hendelsessted:	Rosenholm holdeplass, Østfoldbanen
Tognummer:	2745
Togtype:	Persontog
Involvert kjøretøy:	Dobbeltsett, type 69
Registrering:	69-38 og 69-82
Togdata:	Lengde: 76,7 m og 77,2 m, totalt 154 m Vekt: 117,5 t og 131 t, totalt 248,5 t
Eier:	Norske Tog AS
Bruker:	Vygruppen AS
Enhet med ansvar for vedlikehold:	Vygruppen AS (ECM 1-3) Mantena AS (ECM 4)
Besetning:	Fører, ombordansvarlig, assistanse og assistanse under opplæring
Passasjerer i tog:	Ca. 70

1.4 Hendelsesforløp

Fører hadde løst av tog 2744 på Oslo S. Avtroppende fører meldte da fra om at toget hadde noe høy differensialstrøm i motorene. I tillegg var holdebremsen ved kjøring med den automatiske hastighetsreguleringen noe sen. Ved endebytte på Høvik kontrollerte fører kjøretøyets strømvaktakere visuelt uten å avdekke noen skader. Tog 2745 fortsatte deretter i retning Oslo og videre mot Ski.

Etter avgang fra Hauketo mot Holmlia oppfattet fører et «røsk» i togsettet og at høyspentbryter falt ut. Fører betjente bryteren for å legge inn høyspentbryter. Alt virket som normalt og toget fortsatte til Holmlia. Etter avgang fra Holmlia ga ikke fører fullt pådrag fra start med hensyn til tidligere feil. Rosenholm blokkpost viste «kjør», men det kom et kortvarig rødt blink for deretter å igjen vise «kjør». Fører slo da av pådraget og trillet inn mot Rosenholm, samtidig som vedkommende holdt fokus på blokkposten i tilfelle det plutselig ble et signalfall.

Mens toget trillet mot Rosenholm holdeplass observerte fører at togsettet indikerte nullspenning. Fører gjorde et par forsøk på å legge inn igjen høyspentbryter uten at indikeringen endret seg, siden strekningen var strømløs. Toget hadde likevel nok fart til å trille helt inn til plattformen på Rosenholm. Togleder kontaktet fører for å verifisere at det var spenningsløst på stedet. For passasjerer og ansatte som befant seg i det bakre settet kunne det høres et kraftig smell, trolig fra kortslutningen som oppstod da toget passerte seksjonsdelet ved Holmlia omformerstasjon.

Fører oppdaget samtidig en del røyk lengre fremme, bak høyrekurven mot innkjør til Kolbotn og varslet togleder om dette.

Rosenholm har ekstra lang plattform så fører regnet med at alle dører hadde kommet innenfor plattformen. Siden toget ikke hadde kommet helt frem til toglangdeskiltet på Rosenholm, varslet fører de reisende om at de måtte være forsiktige ved avstigning før dørene ble frigitt. På dette tidspunktet var ikke fører kjent med nedrivingen av kontaktledningen over bakre sett. For fører fremstod kontaktledningen som normal fremover foran toget. Kun kort tid etter dette varsles fører av ombordansvarlig om nedrivingen, og om to personer som ble skadet da kontaktledningselementer knuste flere vinduer. Bæreline og kontaktråd er begge strømførende med en nominell spenning på 15 000 V.



Figur 1: Togets posisjon på Rosenholm holdeplass etter hendelsen. Dronefoto: SHK

Fører ga da beskjed over høyttaleranlegget at passasjerene (ca. 70 personer) ikke måtte forlate togsettet grunnet risiko ved den potensielt spenningsførende kontaktledningen. Dørene ble deretter sperret, men i mellomtiden hadde 2–3 passasjerer forlatt toget.

Assistansen¹ i bakre sett varslet AMK-sentralen om de skadde passasjerene. Fører oppdaterte togledelsen på situasjonen, og observerte brannbiler på vei mot røyken lenger fremme. Fører og togleder besluttet at evakuering av toget ikke kunne utføres før stedet var jordnet forskriftsmessig av brannvesenet. Da dette hadde blitt utført gikk evakueringen raskt.



Figur 2: Fremre sett ved Rosenholm holdeplass. Foto: SHK

Et stykke foran toget, i retning Kolbotn, fra km 11,856 til 11,952, var bærelina revet ned og hadde kortsluttet med venstre skinnestreng og sveiset seg fast flere steder (figur 3 og figur 4). I forbindelse med dette hadde det blitt antent en gressbrann på høyre side av sporet. Det hadde brent i et område fra ballast og oppover gresskråningen i en svakt vifteformet fasong, og bredt seg hovedsakelig mot venstre avgrenset av et område med stein (figur 10). Kontakttråden hang fortsatt oppe, men bærelina var røket. Bærelina hadde sveiset seg fast i venstre skinnstreng på 4–5 punkter nær km 11,923.



Figur 3: Bærelina hadde sveiset seg fast i skinnen.
Foto: SHK

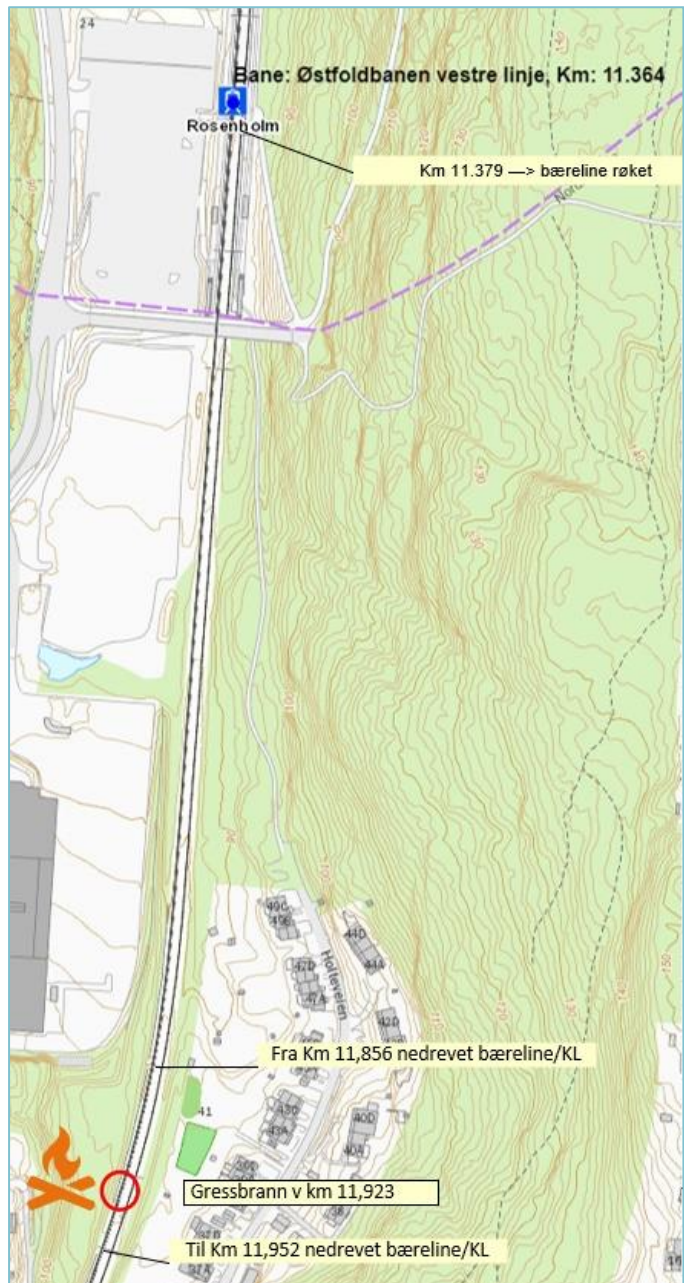


Figur 4: Merker etter bærelina mot skinne. Foto: SHK

¹ Assistanse: konduktør som assisterer ombordansvarlig.



Figur 5: Rosenholm holdeplass, Østfoldbanen.
Kart: Bane NOR SF



Figur 6: Skisse av brannsted i forhold til holdeplassen.
Illustrasjon: SHK med utgangspunkt i Bane NOR SFs kart

1.5 Personskader

Total var det fire ansatte om bord: fører, ombordansvarlig, assistanse og assistanse under opplæring. To passasjerer fikk etter det Havarikommisjonen kjenner til overfladiske kuttskader.

1.6 Skader på involvert kjøretøy

Tog 2745 gikk som et dobbeltsett med type 69 der 69-38 gikk fremst og 69-82 bak. Deler av kontaktledningsanlegget slo inn i togsiden til bakre sett og knuste flere vinduer. Togsettet fikk flere riper og bulker og det ble funnet to små svimerker og et hull som følge av kortslutningen mellom kontaktledningen og toget. Se ytterligere skadebeskrivelse i kap. 2.7.4.



Figur 7: Vindu er slått inn.
Foto: SHK



Figur 8: Svimerke i vognkasse.
Foto: SHK



Figur 9: Knust vindu. Foto: SHK

1.7 Skadebeskrivelse av infrastruktur

Etter hendelsen ble det registrert en rekke skader på infrastrukturen, blant annet:

- Nedrevet bæreline og delvis nedrevet kontaktledning fra km 10,680 til 11,380, og fra km 11,856 til 11,952.
- En ødelagt mast og en ødelagt utligger.
- Strekningen var etter hendelsen helt stengt, men ett spor åpnet dagen etter kl. 0419 og begge spor åpnet 18.04.2021 kl. 1315. Noe av årsaken til den lange avstengingen var et planlagt banearbeid.

1.8 Været

På Rosenholm holdeplass var det i følge yr.no opphold, god sikt og rundt 10 °C da hendelsen inntraff.

2. Gjennomførte undersøkelser

2.1 Fokus og avgrensninger.....	13
2.2 Involverte aktører	13
2.3 Personellinformasjon.....	13
2.4 Undersøkelse av brannstilløp langs sporet	13
2.5 Om kontaktledningsanlegget.....	16
2.6 Undersøkelser av infrastruktur	19
2.7 Undersøkelser av kjøretøy	23
2.8 Undersøkelse av operative forhold	26
2.9 Trafikkledelse og signalsystem	28
2.10 Sikkerhetsstyring.....	28
2.11 Lover og forskrifter	29
2.12 Internt regelverk og prosedyrer	30
2.13 Liknende hendelser med nedrevet KL	32

2. Gjennomførte undersøkelser

2.1 Fokus og avgrensninger

Havarikommisjonen har undersøkt mulige årsaker til at en bæreline kunne ryke og konsekvensene av dette.

Havarikommisjonen avgjør selv omfanget av undersøkelsen og hvordan den skal gjennomføres. Ved avgjørelsen tas det hensyn til hvilken lærdom undersøkelsen forventes å gi med tanke på å forbedre sikkerheten, ulykken eller hendelsens alvorlighetsgrad, dens innvirkning på jernbanesikkerheten generelt og om den inngår i en serie av ulykker eller hendelser.

2.2 Involverte aktører

2.2.1 VYGRUPPEN AS

Lokaltog 2745 ble fremført av Vygruppen AS. Vygruppen AS er det største jernbaneforetaket innen persontrafikk i Norge, og kjører både lokal- og regionaltog. Foretaket tilbyr også en rekke andre transporttjenester (mobilitetstjenester). Vygruppens virksomhetsområde for persontog omsatte i 2020 for 7 269 MNOK og sysselsatte 2 872 årsverk.

2.2.2 BANE NOR SF

Bane NOR SF (heretter kalt Bane NOR) er et statlig foretak med ansvar for den nasjonale jernbaneinfrastrukturen. Foretaket er 100 prosent statseid og underlagt Samferdselsdepartementet.

