



Avgitt mai 2023

RAPPORT BANE 2023/03

Brann i signalanlegget på Sandefjord stasjon 27. juli 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 sikkerhetstilrådinger. Det er ikke Havarikommisjonens oppgave å fordele skyld og ansvar.

Bruk av denne rapporten til annet enn forebyggende sikkerhetsarbeid skal unngås.

Innholdsfortegnelse

SAMMENDRAG	4
ENGLISH SUMMARY	5
OM UNDERSØKELSEN	6
Beslutning om å undersøke	6
Formål	6
Organisering, omfang og avgrensninger	6
Undersøkellesprosessen.....	6
Informasjonskilder og metoder	7
Bruk av rapporten	7
1. FAKTISKE OPPLYSNINGER.....	9
1.1 Hendelsesdata.....	9
1.2 Hendelsessted	9
1.3 Hendelsesforløp.....	9
1.4 Været.....	11
1.5 Arbeid i nærheten	12
1.6 Skader	12
1.7 Aktører	12
1.8 Om strømforsyningsanlegget	14
1.9 Oversikt over skader som følge av brann.....	15
1.10 Sikkerhetsstyring.....	15
1.11 Undersøkelser av infrastruktur	25
1.12 Tidligere hendelser og feil relatert til vern i strømforsyningen.....	29
1.13 Undersøkelse av operative forhold.....	32
1.14 Revisjoner og tilsyn.....	34
2. ANALYSE.....	39
2.1 Hendelsesforløp.....	39
2.2 Feil ved vern på Skoppum.....	40
2.3 Feil innstilling av reserveoverstrømsvern	40
2.4 Utkobling av vern i sonegrensebryteren var ikke risikovurdert.....	40
2.5 Operatørsystemet for elkraft gir begrenset informasjon for beslutningsstøtte	41
2.6 Mangelfullt oppdatert reléplan	41
2.7 Kompleks organisering i Bane NOR.....	42
2.8 Tilsynsmyndigheter med uavklarte grensesnitt.....	42
3. KONKLUSJON.....	45
3.1 Årsaker og medvirkende faktorer	45
3.2 Gjennomførte tiltak etter ulykken.....	45
4. SIKKERHETSTILRÅDINGER.....	48
VEDLEGG	49
Measures taken after the accident	1

Sammendrag

Tirsdag 27. juli 2021 oppsto det en kortslutning med påfølgende brann i kontaktledningsanlegget på Sandefjord stasjon. Sannsynligvis oppsto feilen etter at en fugl skapte forbindelse mellom anleggets forbigangsledning og jord. Vernene som skulle detektere slike feil, og sikre at brytere koblet ut spenningen, fungerte ikke som forutsatt. Dette medførte at forbigangsledningen brant av og falt ned på bakken. Først etter 9 minutter og 40 sekunder ble spenningen manuelt frakoblet av elkraftoperatøren hos Bane NOR SF som overvåket anlegget. I løpet av denne perioden fant strømmen vei inn i flere lavspenninganlegg og deler av signalanlegget. Det oppsto brann et teknisk rom i Sandefjord stasjon og det ble omfattende skader i anlegget i et stort geografisk område. I tillegg til langvarig avbrudd i togtrafikken på Vestfoldbanen, ble de direkte skadene beregnet til om lag 90 millioner kroner.

Ytre påvirkning på kontaktledningsanleggene er ikke uvanlig. Dette kan for eksempel være i form av fugler eller vegetasjon som kommer bort i anleggenes spenningsatte deler. Det er derfor etablert vern i anlegget som skal sørge for at spenningen kobles ut, inntil problemet blir løst. Ved denne ulykken fungerte ikke dette.