Bane NOR har ansvar for planlegging, utbygging, forvaltning, drift og vedlikehold, og dette inkluderer kontaktledningsnett. Bane NOR har også det operative koordineringsansvaret for sikkerhetsarbeidet og operativt ansvar for samordning av beredskap og krisehåndtering.

Bane NOR har om lag 3 400 ansatte og hovedkontor i Oslo.

2.3 Personellinformasjon

Lokomotivfører hadde arbeidet som lokomotivfører siden år 2000, og var i tillegg også instruktør og kjørrelærer. I forkant av hendelsen hadde fører startet tjenesten med en passreise kl. 1356, før vedkommende avløste tog 2744 Oslo–Høvik kl. 1517. Etter endebytte på Høvik fortsatte fører tjenesten med samme kjøretøy, men da som tog 2745 Høvik–Ski.

2.4 Undersøkelse av branntilløp langs sporet

Ved km 11,923, ca. 450 meter fremfor toget, i retning mot Kolbotn hadde det vært en brann. Dette ble i første omgang ansett som en konsekvens av togets neddriving. Brannstedet er tegnet inn på kart i figur 6. Det hadde brent i et område på ca. 80–90 kvm, og det var fortsatt noen småflammer litt opp i skråningen fra jernbanen da brannvesenet ankom. Loggen fra brannvesenet viser at fra varsel ble mottatt til brannen var slukket gikk det 27 minutter (tabell 2).

Bærelina var røket og hadde sveiset seg fast mot venstre skinnestreng (i retning mot Ski) på 4–5 steder.

Et vitne som befant seg rett i nærheten av brannstedet har forklart at det i forkant ble hørt to kraftige smell, som skudd, med ganske kort tid imellom. Underveis hørtes også en fresende lyd, men vitnet hadde ikke direkte sikt ned til skinnegangen og så dermed ikke kortslutningspunktet. Røyk og lukt gjorde vitnet oppmerksom på brannen, og dermed varslet vedkommende brannvesenet kl. 1621.



Figur 10: Brannsted ved km 11,923. Foto: SHK



Figur 11: Retning mot Ski. Foto: SHK



Figur 12: Hengende bæreline. Foto: SHK



Figur 13: Røket bæreline og svimerker. Foto: SHK



Figur 14: Flere merker etter kortslutning. Foto: SHK



Figur 15: Bærelina har sveiset seg fast mot skinnen.
Foto: SHK

Tabell 2: Hendelseslogg fra utrykning. Kilde: Nordre Follo Brannvesen

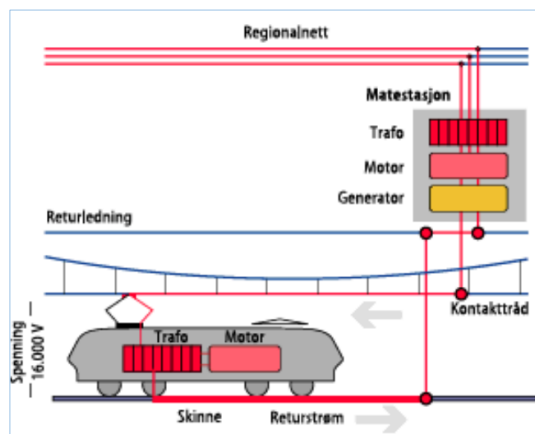
Kl.	Hendelse
16:21:43	Kratt/gressbrannen ble meldt av vitner til 110-sentralen i Nordre Follo. Utrykningsleder opplyser at det gikk utkall til Nordre Follo og til nærmeste Oslo-bil fordi det er uklart hvor stort omfanget på denne brannen er. Nordre Follo bilen forsikrer seg om at strømmen er tatt fra Greverud til Rosenholm.
16:33:04	Nordre Follo bil er fremme og ser at omfanget på brannen ikke er stort. Alarmsentralen omprioriterer Oslo-bil til Rosenholm stasjon til en togulykke.

16:38	Brannen var slukket på ca. 5 min. Området skumlegges.
16:48:21	Nordre Follo-bil melder seg ferdig med hendelsen. Etter dette kjørte Nordre Follo-bilen ned på Rosenholm for å bistå OBRE med å jorde jernbanen, der hadde det vært en togulykke (kjøretid på ca. 6 min).
16:55:15	Nordre Follo-bil ankommer Rosenholm stasjon. De tar da kontakt med utrykningsleder fra OBRE som var først på stedet. De orienteres om scenariet og får beskjed om at de avventer jording. Nordre Follo-bil opplyser at de har kompetanse og utstyr til dette arbeidet, da blir det besluttet at de skal jorde jernbanen. Utrykningsleder tar da kontakt med togleder og videre med elkraftsentralen og får tillatelse til å jorde. Vi jorder på begge sider av toget. På siden mot Kolbotn er alt som normalt, men på siden mot Holmlia har kjøreledningen blitt revet ned av toget. Toget blir etter at dette er utført evakuert.

2.5 Om kontaktledningsanlegget

2.5.1 GENERELT

Elektrifiserte jernbanestrekninger er utstyrt med et kontaktledningsanlegg som forsyner elektriske tog med strøm fra regionalnettet via matestasjoner. Et kontaktledningsanlegg består av en rekke komponenter (figur 17) og kan bygges på ulike måter. Kontaktledningsanlegget på Rosenholm er av type system 35 MS, bygget i 1988². Dette er et av de mest utbredte systemene i jernbanenettet. Ifølge Bane NOR er det i bruk på mer enn 1 600 km av totalt 2 450 km med elektrifisert jernbane i Norge. Den mekaniske utformingen av System 35 er beskrevet i Bane NORs tekniske regelverk³. Kontaktledningsanlegget prosjekteres og bygges med en forventet levetid på minst 50 år. Ifølge oversikt mottatt fra Bane NOR er den elektriske utformingen av kontaktledningsanlegget på strekningen Oslo–Ski av type C – Sugetransformatorsystem med returledere⁴.



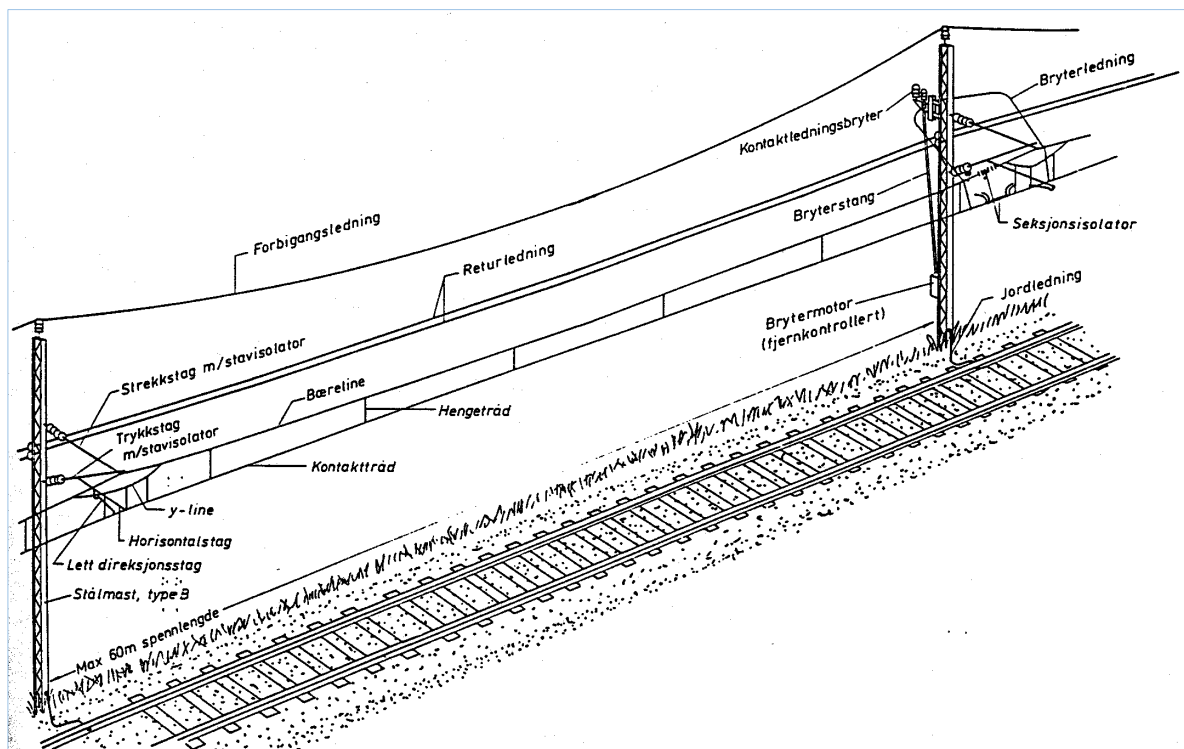
Figur 16: Prinsipper for strømtilførsel til et lokomotiv. Kilde: Bane NOR SF

Årsaken til nedrevne kontaktledningskomponenter kan blant annet være feil ved kjøretøy, ugunstige vær og vindforhold, gjenstander som kortslutter komponenter eller andre feil ved infrastruktur.

² Kraftsystemutredning Bane NOR, EB.149615 – 000, 30.06.17

³[https://trv.banenor.no/wiki/Kontaktledning/Prosjektering_og_Bygging/Kontaktledningsutforming/Vedlegg/Me kanisk_utforming_System_35_\(Utgått\)](https://trv.banenor.no/wiki/Kontaktledning/Prosjektering_og_Bygging/Kontaktledningsutforming/Vedlegg/Me kanisk_utforming_System_35_(Utgått))

⁴https://trv.banenor.no/wiki/Kontaktledning/Prosjektering_og_Bygging/Elektrisk_utforming/Vedlegg/Elutformin g-C



Figur 17: Skisse med komponentnavn. Kilde: Bane NOR SF⁵

2.5.2 ELEKTRISKE VERN

Hele strømforsyningsanlegget til kontaktledningen er utstyrt med en rekke elektriske vern som skal bryte strømmen dersom den overstiger gitte grenseverdier, f.eks. ved en kortslutning. En oversikt over ulike typer vern i koblingshus er vist i tabell 3. Av hensyn til sikkerheten for personellet og andre, samt for å begrense skade, stiller Bane NOR krav til at vern skal virke hurtig og selektivt. Det innebærer blant annet at kun vernet nærmest feilstedet skal løse ut dersom en feil oppstår. I koblingshuset på Ski, Oslo S og omformerstasjonen på Holmlia og var vern av typen Siprotec 7ST61/7ST63⁶ involvert.