Havarikommisjonens undersøkelser har avdekket flere medvirkende faktorer som bidro til at ulykken kunne skje med de påfølgende konsekvensene. Ressursknapphet og en komplisert organisering i Bane NOR SF bidro til at feil i anlegget ikke ble oppdaget. I tillegg medførte dette at beslutninger om tiltak i anlegget ble tatt uten tilstrekkelig grunnlag og risikovurderinger. Dette betød at ytterligere svakheter utilsiktet ble introdusert i anlegget. Undersøkelsen har også vist at flere tiltak, foreslått internt i Bane NOR SF etter tidligere lignende hendelser, ikke var besluttet eller gjennomført. Statens havarikommisjon har derfor fremmet en sikkerhetstilråding til Bane NOR SF om å vurdere organiseringen av fagområdet som planlegger, utvikler og drifter strømforsyningsanlegget, for å redusere faren for uønskede hendelser.

Lov- og forskriftsverk som regulerer strømforsyning til jernbane, bybaner, T-baner og sporveier er tillagt Justis- og beredskapsdepartementet og Samferdselsdepartementet gjennom henholdsvis Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap og Statens jernbanetilsyn. For å sikre trygge strømforsyningsanlegg foreligger det krav og bestemmelser både på svært detaljert teknisk nivå og på mer overordnet nivå relatert til for eksempel sikkerhetsstyring. Havarikommisjonens undersøkelse har vist at forskjellene mellom de to tilsynsmyndighetene med hensyn til regelverk, tilsynspraksis, tilsynsressurser og risikovurderinger, kan ha bidratt til at det ikke har vært utøvd tilstrekkelig tilsyn med tilsynsobjektene. Havarikommisjonen fremmer derfor en sikkerhetstilråding om å avklare hvordan tilsyn av strømforsyningsanlegg i jernbane, bybaner, T-baner og sporveier skal ivaretas, når området er delt mellom to myndigheter. Undersøkelsen har ikke avdekket en enkeltstående årsak eller handling som førte til at de store konsekvensene kunne oppstå da kortslutningen var et faktum. Sikkerhetsundersøkelsen har derimot vist at det over tid, har oppstått tilstander i anlegget som gjorde det sårbart om det oppsto en feil av denne typen. Da disse tilstandene ikke har blitt avdekket gjennom det etablerte kvalitets- og sikkerhetsarbeidet, eller tilsyn, var sårbarheten tilstede i anlegget.

English summary

On Tuesday 27 July 2021 a short circuit occurred and a fire broke out in the overhead contact line system at Sandefjord station. The fault was probably caused by a bird creating a connection between the bridging feeder and earth in the system. The protective devices intended to detect such faults and ensure that breakers disconnected the power supply did not work as intended. This caused the bridging feeder to burn through and fall to the ground. It was not until 9 minutes and 40 seconds later that the power supply was manually disconnected by Bane NOR SF's electrical power operator monitoring the system. During the intervening period, the current found its way into several low-voltage systems and parts of the signalling system. A fire occurred in a technical room at Sandefjord station, and extensive damage was done to the railway infrastructure over a large geographical area. In addition to the extensive disruption of train traffic on the Vestfoldbanen line, the incident caused direct damage estimated to approx. NOK 90 million.

It is not uncommon for overhead contact system to be affected by external factors, for example birds or vegetation that come into contact with live parts of the system. Protective devices are therefore installed in the system to ensure that the power supply is disconnected until the problem has been remedied. They did not work as intended in connection with this accident.

The NSIA's investigation has identified a number of contributing factors to the accident and its consequences. Shortage of resources and Bane NOR SF's complex organisation contributed to faults in the system not being detected. This also meant that decisions about measures in the system were made without sufficient basis or risk assessments. As a result, further weaknesses were unintentionally introduced into the system. The investigation has also shown that several other measures proposed internally in Bane NOR SF following similar incidents in the past had not been decided or implemented. The NSIA therefore submits a safety recommendation addressed to Bane NOR SF in which Bane NOR SF is requested to consider the organisation of the discipline area tasked with planning, developing and operating the power supply system to reduce the risk of undesirable incidents.