Tabell 3: Vern i koblingshus. Kilde: Lærebøker i jernbaneteknikk⁷

Type	Funksjon
Kortslutningsvern	I koblingshuset skal det være kortslutningsvern for hver linjeavgang. For å være tilstrekkelig sikret skal vernet har momentanutløsning for å hindre overbelastning og høye kortslutningspåkjenninger. For å verne anlegget mot kortslutninger med lavere kortslutningsstrømmer skal kortslutningsvernet også bestå av distansevern med impedansmåling.
Underspenningsvern	Koblingsanlegget benytter underspenningsvern for å sikre seg mot kortslutninger og overbelastning. Bruken av underspenningsvern i prøvekretsen brukes for å være sikker på at det ikke er feil i kretsen. Underspenningsvernet i prøvekretsen godtar innkobling når spenningen er 2 kV og høyere. På utgående linjeavganger løser underspenningsvernet ut når spenningen er under 10 kV i mer enn 2 sekunder. Ved en så lav spenning vil anlegget bli overbelastet om lokomotivene trekker mye effekt.
Fasevern	For å hindre at effektbryteren kobles inn ved stor faseforskjell utstyres de med en fasesperre. Den måler spenningsforskjellen mellom samleskinnen og kontaktledningsanlegget når spenningen på samleskinnen er over minsteverdien,

⁵ <https://www.banenor.no/Jernbanen/Jernbanedrift---eit-komplisert-samspel/>

⁶ Siprotec 7ST61 / 7ST63, Numerical overhead contact line protection for AC traction power supply

⁷ <https://www.jernbanekompetanse.no/wiki/Koblingshus>

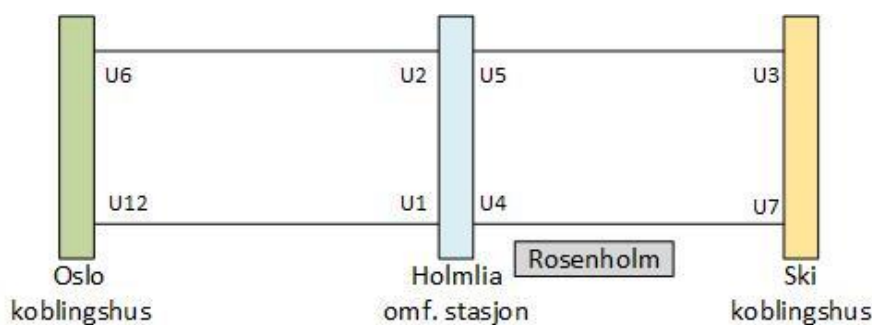
fra et vern innen en gitt tid. Det kan foretas inntil to automatiske gjeninnkoblingsforsøk (ulykken på [Filipstad](#) i 2019 reduserte dette fra tre til to). Det første gjeninnkoblingsforsøket foretas 5 sekunder etter at effektbryteren ble koblet ut, deretter nok et forsøk 30 sekunder etter at forrige gjeninnkoblingsforsøk ble avsluttet.

For å oppheve en blokkering må en operatør gjøre dette manuelt, enten lokalt på kontrolltavlen eller på fjernstyringssentralen.

2.6 Undersøkelser av infrastruktur

2.6.1 LOGGEDE STRØMRELATERTE HENDELSER

Dette delkapitlet tar detaljert for seg hendelsene knyttet til relevante utganger ved Holmlia omformerstasjon, samt koblingshusene i Ski og Oslo S. Utganger benevnes «U» som i figur 19. Hendelsesforløpet er basert på informasjon hentet fra loggene til Bane NOR.



Figur 19: Ulike utganger (U) berørt av hendelsen. Kilde: Bane NOR SF

Et utvalg av relevante hendelser er gjengitt under med tidspunkt:

- 16:16:53: Hendelsen starter med et brudd på bæreren sør for Rosenholm. Et vitne i nærheten hører to smell, det første er fra kortslutningen, det andre sannsynligvis fra første gjeninnkoblingsforsøk 5 sekunder etter.
- 16:16:53: Vern i utganger U7 og U4 kobler ut i Holmlia omformerstasjon og Ski koblingshus.
- 16:16:53: Det gis varsel om kortslutning fra U4 og U7.
- 16:16:53–16:16:55: Holmlia U1 og U4 starter automatisk gjeninnkoblingsforsøk.
- 16:16:59: Ski koblingshus starter første gjeninnkoblingsforsøk og spenningstester fra 16:17:05 til 16:17:13.
- 16:17:40: Holmlia U4 har utført to mislykkede gjeninnkoblingsforsøk og går i blokkering.
- 16:17:43: Ski koblingshus starter andre gjeninnkoblingsforsøk, og spenningstester fra 16:17:50 til 16:17:51. Også denne testen gir varsel om kortslutning. Resultatet er at den blokkeres, og krever manuell betjening.
- Blokkeringen av Ski U7 oppheves med manuell innkobling kl. 16:18:58, og ny linjetest utføres. Innkoblingen av U7 er vellykket 16:19:18, men Holmlia U4 er fortsatt ute. Fra 16:19:18 står spenning på fra Ski mot Rosenholm, og den nedrevne bæreren kortslutter mot skinnegangen. Vernet ser ikke ut til å detektere dette.
- 16:19:51: Tog fra Oslo kjører over seksjonsdelet ved Holmlia og drar med seg spenning inn i spenningsløst område. Dette medfører en svært kortvarig spenning inn til Rosenholm.
- 16:19:51: Oslo U12 og Holmlia U1 kortslutter og kobler ut.

- 16:19:57: Holmlia U1 kobler inn og forsøker første gjeninnkobling. Den resulterer i direkte kortslutning og effektbryter kobles ut igjen.
- 16:19:57: Vern ved U3 detekterer også feilen, men kobler ikke ut da det er selektivt.
- Etter dette følger en rekke mislykkede gjeninnkoblingsforsøk knyttet til Oslo U6 og Oslo U12. Holmlia U5 og Ski U3 får vellykket gjeninnkobling (forbigående kortslutning) som ikke gjengis i detalj her.
- 16:20:28: Blokkeringen på Holmlia U4 oppheves. Holmlia U5, U2 og Ski U3 kobler ut.
- 16:20:34: Andre gjeninnkoblingsforsøk på Holmlia U1 mislykkes og går deretter i blokkering.
- 16:21:43: Holmlia U4 forsøkes koblet inn manuelt. Blokkering på Holmlia U1 fjernes når det forsøkes å legge denne inn.
- 16:21:50: effektbryter for Ski U7 kobles ifra manuelt. I denne perioden har man hatt en stående kortslutning i fra kl. 16:19:18 (2 minutter og 32 sekunder) på stedet hvor den nedrevne bærelina er i kontakt med skinnegangen.
- 16:22:05: Et nytt manuelt innkoblingsforsøk gjennomføres for U7 med resultat at effektbryter legges inn 16:22:14. Det oppstår på nytt en stående kortslutning mellom skinne og den nedrevne bærelina.
- 16:22:30: Holmlia U1 forsøkes lagt inn.
- 16:22:48: Blokkering på Oslo U12 oppheves og et nytt forsøk på manuell innkobling mislykkes 16:23:21.
- 16:23:43: Ski U3 kobles ut.
- 16:23:47: Ski U7 kobles ut og det står dermed ikke lenger spenning på fra Ski mot brannsted (innkobling av U7 opphører etter 1 minutt og 26 sekunder).
- 16:24:01: Oslo U12 kobles inn.
- 16:24:07: Manuell innkobling på Ski U3, vellykket.
- 16:25:37: Ski U7 gjennomfører linjetest, men får unormale verdier slik at utgangen ikke legges inn.

Bortsett ifra utgang 7 fra Ski mot Holmlia koblet de involverte vernene ut slik de skal, men denne utgangen får, etter manuelle gjeninnkoblinger, bli liggende inne til tross for at det forelå en kortslutning på strekningen. Ved siste linjetest oppdages det måleverdier utenfor grenseområde slik at utgangen ikke legges inn.

2.6.2 FYSISK / MEKANISK SLITASJE

Havarikommisjonen gjennomførte en befaring med personell fra Spordrift AS som stod for reparasjon på stedet etter neddrivingen. Man så da på effekten av et brudd i bærelina og hvordan det påvirket anlegget mekanisk. Anlegget er delt opp i flere kontaktledningsparter som kan bygges på to måter:

1. Fast avspenning i den ene enden og bevegelig avspenning (som regel lodd) i den andre.
2. Bevegelig avspenning (som regel lodd) i begge ender og en fix-avspenning i midten. (Fix-avspenningen holder den midterste utliggeren fast slik at den ikke beveger seg når temperaturen endres).

På Rosenholm er det et lodd på 750 kg ved omformerstasjonen nord for holdeplassen. Ved et brudd vil ledningsparten trekkes mot den bevegelige enden, det vil si loddet eller annen form for avspenning. Alle utliggere som ikke er holdt på plass av en fix-avspenning skal kunne bevege seg

sideveis ved temperaturendringer. De utliggerne som er nærmest den bevegelige avspenningen beveger seg mest sideveis.

Spordrift AS gjennomfører kontroll av kontaktledningsanlegg på oppdrag fra Bane NOR. Det gjøres visuell kontroll fra kurv ved 12 måneder, 24 måneder og 10 år i henhold til Bane NORs sjekklistor. I dette området vil det typisk gjøres om natten av hensyn til trafikken. Feil som oppdages registreres som UKV rapporter (utestående korrektivt vedlikehold).

Feil kan oppstå der deler gnisser mot hverandre, men det oppleves ikke som denne typen anlegg er spesielt utsatt for mekanisk slitasje, selv om anlegget anses som relativt gammelt. Eksempler på feil som oppdages i kontroll er:

- Løse kordeler. Bane NOR har opplyst at ved visuell inspeksjon kan det være vanskelig å se et kordelbrudd overhodet, spesielt dersom den midterste eller øverste har røket.
- Spor etter overslag. Som regel ser man det der ledningen er nær åk, og aldri ute på «fritt luftstrekk» som mellom to åk eller master. Dette regnes som en vanlige feil og isolasjonsavstanden skal være min 15 cm. Eldre anlegg er mer sårbare for feil av denne typen enn nyere anlegg. Overslag kan repareres ved å bytte ut del av ledning og skjøte.

Av andre årsaker til nedrevet kontaktledning nevnes feil ved kjøretøyets strømvaktar, krevende vind- og værforhold, feil ved infrastrukturen generelt, eller gjenstander som faller på og kortslutter anlegget.

2.6.3 BELASTNING

Bane NOR arbeider kontinuerlig for å ha størst mulig oppetid på sitt nett. Kapasiteten i nettet presses gjennom hyppigere avganger og nyere typer kjøretøy. Likevel mener Bane NOR at de ikke ser tegn til at komponentene i nettet er mer utsatt for slitasje. Det arbeides for å fordele last bedre mellom de ulike omformerstasjonene, øke kapasiteten ved å bygge nye omformerstasjoner, samt bytte til nyere KL-anlegg som har bedre overføringsevne.

Basert på loggerte hendelser detekterte kortslutningsvernet til Ski U7 først kortslutningen mellom Rosenholm og Kolbotn, stoppet de to automatiske gjeninnkoblingsforsøkene og gikk i blokkering. Ved den påfølgende manuelle innkoblingen tillot det to ganger å spenningssette området, men det tredje forsøket ble stanset.

Vernet i Ski U7 ble etter hendelsen testet av personell fra Bane NOR og produsenten Siemens. Det ble testet etter normale prosedyrer, der man forsøker ulike grenseverdier for strøm og spenning og ser at det fungerer slik det skal. Ved disse testene fremstod alt normalt. Bane NOR har videre undersøkt om vernet kjører samme logiske sekvens uavhengig av om gjeninnkobling startes automatiske eller manuelt. Testene viser at logisk sekvens er den samme. Siden vernet kom på markedet i 2004 har det blitt installert mer enn 1700 enheter av typen Siprotec 7ST61 / 7ST63 på verdensbasis. Bane NOR har ca. 90 vern av denne typen i deres anlegg, og det er ikke kjent for å være utsatt for feil. Produsenten Siemens oppgir MTBF til å være > 600 år. Basert på dette var Bane NORs vurdering at det ikke var behov for å bytte vernet etter hendelsen.

Bane NOR har dermed ingen forklaring på hvorfor vernet i to av de fem forsøkene på gjeninnkobling tillot innkobling mot kortsluttet område. En teori er at bevegelse i bærelinja kan ha gjort at den vekslet mellom å henge i lufta og ha kontakt med skinne/jord. Dette kan ha forårsaket midlertidig høyere overgangsmotstand slik at vernet har målt verdier som er innenfor gitte grenseverdier og som dermed har ført til at det ikke oppdaget kortslutningen.