The laws and regulations that regulate railway, light rail, subway and tram power supplies are the responsibility of the Ministry of Justice and Public Security and the Ministry of Transport through the Directorate for Civil Protection and Emergency Planning and the Norwegian Railway Authority, respectively. In order to keep power supply systems safe and secure, they are subject to requirements and provisions both at a very detailed technical level and at a more general level as regards, e.g., safety management. The NSIA's investigation has shown that the differences between the two supervisory bodies in terms of regulatory framework, supervisory practices, resources available for supervisory activities and risk assessments, may have contributed to insufficient supervision of the objects they were charged with supervising. The NSIA therefore submits a safety recommendation on clarifying how the supervision of railway, light rail, subway and tram power supplies is to be attended to when responsibility for the regulatory framework is shared between two official bodies. The investigation has not identified any single cause or action that allowed the short-circuit to have such extensive consequences. What the safety investigation did show, however, was that, over time, circumstances have arisen in the system that made it vulnerable in the event of such faults. As neither the established quality and safety work nor the supervisory authorities identified these circumstances, the system remained vulnerable.

Om undersøkelsen

Beslutning om å undersøke

Statens havarikommisjon (SHK) ble først oppmerksom på ulykken gjennom media 27. juli 2021. Havarikommisjonen tok deretter kontakt med Bane NOR SF for å innhente mer informasjon. Havarikommisjonen meddelte involverte parter om igangsatt undersøkelse den 11. august 2021, og European Union Agency for Railways (ERA) ble informert 12. august 2021.

Beslutning om å gjennomføre sikkerhetsundersøkelse er gjort på bakgrunn av ulykkens alvorlighetsgrad med hjemmel i forskrift 31. mars 2006 nr. 378 om offentlige undersøkelser av jernbaneulykker og alvorlige jernbanehendelser m.m. (jernbaneundersøkelsesforskriften) § 6.

Formål

Statens havarikommisjon (SHK) er undersøkelsesmyndighet ved jernbaneulykker og jernbanehendelser. I henhold til lov 3. juni 2005 nr. 34 om varsling, rapportering og undersøkelse av jernbaneulykker og jernbanehendelser (jernbaneundersøkelsesloven) § 3 skal SHKs undersøkelser klarlegge hendelsesforløp og årsaksfaktorer, utrede forhold av betydning for å forebygge jernbaneulykker og avgi undersøkelsesrapport.

SHK 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.

Organisering, omfang og avgrensninger

Organisering og mandat for undersøkelsen ble besluttet i oppstartmøtet. Undersøkelsen er gjennomført som et prosjektarbeid, ledet av undersøkelsesleder. Undersøkelseseier er avdelingsdirektør i baneavdelingen ved Statens havarikommisjon.

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.

Havarikommisjonen har i denne undersøkelsen satt søkelys på faktorer som bidro til at flere vern ikke fungerte etter hensikten da kortslutningen oppstod. Det er lagt vekt på organiseringen av strømforsyningen i Bane NOR SF, og rollen myndighetene har til å fange opp svakhetene som er avdekket i denne undersøkelsen. Bane NOR SF har i en egen rapport utredet og beskrevet tekniske forhold ved vern og strømforsyning som var årsak til at denne ulykken skjedde. Havarikommisjonen har derfor ikke undersøkt disse forholdene, men setter søkelyset på organisasjons- og ledelsesfaktorer samt rammefaktorer som har bidratt til at ulykken oppsto.

Undersøkelsesprosessen

Ved oppstart av en undersøkelse varsles berørte parter via brev og SHK sin nettside. Før rapporten ferdigstilles sendes et utkast til berørte parter, slik at disse kan bli kjent med rapportens innhold og komme med innspill. I noen tilfeller kan dette medføre ytterligere undersøkelser for å fjerne uklarheter, eller for å verifisere nye elementer som er gjort kjent for Havarikommisjonen. Havarikommisjonen beslutter hvilke innspill som skal tas med i den endelige rapporten.

Undersøkelsesrapporten er utformet iht. jernbaneundersøkelsesforskriften § 12.

Endelig undersøkelsesrapport oversendes Samferdselsdepartementet, som treffer nødvendige tiltak for å sikre at det tas behørig hensyn til sikkerhetstilrådingene, jf. jernbaneundersøkelsesforskriften § 16.