Bane NOR har ikke kontinuerlige målinger og logging av strøm og spenning på denne strekningen slik de har andre steder i nettet sitt. Det betyr at man ikke har datagrunnlag for videre

undersøkelser med tanke på årsak, og det gjør det vanskelig å kartlegge hendelsesforløpet og avdekke eventuelle forbigående feil.

2.6.4 TESTER AV BÆRELINE NTNU

Etter hendelsen ved Rosenholm, og flere liknende hendelser i 2021 der bærelina har røket, besluttet Bane NOR å sende prøver for testing ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU). Hensikt med, og omfang av, oppdraget var:

Purpose of the tests is to analyse the behaviour of different samples of messenger wires in operation on railway lines in Norway. The reason for these tests is linked to sudden failures of messenger wires during normal operations. This issue was found in different locations on different lines. However, the type of wire is always the same.

The wire sections were sent by Bane NOR. Each sample underwent a tensile test until the ultimate stress was reached and the sample broken. The curve of force/displacement was retrieved from the tests. Visual analysis on the area where the rupture occurs were carried out to compare it with the examples from the sites and formulate considerations on the matter.

Rapporten⁸ fra NTNU konkluderte med at alle de 13 prøvene av bæreliner hadde de korrekte mekaniske egenskapene når det kom til strekkbelastning.

Materials

The Cu-ETP 50/7 messenger wire is a stranded copper wire made of 7 strands with a total diameter of 9 mm (Figure 1). A summary of the properties can be found in the table below (from DIN 48201-1).

Property	Value
Nr. of strands	7
Cross-section	49,48 mm ²
Diameter	9 mm
Linear weight	4,375 N/m
Calculated breaking load	19,84 kN



Figure 1: Cu-ETP 50/7 messenger wire cross-section.

Figur 20: Egenskaper ved bæreline. Kilde: Bane NOR SF⁸

I figur 21 vises resultatet fra strekktestene, der hver linje representerer en bæreline. Frem til de to første kordelene ryker holder bærelina godt, men nå to av de syv kordelene har røket, ryker også de neste fem relativt raskt.

⁸ Test of messenger wires – Report v1.0, NTNU Faculty of Engineering, Dept. of Structural Engineering, 25th August 2021

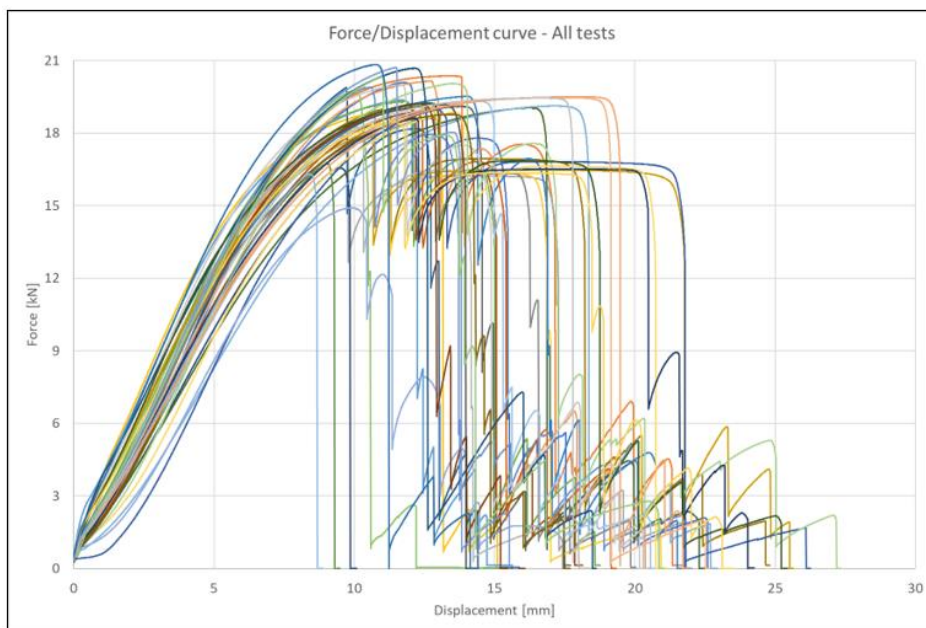


Figure 4: Force/Displacement curves from all the tests.

Figur 21: Resultat fra tester av ulike parter bæreliner. Kilde: Test of messenger wires⁸

Utformingen med syv kordeler gjør at den midterste er skjult for visuell inspeksjon. Bane NOR fører ingen oversikt over hvor ulike partier med bæreline eller kontaktledning er montert (produsent, produksjonsdato etc.). Man vil derfor ikke kunne lokalisere hvor et bestemt produksjonsparti er montert dersom det skulle avdekkes en felles feil eller svakhet ved dette.

2.6.5 KONTROLL FOR SPORFEIL PÅ STEDET

Noen typer sporfeil kan medføre ekstra belastning og slitasje på KL. Havarikommisjonen har innhentet data fra siste kontrollmåling av sporet på strekningen. Det ble ikke funnet sporfeil på stedet som kan bidra til å klarlegge hendelsesforløpet.

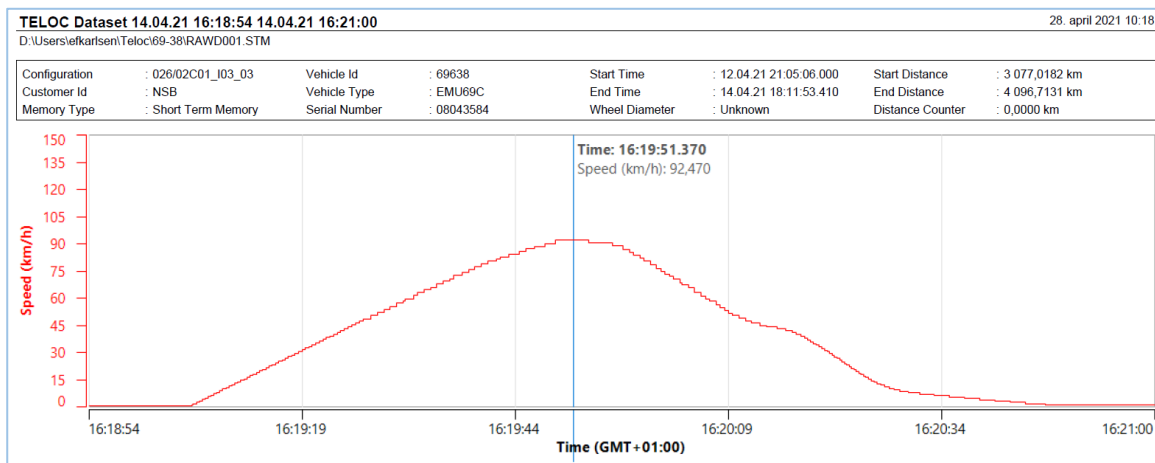
2.7 Undersøkelser av kjøretøy

2.7.1 OM KJØRETØYET

69-38 er av type 69C II, et elektrisk motorvognsett som består av 3 vogner med traksjon på en av vognene. Ifølge Norske Tog AS ble det produsert 14 togsett av denne serien ved Strømmen Værksted og NEBB/ABB i perioden 1975–1977. Mellomvogn ble bygget og ettermontert i 1992–1993. I perioden 2009–2011 ble det gjort oppgradering både på den tekniske siden og interiørmessig. Togsettet 69-82 er av type 69D og er levert i 1993. Også dette settet består av tre vogner og har traksjon på én av disse. Togtypen benyttes som lokaltog på Østlandet.

2.7.2 FERDSSKRIVER

Ferdsskriver viser normalt kjøremønster frem til hendelsen.



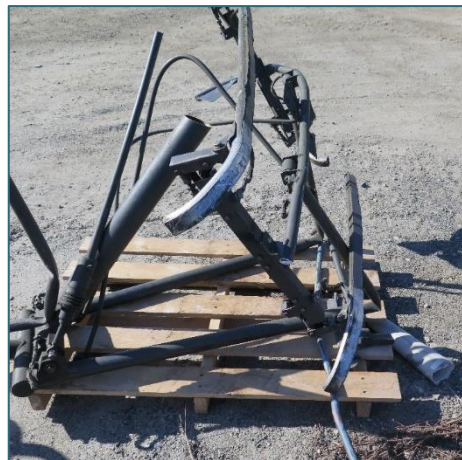
Figur 22: Hastighet hentet fra Teloc. Kilde: Vygruppen AS

2.7.3 STRØMAVTAKERE

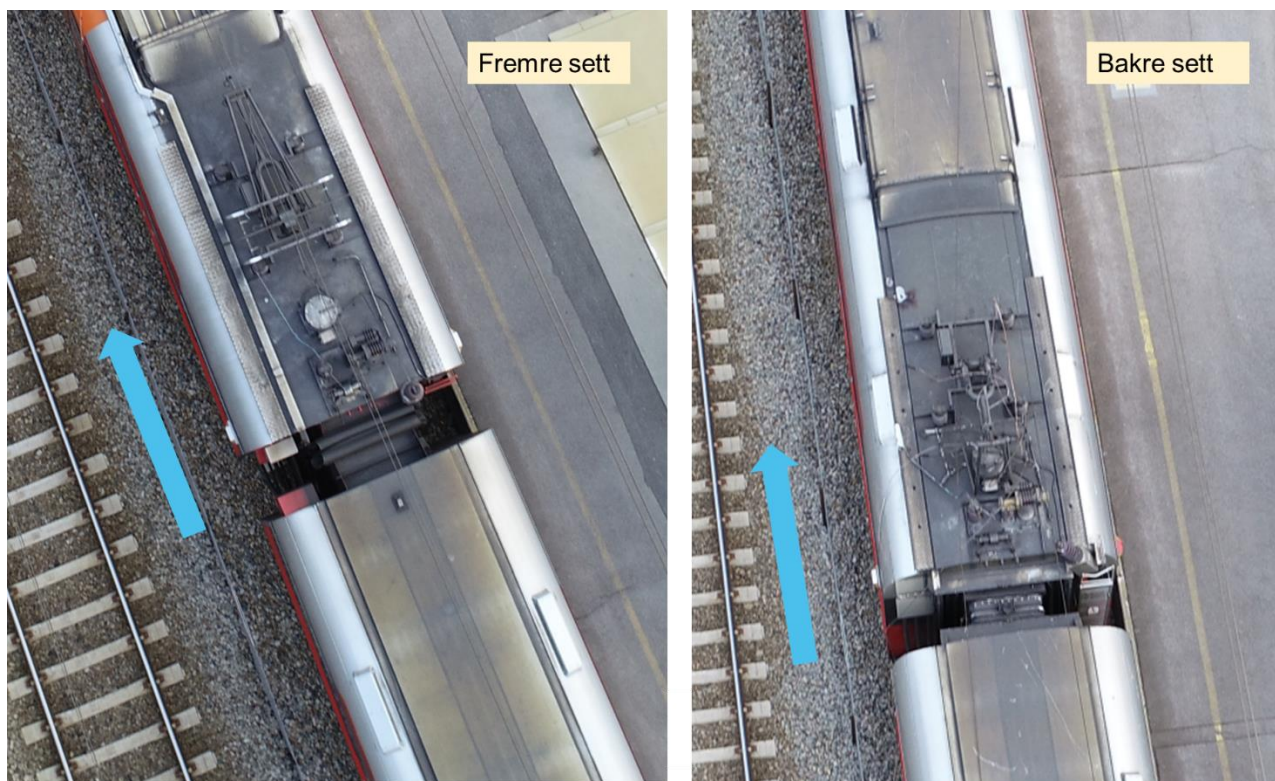
Feil eller hakk i strømvaktaker kan bidra til å rive ned kontaktledning. Strømvaktakerene på fremre sett hadde ingen skader, utover et mindre hakk. Fører har opplyst at strømvaktaker var uten feil da vedkommende overtok toget. Bakre strømvaktaker var deformert etter å ha viklet seg inn i kontaktledningsanlegget (figur 23).



Figur 23: Bakre strømvaktaker er viklet inn i kontaktledningsanlegget. Foto: SHK



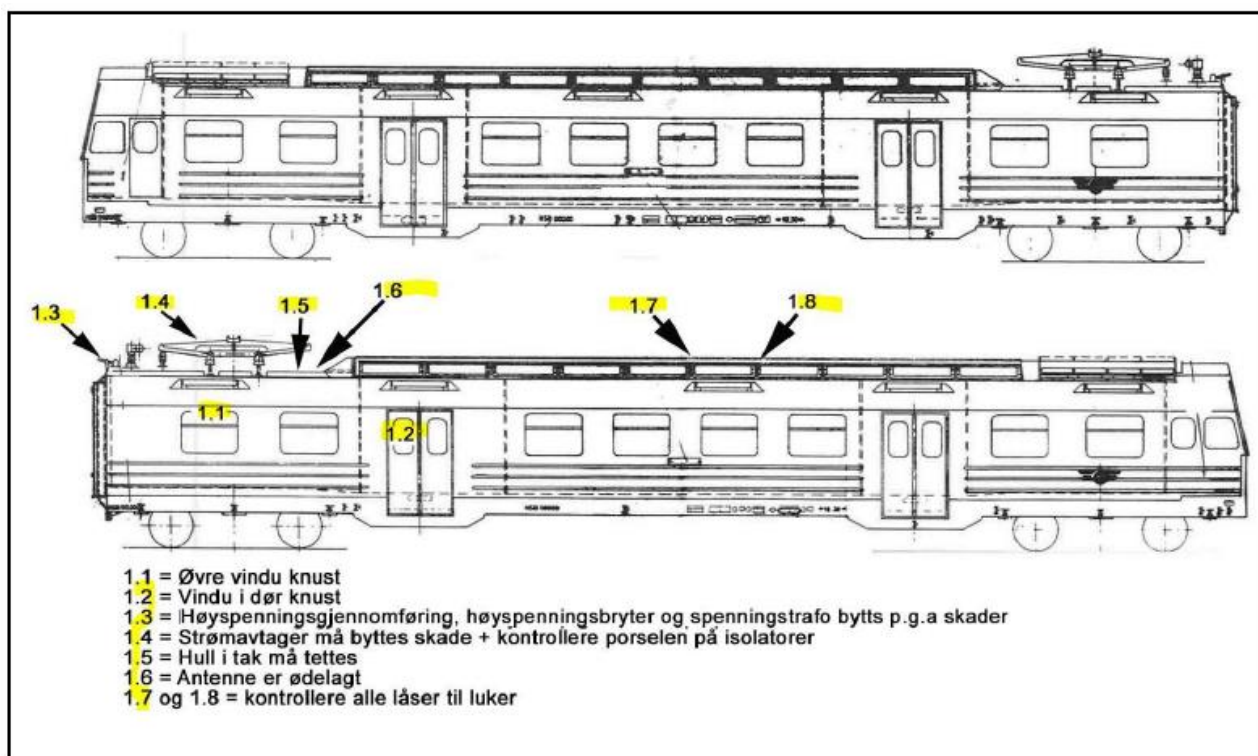
Figur 24: Strømvaktaker fra bakre sett (69038). Foto: SHK



Figur 25: Strømvaktakere på fremre (69038) og bakre sett (69082). Foto: SHK

2.7.4 OPPFØLGING AV SKADER FUNNET ETTER HENDELSEN

Mantena utarbeidet etter hendelsen en teknisk rapport som beskrev skadene på 69-82, disse er oppsummert i figur 26. Fremre sett (69-38) ble vurdert som uskadet og kunne settes i trafikk etter kort tid. Ingen egen SAP-melding ble registrert på 69-38 fra DROPS slik som det ble registrert på 69-82. Mantena anså at det var behov for å bytte slepekull på settet, bytte en defekt tyfontrakt på BS, samt tette et lite hull i taket på B.



Figur 26: Skader funnet på 69-82 etter hendelsen. Kilde: Mantena AS

2.8 Undersøkelse av operative forhold

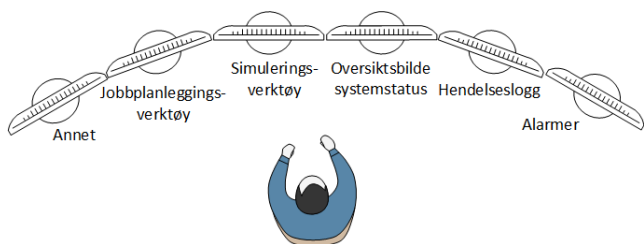
2.8.1 FJERNSTYRING FRA ELKRAFTSENTRALEN

Styring og overvåking av elkraftanlegg fjernstyres ved hjelp av systemet Spectrum fra Siemens. Omformerstasjoner styres fra Bane NOR Energi sin landsdekkende driftssentral i Oslo, mens styringen av øvrige deler av kraftsystemet gjøres fra elkraftsentraler som i dag er plassert i Oslo, Drammen, Bergen og Fron/Nord.

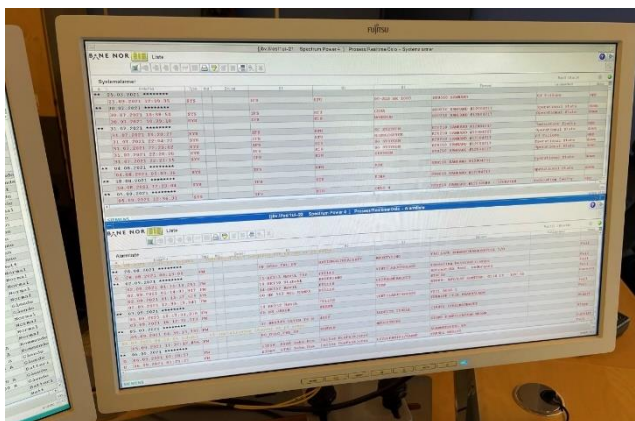
En elkraftoperatør har enten fagbrev som energimontør, kontaktledningsmontør eller er utdannet elkraftingeniør. Elkraft ivaretar funksjonen Leder for kobling og utarbeider koblingsplaner, koblingsordre og godkjenner elsikkerhetsplaner.

Havarikommisjonen var på befaring i elkraftsentralen for Østlandet som er samlokalisert med togledersentralen på Oslo S. Der ble det gitt en orientering om operatørplassen og de ulike systemene man benytter (figur 27, figur 28), i tillegg til hvordan man normalt håndterer feiltilstander. Elkraftoperatørene overvåker anlegget og fjernstyrer høyspenningsbrytere i matestasjoner, koblingshus og kontaktledningsanlegg innen et stort geografisk område. Operatørene mottar og håndterer alarmer, fører hendelseslogg og kan varsle relevante fagavdelinger ved feil og hendelser. Forbigående kortslutninger, f.eks. forårsaket av fugler, er svært vanlig. Normalt vil den automatiske gjeninnkoblingssekvensen sørge for at spenningen igjen kan settes på.

Operatørene kan motta inntil 100 alarmer om dagen, der mange er falske, uvesentlige eller varsler som man ikke klarer å finne årsaken til. Flere av disse er falske brannalarmer, der man sender ut personell for å sjekke nærmere. Alarmene varsles med lydvarsel, kritiske alarmer er merket gult og teksten «kritisk».



Figur 27: Operatørplass elkraftsentral. Skisse: SHK



Figur 28: Skjerm for alarmer. Foto: SHK

Indikeringer og måleverdier som vises lokalt i et koblingshus' kontrollrom kan også fjernavleses på elkraftsentralen til Bane NOR. Elkraftoperatørene har via sine systemer oversikt over en rekke parametre for det enkelte koblingshus. Dette inkluderer blant annet måleverdier for strøm og spenning, status for vern, kommandoer, ulike brytere, batterier samt feilmeldinger og alarmer. En ulempe ved systemet er at man ikke får tilstrekkelig informasjon om strømforløp over tid, da systemet primært gir gjeldene status. På andre strekninger har Bane NOR mulighet til å hente ut kvalitetsmålinger via et eget system som gir mer detaljert informasjon.

Spectrum viser en grafisk oversikt over kraftsystemet, men dette har en annen oppbygning enn det toglederene bruker i sin trafikkstyring. I noen tilfeller vises stasjoner speilvendt, opp ned, uten alle veksler eller signaler, og kun spor med kontaktledning. Dette kan gjøre det utfordrende for togledere og elkraftoperatører å raskt definere hvilken lokasjon man snakker om ved feil. Siden

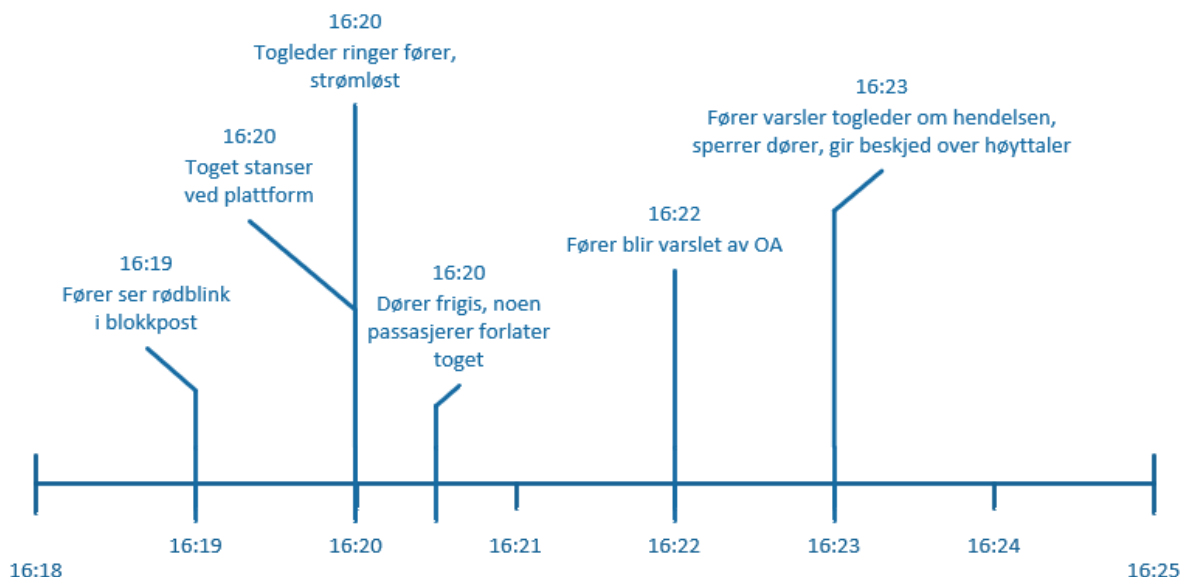
togleders grafiske fremstilling vises på andre skjermer i lokalet til enhver tid, er elkraftoperatørene godt kjent med denne.

Det er ingen egen prosedyre for elkraftoperatører for hvordan feilsøke etter en utkobling. I prinsippet starter man med å halvere strekningen der man har feil og forsøke å koble inn igjen fra hver kant. På denne måten snevrer man inn området hvor kortslutningen befinner seg. Deretter er man avhengig av å sende ut personell til stedet for å identifisere den eksakte feilen. Operatørene opplever at de har tilstrekkelig verktøy for å gjøre denne jobben, men mener på generell basis at selve programmet de bruker er foreldet og med mange feil, og slik har det vært i mange år.