Informasjonskilder og metoder

Undersøkelsen er basert på følgende informasjonskilder og metoder:

- Intervjuer
- Møter med infrastrukturforvalter
- Møter med tilsynsmyndigheter
- Informasjon fra systemer hos infrastrukturforvalter
- Informasjon fra infrastrukturforvalter
- Gjeldende lovgivning og standarder
- Internt regelverk, styrende dokumenter og instruksjer
- NSIA sikkerhetsfaglige rammeverk¹ med tilhørende metoder

Bruk av rapporten

Bruk av denne rapporten til annet enn forebyggende sikkerhetsarbeid skal unngås.

Ved gjengivelse av innhold fra rapporten skal kildehenvisning oppgis.

Opplysninger undersøkelsesmyndigheten mottar i medhold av §§ 8 eller 14 kan ikke brukes som bevis i en senere straffesak mot den som har gitt opplysningene jf. jernbaneundersøkelsesloven § 22.

¹ <https://havarikommisjonen.no/Om-oss/Methodikk>

1. Faktiske opplysninger

1.1 Hendelsesdata	9
1.2 Hendelsessted	9
1.3 Hendelsesforløp	9
1.4 Været	11
1.5 Arbeid i nærheten	12
1.6 Skader	12
1.7 Aktører	12
1.8 Om strømforsyningsanlegget	14
1.9 Oversikt over skader som følge av brann	15
1.10 Sikkerhetsstyring	15
1.11 Undersøkelser av infrastruktur	25
1.12 Tidligere hendelser og feil relatert til vern i strømforsyningen	29
1.13 Undersøkelse av operative forhold	32
1.14 Revisjoner og tilsyn	34

1. Faktiske opplysninger

1.1 Hendelsesdata

Tabell 1: Hendelsesdata

Feil i strømforsyningsanlegg	
Hendelsestidspunkt:	27. juli 2021 kl. 1132
Hendelsessted:	Vestfoldbanen, Sandefjord stasjon, Vestfold- og Telemark fylke

1.2 Hendelsessted



Figur 1: Hendelsessted, Sandefjord stasjon markert. Kart: Bane NOR SF Banekart

1.3 Hendelsesforløp

Tirsdag 27. juli 2021 oppsto det kortslutning i forbigangsledningen til Sandefjord stasjon, en høyspentledning i kontaktledningsanlegget på strekningen. Kortslutningen medførte brudd i denne. Forbigangsledningen falt deretter ned på bakken, og det oppsto overslag til lavspenningsanleggene.

Kontakten mellom høyspentledningen og lavspenningsanleggene pågikk i 9 minutter og 40 sekunder før spenningen manuelt ble utkoblet. Dette medførte branner på en rekke steder mellom Lauve og Sandefjord (figur 20), og konsekvensene for infrastrukturen ble store. Blant annet ble signalanlegget for Sandefjord stasjon og nærliggende anlegg for planoverganger totalskadd.

Etter hendelsen fant driftsorganisasjonen til Bane NOR SF, Spordrift AS, en fugl som sannsynligvis hadde forårsaket kortslutningen mellom forbigangsledningen og jord.



Figur 2: Brannskadet fugl funnet av mannskaper fra Spordrift AS. Foto: Hans Morten Tamnes