Rosenholm holdeplass ligger like sør for Holmlia koblingshus/omformer. I kap. 2.6.1 vises hendelsene knyttet til strømforsyningen mellom Holmlia og Ski som er registrert hos Bane NOR Energi. Loggenes tidsstempler viser at brannen sør for Rosenholm skyldtes en kortslutning som oppstod før toget rev kontaktledningen. Som følge av hendelsen oppstod det en rekke andre hendelser i strømforsyningsanlegget knyttet til utganger fra både Holmlia omformerstasjon og Oslo S og Ski koblingshus.

2.8.2 TOGFREMFØRING

Tog 2745 ble kjørt som et dobbeltsett. Det var kun det bakre settet som heftet seg i kontaktledningen. Da toget ble strømløst, men likevel hadde nok fart til å trille inn til plattform ved Rosenholm, var fører ennå ikke kjent med hendelsen lenger bak i toget. Følgelig fulgte fører normal prosedyre og frigav dørene. Så snart ombordansvarlig hadde varslet fører om hendelsen, ble det gitt informasjon til passasjerer og dørene ble sperret slik Vygruppens retningslinjer tilsier. Fører informerte deretter togleder. Brannen var allerede varslet til brannvesenet kl. 16:21 av et vitne. Ombordansvarlig stod ute på plattform for å sikre at ingen beveget seg nær kontaktledningen. Assistanse og assistanse under opplæring oppholdt seg i bakre sett der de gav førstehjelp og informasjon til passasjerene.



Figur 29: Personalets observasjoner og handlinger. Illustrasjon: SHK

2.9 Trafikkledelse og signalsystem

Rosenholm holdeplass ligger på Østfoldbanen. Strekningen er dobbeltsporet og fjernstyres fra Oslo togledersentral. Strekningen har delvis hastighetsovervåkning (DATC).

Havarikommisjonen har mottatt et opptak av hendelsen fra togleders system for fjernstyring, Vicos. Dette har også logget rødblinket som fører så kl. 16:19:54⁹.

2.9.1 FORANKJØRENDE TOG

Tog 2745 gikk i spor 1 (høyre hovedspor Oslo–Sandbukta) på Rosenholm holdeplass. Brudd i bærrelina oppstår med stor sannsynlighet ca. kl. 1616. Det er 3 minutter etter at forrige tog passerte stedet. Før dette toget hadde følgende andre tog passert:

- Kl. 1613: tog fra Lodalen til Halden
- Kl. 1608: tog fra Haven til Mysen
- Kl. 1603: tog fra Stabekk til Ski hensetting

2.9.2 VIDEOOVERVÅKNING LANGS STREKNINGEN

Havarikommisjonen har innhentet opptak fra Bane NORs videoovervåkningssystem fra Holmlia som er stasjonen før Rosenholm. Hensikten var å undersøke om disse kan ha fanget opp noe unormalt ved togets strømvaktare. Det fremkommer ikke noe unormalt på disse opptakene.

2.10 Sikkerhetsstyring

2.10.1 PERIODISK VEDLIKEHOLD OG ETTERSYN AV KL

Spordrift AS utfører både korrektivt vedlikehold og planlagte kontroller av kontaktledningsanlegget til Bane NOR. Det hadde i 2021 vært utført normal 12-måneders- og 120-månederskontroll av kontaktledningsanlegget på stedet i forkant av hendelsen. Inspeksjoner ser på master, utligger og åk og utføres fra kurven til en revisjonsvogn mens man kjører langs strekningen. Man ser etter feil, slitasje, kordeler som har røket m.m. Eventuell feil registreres deretter i Bane Data. Det er ikke registrert feil på strekningen.

2.10.2 HÅNDTERING AV FEILTILSTANDER , BANE NORS ELKRAFTSENTRAL

Se beskrivelse i kap. 2.8.1.

2.10.3 HÅNDTERING AV FEILTILSTANDER VED KL, VYGRUPPEN AS

Se beskrivelse i kap.2.8.2.

⁹ Det er en mindre tidsdifferanse mellom Vicos og hendelseslogg for strømrelaterte hendelser.

2.11 Lover og forskrifter

Kapittelet lister gjeldene lover og forskrifter som er relevante for undersøkelsen.

Lov 24. mai 1929 nr. 4 om tilsyn med elektriske anlegg og elektrisk utstyr (el-tilsynsloven).

Forskrift 28. april 2006 nr. 458 om sikkerhet ved arbeid i og drift av elektriske anlegg (forskrift om sikkerhet ved elektriske anlegg).

§1. Formål

Forskriften skal ivareta sikkerheten ved arbeid på eller nær ved samt drift av elektriske anlegg ved at det stilles krav om at aktivitetene skal være tilstrekkelig planlagt og at det skal iverksettes nødvendige sikkerhetstiltak for å unngå skade på liv, helse og materielle verdier.

Forskrift 11. april 2011 nr. 389 om sikkerhetsstyring for jernbanevirksomheter på det nasjonale jernbanenettet (sikkerhetsstyringsforskriften)¹⁰.

Forskrift 11. april 2011 nr. 388 om nasjonale tekniske krav m.m. for jernbaneinfrastruktur på det nasjonale jernbanenettet (jernbaneinfrastrukturforskriften).

§ 1-1. Virkeområde

Forskriften gjelder for jernbaneinfrastruktur på det nasjonale jernbanenettet.

Forskriften gjelder likevel ikke der annet følger av forskrift 16. juni 2010 nr. 820 om samtrafikkvevnen i jernbanesystemet (samtrafikkforskriften) og/eller forskrifter om tekniske spesifikasjoner (TSI).

§ 1-3 Definisjoner

j) jernbaneinfrastruktur: består av delsystemet infrastruktur, de faste innretninger av delsystemet energi, samt de faste innretninger av delsystemet styring, kontroll og signalering,

Strekningen mellom Rosenholm og Ski er ikke endret i senere tid, men Ski stasjon som inkluderer Ski koblingshus er nylig ombygd og dermed omfattet av forskrift om gjennomføring av kommisjonsforordning (EU) nr. 1301/2014 av 18. november 2014 om de tekniske spesifikasjonene for samtrafikkvevne som gjelder for delsystemet «energi» i den europeiske unions jernbanesystem (TSI-ENE), utdrag vist i figur 30.

¹⁰ Gjeldende forskrift på hendelsestidspunktet.

2. DESCRIPTION OF THE ENERGY SUBSYSTEM

2.1. Definition

- (1) *This TSI covers all fixed installations necessary to achieve interoperability that are required to supply traction energy to a train.*
- (2) *The energy subsystem consists of:*
 - (a) *substations: connected on the primary side to the high-voltage grid, with transformation of the high-voltage to a voltage and/or conversion to a power supply system suitable for the trains. On the secondary side, substations are connected to the railway contact line system;*
 - (b) *sectioning locations: electrical equipment located at intermediate locations between substations to supply and parallel contact lines and to provide protection, isolation and auxiliary supplies;*
 - (c) *separation sections: equipment required to provide the transition between electrically different systems or between different phases of the same electrical system;*
 - (d) *contact line system: a system that distributes the electrical energy to the trains running on the route and transmits it to the trains by means of current collectors. The contact line system is also equipped with manually or remotely controlled disconnectors which are required to isolate sections or groups of the contact line system according to operational necessity. Feeder lines are also part of the contact line system;*
 - (e) *return circuit: all conductors which form the intended path for the traction return current. Therefore, so far as this aspect is concerned, the return circuit is part of the energy subsystem and has an interface with the infrastructure subsystem.*
- (3) *In accordance with Annex II, Section 2.2 of Directive 2008/57/EC, the trackside of the electricity consumption measuring system, referred to in this TSI as on-ground energy data collection system, is set out in point 4.2.17 of this TSI.*

4.2.7. Electrical protection coordination arrangements

Electrical protection coordination design of the energy subsystem shall comply with the requirements detailed in EN 50388:2012, clause 11.

Figur 30: Beskrivelse av subsystem energi. Kilde: TSI-ENE

2.12 Internt regelverk og prosedyrer

2.12.1 ANSVAR, INTERNE INSTRUKSER OG PROSEDYRER

I henhold til forskrift om drift av elektriske anlegg, hjemlet i el-tilsynsloven, har Bane NORs direktør utnevnt direktør for Bane i Drift og teknologidivisjonen som «Driver» og sakkyndig driftsleder som driftsleder for Bane NORs anlegg. Fagansvar for elsikkerhet ligger til Energi, under Bane i Drift og teknologidivisjonen.

Ansvar og roller for oppfyllelse av el-tilsynsloven i Bane NOR er beskrevet i konsernprosedyre for elsikkerhet STY-605227.

- Driftsleders instruks og prosedyrer er utarbeidet og knyttet opp til konsernprosedyre for elsikkerhet i styringssystemet i Bane NOR.
- Driftsleders apparat er beskrevet og formelt godkjent i styringssystemet, jf.:
 - 1. Driftsleders ansvar – instruks jf. STY-605387
 - 2. Driftsleders stedfortreder jf. STY-605352

- 3. Assisterende driftsledere jf. STY-605350. Det er utnevnt assisterende driftsledere for områdene Energi, Utbygging og Eiendom.
- Elsikkerhet er et linjeansvar.

Alle ansatte i Bane NOR SF som skal arbeide i eller ved de elektriske anleggene har samtidig et selvstendig ansvar for å sette seg inn i de krav som gjelder.

2.12.2 TEKNISK REGELVERK OM KRAV TIL KOMPONENTER I KONTAKTLEDNINGSANLEGGET

Figur 31 gjengir utdrag fra dagens krav i teknisk regelverk om levetid til komponenter i et KL-anlegg.

2 Generelle krav til komponenter

TRV:01009

a) **Identifikasjon:** For sporbarhet skal hver komponent eller produksjonsserie merkes med entydig identifikasjon av produsenten og av komponenten/produksjonsserien.

1. Utførelse: Der merking på selve komponenten er uhensiktsmessig kan identifikasjon realiseres på annen måte enn ved merking.
2. Utførelse: Identifikasjonen skal kunne brukes til å finne relevant informasjon om:
 1. Produsenten
 2. Produksjonstidspunkt
 3. Dokumentasjon av komponenten
3. Utførelse: Identifikasjonen skal brukes ved registrering av feil på komponenten og eventuell garanti/reklamasjon.

TRV:01010

b) **Forventet levetid:** Komponenter som brukes i kontaktledningsanlegget skal være produsert for forventede påkjenninger i anleggets forventede levetid. Forventet levetid for komponenter i kontaktledningsanlegget skal settes til minst 50 år.

1. Utførelse: Det kan legges til grunn bytte av slidedeler før anleggets levetid er utgått.
2. Utførelse: For store konstruksjoner som det vil være kostbart å bytte, skal det legges til rette for relevante kontroller og større vedlikeholdstiltak som vil gjøre drift utover planlagt levetid mulig. Dette gjelder spesielt fundamenter og master, men er også relevant for andre deler som ikke nødvendigvis utsettes for stor slitasje.

Eksempel på vedlikeholdstiltak som har til hensikt å forlenge levetiden, er korrosjonsbeskyttelse og overflatebehandling som beskytter konstruksjonen.

Figur 31: Utdrag fra teknisk regelverk om levetid til komponenter i et KL-anlegg. Kilde: Bane NOR SF¹¹

¹¹ https://trv.banenor.no/wiki/Kontaktledning/Prosjektering_og_Bygging/Komponenter

2.12.3 TEKNISK REGELVERK OM MEKANISK UTFORMING AV LINER OG TRÅD I KONTAKTLEDNINGSANLEGGET

Figur 32 gjengir utdrag fra dagens krav i teknisk regelverk om krav til bæreline i et KL-anlegg.

4.6 Generelt om liner og tråd
4.6.1 Standarder for liner og tråd
TRV:00576
a) Kontakttråd: Kontakttråder skal betegnes og oppfylle krav som angitt i EN 50149:2012.
Eksempler på betegnelse for kontakttråder:
■ EN 50149 – AC-100 – CuAg0,1 ■ EN 50149 – AC-120 – CuAg0,1
TRV:00577
b) Liner i bronse: Liner i bronse skal betegnes og oppfylle krav som angitt i DIN 48201-2:1981, eller i DIN 43138:1980 for fleksible bronseliner.
1. Utførelse: Tilleggsbetegnelse som angir at linen er utført med isolasjon skal brukes ved behov.
Eksempler på betegnelse for liner i bronse
■ DIN 48201 – 50 – Bz II ■ DIN 48201 – 50 – Bz II (isolert) ■ DIN 43138 – Bz II – 10 × 49

Figur 32: Utdrag fra Teknisk regelverk om krav til bæreline. Kilde: Bane NOR SF¹²

2.13 Liknende hendelser med nedrevet KL

Bane NOR har registrert 241 ulykker eller skader knyttet til kontaktledningsanlegg i perioden 1.1.2017–3.2.2022. Oversikten er i mange tilfeller ikke tilstrekkelig detaljert til å kunne fastslå hvorvidt feilen skyldtes et kjøretøy eller ikke. Tabell 4 inneholder en oversikt over hendelser fra 2021.

Tabell 4: Utdrag fra 72-timers rapporter / SynergiLife® . Kilde: Bane NOR SF

Dato	Hendelse
12. august 2021	Ljan Kontaktledning ligger nede ved Ljan, årsak antas å være kortslutning pga en fugl.
27. juli 2021	Kortslutning og brann på Sandefjord stasjon. Undersøkes p.t. av Havarikommisjonen.
16. juli 2021	Slitu Tog evakuerer ca 300 meter på utsiden av Slitu (delstrekning Askim-Mysen) pga revet kjøreledning. Ledningen ble liggende på taket ned mot inngangspartiene i fremste vogn. Ledningsfallet skjedde ved seksjoneringskille og jordet ikke KL da den hang ca 50 cm over skinnegangen.
3. juli 2021	Dovre stasjon Tog har revet ned kjøreledningen på Dovre stasjon.

¹²https://trv.banenor.no/wiki/Kontaktledning/Prosjektering_og_Bygging/Mekanisk_utforming#Standarder_for_liner_og_tr.C3.A5d

26. juni 2021	Leirsund Tog fikk frontruta knust mellom Leirsund og Lillestrøm. Det mistenkes at det er feil i KL, da det var svimerker på taket.
9. juni 2021	Jessheim-Hauerseter Nedrevet KL mellom Jessheim og Hauerseter. Evakuering av tog.
1. juni 2021	Bergheim - Nesbyen Skade på KL-anlegget, nedrevet bæreline mellom Bergheim og Nesbyen Lastetraktor fikk KL ned i frontruten, brann i toget, klarte å slukke det selv.
20. april 2021	Nord for Dovre stasjon Tog kjørte på nedrevet kontaktledning ved km. 332,5 på nordsiden av Dovre stasjon. Fører melder at kontaktledningen hang nede da toget kom kjørende og kjøretøyets strømvaktakere ble skadet i sammenstøtet. I tillegg fikk kjøretøyet skader i fronten som knuste lykteglass og svimerker samt at det oppsto brann langs sporet bak toget.

3. Analyse

3.1 Hendelsesforløp.....	35
3.2 Bæreline ryker, kortslutter og starter gressbrann.....	35
3.3 Feilsøking og gjeninnkoblingsforsøk	36
3.4 Passasjerer slippes ut samtidig som kontaktledning henger ned.....	37

3. Analyse

3.1 Hendelsesforløp

14. april 2021 røk bærelina ved km 11,85–11,95, ca. 450 m syd for Rosenholm holdeplass på Østfoldbanen. Det var ingen tog på stedet, og heller ingen vitner som så hendelsen. Bærelina, som er strømførende med en spenning på 15 000 V, kom deretter i kontakt med skinnegangen og kortsluttet slik at gnister antente en brann i vegetasjonen nær sporet. Havarikommisjonen har ikke kunnet konkludere med en klar årsak til hendelsen.

Da tog 2745 kom fra Holmlia og inn i seksjonsskillet ved Holmlia omformerstasjon, kortsluttet togets fremre strømvakt med den jordede seksjonen på Rosenholm, og togets bakre strømvakt hektet seg i kontaktledningen. Samtidig gjorde toget den strømløse seksjonen over Rosenholm holdeplass kortvarig strømførende igjen. Deler av kontaktledningsanlegget slo inn i togets sider og knuste flere vinduer. To passasjerer fikk lettere skader fra knust glass.

Idet man får en kortslutning er det etablert spesielle elektriske vern i systemet som skal koble fra strømmen. Undersøkelsen har vist at ett av disse ikke håndterte kortslutningen som tiltenkt i forbindelse med Bane NORs feilsøking.

3.2 Bæreline ryker, kortslutter og starter gressbrann

Da bærelina røk mellom Rosenholm og Kolbotn kom den i kontakt med skinnegangen. Dette medførte en kortslutning som til sammen varte i flere minutter, inkludert gjeninnkoblingsforsøk. I april er dødt og tørt gress langs sporet lett å antenne, og energien i kortslutningen var tilstrekkelig til å starte en gressbrann.

Bæreliner skal vare i lang tid og inspiseres en gang i året. Det er ingen spesielle krav til kontroll av bæreliner utover visuell inspeksjon, og verken Bane NOR eller Spordrift kjenner til spesielle svake punkter ved dem. Deres vurdering er at den ikke blir utsatt for mekanisk slitasje ved normal bruk. En visuell inspeksjon kan ikke avdekke eventuelle brudd i den midterste kordelen, som er skjult av de andre kordelene. Visuelle inspeksjoner vil også ha mulighet for at feil overses. Havarikommisjonen har ikke holdepunkter for å fastslå at det var synlige feil ved bærelina i forkant.

Komponentene i et KL-anlegg skal dimensjoneres for en levetid på mer enn 50 år. Bane NOR kan ikke si eksakt hvor gammel bærelina som røk på Rosenholm var, men mener den var langt under forventet levetid. Bane NOR har heller ikke en oversikt over ulike partier med bæreliner og hvor disse er brukt. Dersom det skulle vise seg at et bestemt parti har en felles svakhet, vil man ikke kunne spore opp hvor bæreliner fra et gitt parti er satt i drift.

En av de vanligste årsakene til kortslutninger i KL-anlegget er fugler som skaper kontakt mellom ulike spenningsførende deler. Ved kortslutningen ved Rosenholm oppstod ikke selve kortslutningen under et åk der fugler naturlig kan sitte, men midt mellom to KL-master. Det ble heller ikke observert rester av fugl på stedet. Havarikommisjonen mener dette gjør at sannsynligheten er liten for at det var dette eller en annen gjenstand som forårsaket avbrenningen. Dersom forankjørende tog skulle ha forårsaket nedrivingen ville det innebære at det påførte bærelinen en belastning eller påkjenning som ikke medførte umiddelbar nedriving, men en forsinket nedriving etter at toget hadde passert. Det ble ikke observert videre skader eller hendelser sydover, noe som reduserer sannsynligheten for at foregående tog forårsaket hendelsen.

Tester gjennomført hos NTNU har vist at bærelinen holdt de kvalitetsmål som er satt. De viser samtidig at en bæreline med syv kordeler blir svært sårbar dersom to av dem ryker. Endene på bærelina var for varmepåvirket av kortslutningen til at et mulig brudd i en kordel kunne avdekkes.

Utover rutinemessige inspeksjoner og systemets design ved bruk av ulike vernfunksjoner, er det ikke etablerte spesielle barrierer som skal forhindre eller avdekke en røket bæreline. Så lenge det ikke påvirker strømforsyningen til togtrafikken, må det oppdages visuelt enten av en fører eller av andre vitner.

De siste årene har det vært en rekke tilfeller der kontaktledning eller bæreline har falt ned. I noen av hendelsene mener man å vite årsaken, men det gjelder langt ifra for alle. Hendelsene medfører ofte store driftsmessige forstyrrelser og noen ganger også farlige situasjoner. Havarikommisjonen mener Bane NOR har et forbedringspotensial rundt kartlegging av årsaker og omstendigheter ved denne typen hendelser. Havarikommisjonen har tidligere gitt en sikkerhetstilråding rettet mot manglende systematisk kartlegging og læring fra uønskede hendelser i forbindelse med arbeid i kontaktledningsanlegg¹³:

Sikkerhetstilråding Bane nr. 2021/06T

Årlig skjer det et antall ulykker og uønskede hendelser i forbindelse med arbeid ved kontaktledningsanlegget på det nasjonale jernbanenettet. Undersøkelsen har vist at Bane NOR SF i for liten grad analyserer innrapporterte hendelser med tanke på organisatorisk læring og forbedring. Gitt antallet registrerte ulykker burde tilløp- og tilstandsrapporteringen vært høyere.

Statens havarikommisjon tilrår Statens jernbanetilsyn å be Bane NOR SF vurdere sin prosess for håndtering av innrapporterte tilløp, tilstand og ulykker i høyspenningsanleggene, slik at disse behandles både enkeltvis og satt i system for at tiltak kan rettes mot årsakene til at hendelsen oppsto.

Behandlingen av denne sikkerhetstilrådingen er p.t. ikke ferdigstilt, og Havarikommisjonen mener at Bane NOR i sitt arbeid også bør inkludere hendelser i kontaktledningsanlegget der det ikke har vært arbeid involvert, slik som i dette tilfellet. Med bakgrunn i dette velger Havarikommisjonen å ikke gi en ny sikkerhetstilråding rettet mot samme tema.

3.3 Feilsøking og gjeninnkoblingsforsøk

En kortslutning med gnister kan starte en brann dersom omgivelsene består av brennbart materiale som i dette tilfellet. Etter den første kortslutningen ble seksjonen spenningsatt flere ganger, både ved gjeninnkoblingsforsøk og da toget passerte seksjonsskillet før Rosenholm.

De innebygde automatiske vernene i strømforsyningsanlegget rundt hendelsesstedet koblet ut slik de skulle, men vernet i Ski U7 tillot i forbindelse med feilsøkingen to manuelle innkoblinger mot et område med kortslutning. Dette førte til at kontaktledningskomponentene i området ved bruddet i bærelina var spenningsførende i flere minutter.

Vernet i Ski U7 ble etter hendelsen testet av personell fra Bane NOR og produsenten Siemens. Det ble testet etter normale prosedyrer uten å finne feil, og Bane NOR besluttet dermed å la vernet forbli i anlegget. Bane NOR har ingen sikker forklaring på hvorfor vernet i to av de fem forsøkene på gjeninnkobling tillot innkobling mot kortsluttet område. En teori er at bevegelse i bærelina kan ha gjort at den vekslet mellom å henge i lufta og ha kontakt med skinne/jord. Dette kan ha

¹³ Bane rapport [2021/03](#) Temarapport om ulykker med strømgjennomgang i perioden 2017–2019

forårsaket midlertidig høyere overgangsmotstand slik at vernet har målt verdier som er innenfor gitte grenseverdier og som dermed har ført til at det ikke oppdaget kortslutningen.