Figur 3: Kiosk på Kjellberg. Foto: Bane NOR SF



Figur 4: Kabel på Sandefjord stasjon. Foto: Bane NOR SF

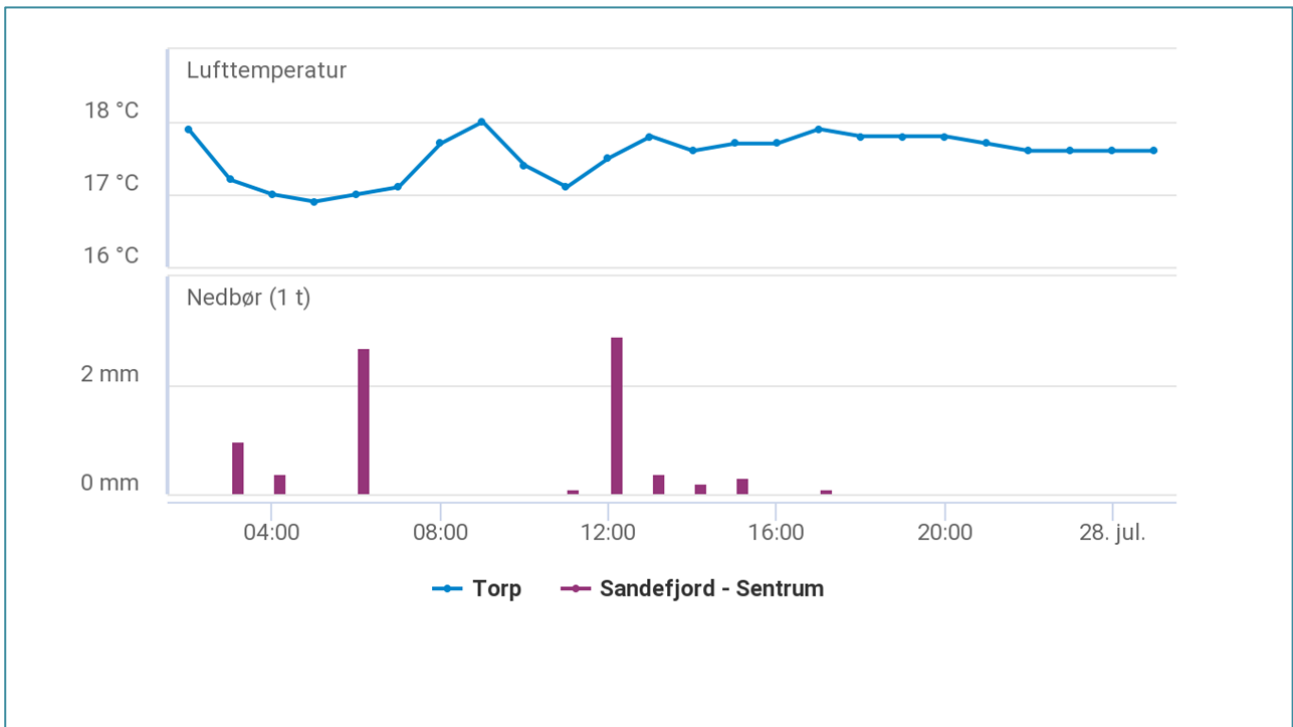


Figur 5: Relérom på Sandefjord stasjon. Foto: Bane NOR SF

Noen timer før kortslutningen og brannen, var det sendt en bekymringsmelding på telefon og e-post internt i Bane NOR angående mistanke om svikt i et vern i strømforsyningen ved Skoppum. Dette var relatert til en hendelse som skjedde dagen før, da det oppstod en kortslutning og vernet på Skoppum ikke fungerte som forventet.

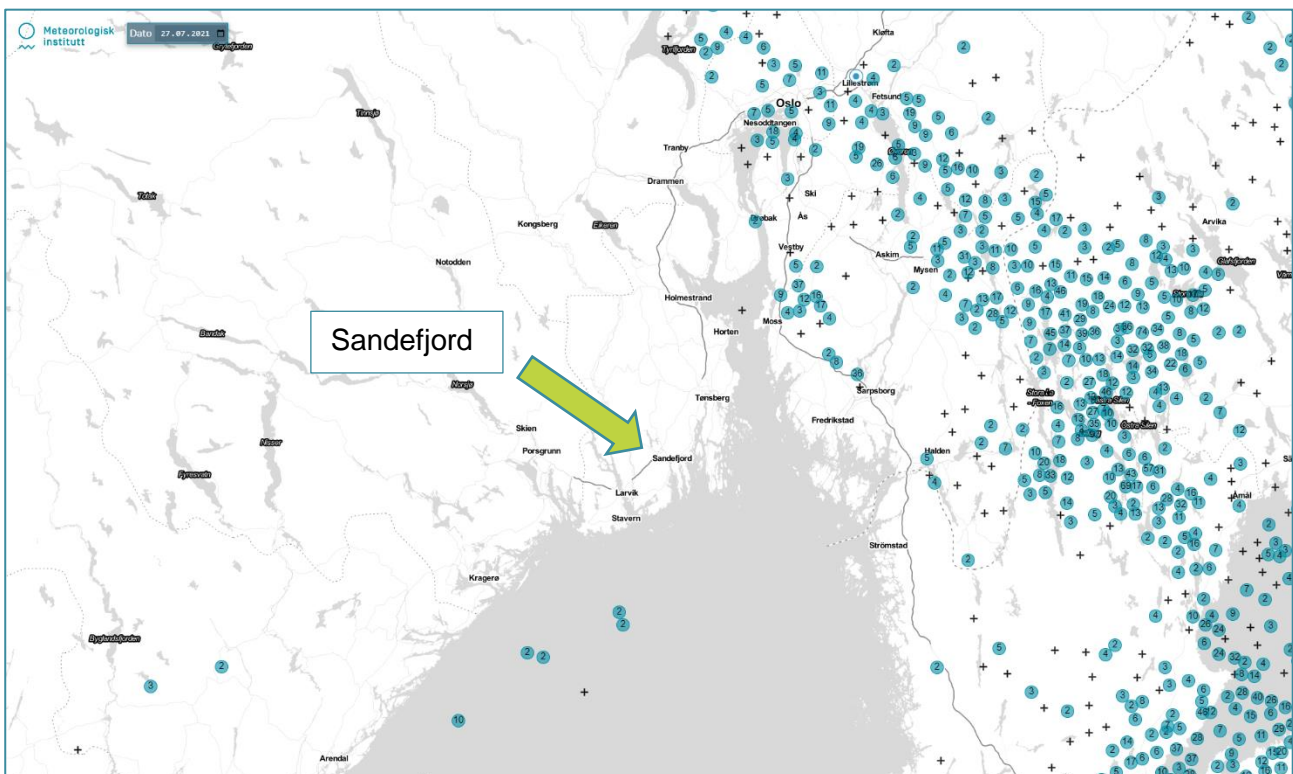
1.4 Været

Nærmeste målestasjoner er Torp målestasjon som ligger 6,2 km fra Sandefjord stasjon, og Sandefjord sentrum målestasjon. Da ulykken inntraff kl. 1132 var det om lag 17 °C og regn.



Figur 6: Været i Sandefjord 27. juli 2021. Kilde: Meteorologisk institutt seklima.met.no

Dagen før ulykken var det høy lynaktivitet i Sandefjord-området, og Bane NOR har opplyst at dette også medførte enkelte feil og skader i deres anlegg. Ulykkesdagen ble det ikke registrert lynnedslag i Sandefjord.



Figur 7: Lynaktivitet 27. juli 2021. Kilde: Meteorologisk institutt <https://lyn.met.no/archive/>

1.5 Arbeid i nærheten

Ikke relevant for saken.

1.6 Skader

1.6.1 PERSONSKADER

Det oppstod ingen personskader i forbindelse med ulykken.

1.6.2 SKADER PÅ KJØRETØY

Det var ingen kjøretøy involvert i ulykken.

1.6.3 SKADER PÅ INFRASTRUKTUR

Ulykken førte til store brannskader på deler av strekningen og omfattende skader på infrastrukturen. Spesielt signal- og sikringsanleggene på Sandefjord og Lauve stasjon fikk store skader.

Bane NOR SF har opplyst om følgende materielle skader og kostnader:

- Anslått kostnad for utbedring av skader på infrastruktur er 90 mill. kr. Dette er kostnader for materielle skader og ikke inkludert kostnader som påløp for buss for tog og manglende tilgjengelighet på strekningen.
- Trafikken ble gjenopptatt 27. september 2021, men med begrenset kapasitet. Sandefjord stasjon ble midlertidig nedlagt og en blokkpost opprettet 13. desember 2021 for å øke kapasiteten noe mellom Lauve og Stokke.
- Sandefjord ble gjenopprettet som stasjon 11. desember 2022.