Mangel på kontinuerlige målinger og logging av strøm og spenning på denne strekningen gjør at man ikke har datagrunnlag for videre undersøkelser i ettertid. Havarikommisjonen mener en slik logging kunne ha bidratt til å kartlegge hendelsesforløpet og avdekke eventuelle forbigående feil.

Både automatiske og manuelle gjeninnkoblingsforsøk er dagligdagse aktiviteter for elkraftoperatørene i forbindelse med feilsøking. I dette tilfellet bidro disse forsøkene til å forlenge tiden der kortslutningspunktet ble spenningssatt. Majoriteten av utfall av strøm er forårsaket av f.eks. fugler eller andre gjenstander som kortslutter kontaktledningsanlegget. Ved gjeninnkobling vil vanligvis disse objektene være borte, og systemet returnerer dermed til normal tilstand.

Systemet operatørene benytter kan ikke med sikkerhet si hva som har forårsaket en kortslutning, til det er man avhengig av å sende ut personell til stedet. En slik feilsøking er både tid- og ressurskrevende siden systemet ikke kan detektere nøyaktig lokasjon for kortslutningen.

Siden feilsøkingmulighetene oppleves som begrensende har elkraftoperatørene uttrykt et ønske om mer avanserte og presise feilsøkingverktøy. Havarikommisjonen mener en forbedring av hvordan alarmer vises og prioriteres på skjermen til operatørene, også kan bidra til at de viktigste håndteres på en bedre måte.

Bane NOR har opplyst at etter denne hendelsen har man økt oppmerksomheten på samarbeidet mellom Bane NOR Energi og elkraftsentralene for å avdekke unormalheter og mulige feiltilstander i nettet. Elkraftsentralene har tradisjonelt hatt hovedfokus på akutt feilretting for å holde togtrafikken i gang, men man ønsker å legge til rette for også å kunne oppdage andre, mer latente feil ved nettet.

3.4 Passasjerer slippes ut samtidig som kontaktledning henger ned

En revet kontaktledning som ikke er jordet er å betrakte som spenningsførende. Til dette er det behov for spesielt utstyr for jording og spenningsprøving. Dette er ikke noe man har om bord i et tog, men man er avhengig av bistand fra enten brannvesen eller personell fra organisasjonen som utfører driftsoppgaver for Bane NOR.

I denne hendelsen ble ikke personalet om bord klar over at kontaktledningen hang ned over togsettet før det stanset ved plattformen på Rosenholm. Det fremre settet var uskadet av hendelsen og fører var derfor uvitende om situasjonen i bakre sett før ombordansvarlig hadde gått ut av fremre sett og fått et overblikk over status lengre bak. På grunn av dette, rakk noen få passasjerer å forlate toget før fører handlet i henhold til sine retningslinjer ved å sperre dørene og gi beskjed over høyttaleranlegget om at passasjerer av sikkerhetshensyn ikke måtte gå ut av toget.

Første brannbil fra Oslo brannvesen som ankom stedet hadde ikke utstyr for spenningsprøving og jording, men brannbilen fra Nordre Follo brannvesen som slukket gressbrannen hadde slikt. Både brannvesen og personell fra Spordrift bidro med jording.

Det er Bane NOR som holder brannvesenet med denne typen utstyr, men det er ikke en del av utrustningen til alle utrykningsbilene. I dette tilfellet tok det relativt kort tid (49 minutter) fra brannvesenet ble varslet til gressbrannen var slukket og strekningen jordet. Sammenliknet med andre steder i Norge mener Havarikommisjonen at Oslo og omegn godt dekket med slikt utstyr og kompetanse.

4. Konklusjon

4. Konklusjon

14. april 2021 ca. kl. 1616 røk bærelinja ved km 11,85–11,95, ca. 450 m syd for Rosenholm holdeplass på Østfoldbanen. Det var ingen tog på stedet, og heller ingen direkte vitner til hendelsen. Havarikommisjonen har ikke kunnet konkludere med noen klar årsak til hendelsen. Bærelinja, som er strømførende med en spenning på 15 000 V, kom deretter i kontakt med skinnegangen og kortsluttet slik at gnister antente en brann i vegetasjonen nær sporet.

Kl. 1617 kom tog 2745 fra Vygruppen AS fra Oslo mot Ski til Rosenholm holdeplass. Det mistet strømmen på vei mot plattformen, men rullet inn slik at hele toget kom innenfor plattformens ende. Da toget passerte Holmlia omformerstasjon kjørte det inn på en kortsluttet og jordet kontaktledning, som følge av at bærelinja syd for Rosenholm hadde røket. Togets første aktive strømvakter forårsaket da en ny kortslutning over det elektriske delet rett utenfor omformeren. Denne kortslutningen brant sannsynligvis av bærelinja og/eller kontakttråden. Togets andre aktive strømvakter viklet seg så inn i kontaktledningen og rev denne ned frem til toget stoppet ved Rosenholm holdeplass. Komponenter fra kontaktledningsanlegget knuste vinduer på togsettet og to passasjerer fikk overflatiske kutt etter kontakt med glass. Det var en periode nødvendig å holde igjen passasjerene på grunn av faren for at kontaktledningen fortsatt var spenningssatt. Brannvesenet fra Nordre Follo slukket først brannen, før de bisto med jording av kontaktledningen slik at evakuering kunne starte. Kl. 1655 var alle passasjerer trygt evakuert ut fra togsettet.

Systemets elektriske vern rundt hendelsesstedet har i stor grad fungert slik de er tiltenkt, men et vern i Ski koblingshus har tillatt flere forsøk på manuell gjeninnkobling slik at strekningen ble spenningssatt på nytt da Bane NOR feilsøkte. Bane NORs tester av vernet i etterkant klarte ikke å fremprovosere samme feil, og Bane NOR har dermed vurdert at vernet kan forbli i anlegget. Mangel på kontinuerlige målinger og logging av strøm og spenning på denne strekningen gjør at man ikke har datagrunnlag for avdekke forbigående feil i ettertid.

Verktøyene Bane NORs elkraftoperatører benytter er ikke presise nok til raskt å identifisere det eksakte stedet for en feil. Det medfører at feilsøking utføres både automatisk og manuelt ved å legge inn brytere i anlegget inntil man har snevret inn området til der feilen befinner seg. Utover det er man avhengig av å sende personell til stedet for å verifisere feilen. Årsaker til kortslutninger i kontaktledningsanlegget er som oftest fugler eller gjenstander som kommer i berøring med spenningsførende deler. Det er derimot ikke funnet spor som indikerer at dette var tilfellet ved Rosenholm.

Havarikommisjonen mener at så lenge årsaken til bruddet i bærelinja ikke kan fastslås, er det vanskelig å peke på sikkerhetsmessige forbedringer som kunne bidratt til å avdekke bruddet i tide til at toget kunne blitt stoppet. Bane NOR har registrert en rekke hendelser der man har ulike former for nedrevet kontaktledning, men hvor man ikke nødvendigvis kjenner årsaken for alle. Feil ved kjøretøy, vær- og vindforhold, gjenstander som kortslutter komponenter, eller andre feil ved infrastruktur kan være årsaken, og disse vil ha vidt forskjellige tiltak.

Nedrevet kontaktledning har sjelden medført personskader, men det fører til stans i trafikken med de ulemper det medfører. Havarikommisjonen anbefaler Bane NOR i sitt arbeid med den allerede avgitte sikkerhetstilrådingen Bane nr. 2021/06T¹³, å inkludere systematisk kartlegging av omstendighetene rundt nedrevne kontaktledningskomponenter. Dette for å bedre kunne avdekke årsaker og iverksette nødvendige forebyggende tiltak.

5. Gjennomførte og planlagte tiltak etter ulykken

5. Gjennomførte og planlagte tiltak etter ulykken

Bane NOR har opplyst til Havarikommisjonen at følgende tiltak er gjort med bakgrunn i ulykken:

- Bytte ut Cu (kopper) bæreline til Bz (bronse) bæreline.
- Det har blitt strekt ca. 47 628,93 m med ny kontaktledning, bæreline og hengetråder på gjeldene strekning. (Km ca. 2,3–21,5, begge spor Ski–Oslo.).
- Bane NOR har også kartlagt hvor i anlegget det er 7 tråder Cu bæreline.
- Det er ekstra fokus ved kontroll av resterende bæreline som er i anlegget.

6. Sikkerhetstilrådinger

6. Sikkerhetstilrådinger

Statens havarikommisjon fremmer ingen sikkerhetstilrådinger etter ulykken.

Statens havarikommisjon
Lillestrøm, 26. september 2022

Vedlegg

Vedlegg A Conclusion

On 14 April 2021 at approx. 16:16, the catenary of the overhead contact line system snapped at milepost 11.85–11.95, about 450 m south of Rosenholm station on the Østfoldbanen line. There were no trains there at the time and no witnesses to the incident. The NSIA has not been able to reach a definite conclusion as regards the cause of the incident. The catenary, which is a live wire carrying a current of 15,000 V, came into contact with the track and short-circuited. This produced sparks that ignited a fire in vegetation near the track.

At 16:17, Vygruppen AS's train 2745 from Oslo bound for Ski approached Rosenholm station. The train lost power but continued to roll so that the whole train set stopped alongside the platform. When the train passed Holmlia converter station, it entered an area where the overhead contact line was short-circuited and earthed (caused by the catenary breaking south of Rosenholm). The train's first active pantograph caused another short-circuit at the overlap section between two catenary sections directly outside the converter. This short-circuit burned through the catenary and/or the contact wire. The second active pantograph then became entangled in the contact line and brought it down until the train stopped at Rosenholm station. Components from the overhead contact line system broke windows in the train, and two passengers suffered minor cuts from broken glass. The passengers had to be kept on the train for a while because of the risk that the contact line could still be live. Nordre Follo fire service put out the fire first and then helped to earth the contact wire so that the passengers could be evacuated. At 16:55, all the passengers had been safely evacuated from the train.

The system's electrical protection has largely functioned as intended, but an overhead contact line protection relay in Ski traction power distribution station has allowed several attempts at manual reconnection so that the line was re-energized when Bane NOR was troubleshooting. Bane NOR's tests of the protection relay afterwards failed to provoke the same error, and Bane NOR has thus assessed that the protection relay can remain in the facility. The lack of continuous measurements and logging of current and voltage on this section means that there is no data basis for uncovering transient faults afterwards.

The tools available to Bane NOR's electrical power operators are not sufficiently precise to quickly identify the exact location where a fault has occurred. Troubleshooting is therefore carried out both automatically and manually by resetting the circuit breakers in the system to narrow down the area where the fault may be located. Personnel must then be dispatched to the location to verify the fault. The most common cause of short-circuiting of overhead contact lines is birds or objects coming into contact with live components. No indications have been found that this was the case at Rosenholm, however.

The NSIA's view is that, as long as the cause of the catenary break cannot be determined, it is difficult to point to safety improvements that could have contributed to it being detected in time for the train to be stopped. Bane NOR has registered a number of incidents involving contact lines that have been brought down, but the cause of the incident is not always known. The incidents could be caused by vehicle faults, weather and wind, objects short-circuiting components, or other infrastructure faults, and the different causes would require completely different measures.

When contact lines are brought down, it rarely results in personal injuries, but it will cause traffic to stop, with all the inconvenience that entails. The NSIA recommends that NOR, in its follow-up of an already submitted safety recommendation (Rail No 2021/06T¹³), include the systematic mapping of circumstances surrounding contact line components brought down, for the purpose of identifying causes and implementing necessary preventive measures.