1.6.4 ANDRE SKADER

Det oppstod ingen andre skader utover de som er nevnt over.

1.7 Aktører

Dette kapitlet presenterer aktører som direkte eller indirekte har en tilknytning til hendelsen og problemstillingene som tas opp som en del av denne sikkerhetsundersøkelsen.

1.7.1 BANE NOR SF

Bane NOR SF (heretter kalt Bane NOR) er et statlig foretak med ansvar for den nasjonale jernbaneinfrastrukturen, og har sikkerhetsgodkjenning med varighet til 30. september 2025. De skal sørge for tilgjengelig jernbaneinfrastruktur og effektive og brukervennlige tjenester. Bane NOR har ansvaret for planlegging, utbygging, forvaltning, drift og vedlikehold av det nasjonale jernbanenettet. Dette inkluderer trafikkstyring, forvaltning og utvikling av jernbaneeiendom. Bane NOR har det operative koordineringsansvaret for sikkerhetsarbeidet og operativt ansvar for samordning av beredskap og krisehåndtering.

Bane NOR er heleid av staten og er underlagt Samferdselsdepartementet. Foretaket har hovedkontor i Oslo og om lag 3400 ansatte.

1.7.2 STATENS JERNBANETILSYN

Statens jernbanetilsyn (SJT) er tilsynsmyndighet for tog, trikk og T-bane og for taubaner og fornøylesinnretninger i Norge. Dette innebærer blant annet å være en pådriver for sikkerhet for å hindre store, uønskede hendelser som medfører skader på personer. SJT gir tillatelse til å ta i bruk jernbaneinfrastrukturen og fører tilsyn med at jernbane drives og vedlikeholdes i samsvar med regelverk og eventuelle forutsetninger gitt i tillatelser.

SJT er underlagt Samferdselsdepartementet. Ved årets slutt i 2020 hadde SJT 67 fast ansatte.

1.7.3 DIREKTORATET FOR SAMFUNNSSIKKERHET OG BEREDSKAP

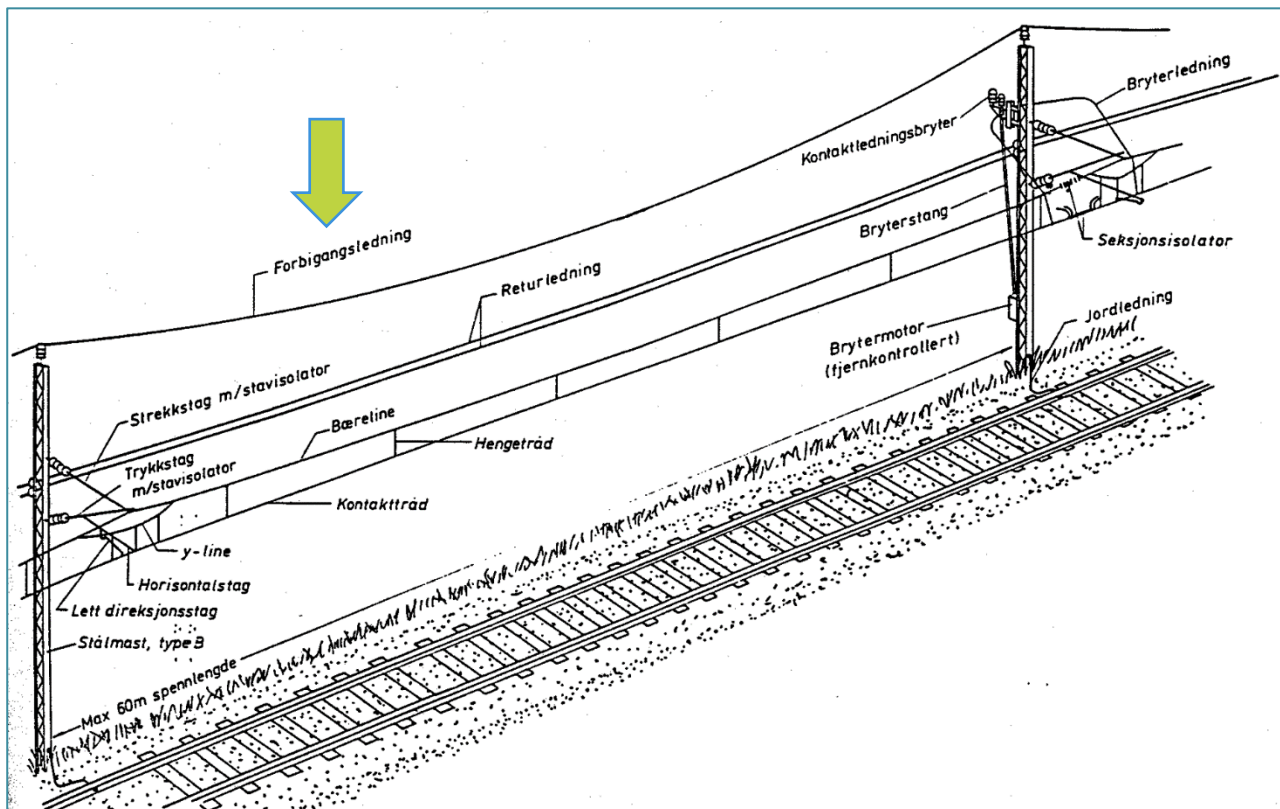
Direktoratet for samfunnsikkerhet og beredskap (DSB) skal ha oversikt over risiko og sårbarhet i samfunnet. De skal videre være pådriver i arbeidet med å forebygge ulykker, kriser og andre uønskede hendelser, og skal sørge for god beredskap og effektiv ulykkes- og krisehåndtering. Elsikkerhetsseksjonen i DSB fører tilsyn med elektriske anlegg, sikkerhet ved drift og arbeid i slike anlegg, samt kvalifikasjonskrav i henhold til regelverk hjemlet i lov om tilsyn med elektriske anlegg og elektrisk utstyr.

DSB er underlagt Justis- og beredskapsdepartementet, og har i underkant av 700 ansatte. I DSB har region Øst-Norge et særskilt ansvar for tilsyn med jernbane og sporvei. Denne regionen har fem ansatte, men jernbane og sporvei er kun ett av flere tilsynsansvar regionen har. På ulykkestidspunktet var ikke alle stillinger i regionen besatt, og det faktiske antallet medarbeidere var færre.

1.8 Om strømforsyningsanlegget

Strømforsyningsanlegget som gir elektrisk energi til togene består av kraftproduksjon, omforming til riktig spenning og frekvens for tog, overføring av strøm og forbruk. Kontaktledningsanlegget på jernbanen mottar strøm fra matestasjoner som omformerstasjoner, kraftverk eller transformatorstasjoner. Matestasjonene leverer normalt ut en vekselspenning på 16 500 V, med frekvens 16 2/3 Hz.

Kontaktledningsanlegget² til jernbanen består av komponenter som ledninger, master, brytere og anlegg for returstrøm. Beskrivelse av komponenter i kontaktledningsanlegget er vist i figur 7. Forbigangsledningen er markert med grønn pil. Undersøkelsen viser at det var forbigangsledningen i kontaktledningsanlegget som fikk brudd under kortslutningen.



Figur 7: Beskrivelse av komponenter i kontaktledningsanlegget, forbigangsledning markert.
Kilde: Bane NOR SF



Figur 8: Brudd i forbigangsledningen til Sandefjord stasjon 27. juli 2021. Foto: Hans Morten Tamnes

² [Generell beskrivelse av kontaktledningsanlegg i jernbanekompetanse.no](https://www.jernbanekompetanse.no)

1.9 Oversikt over skader som følge av brann

I denne ulykken oppsto det omfattende branner flere steder som følge av at strøm fra kontaktledningsanlegget gikk over i andre anlegg, som ikke var dimensjonert for slike spenninger eller strømmer.



Figur 9: Synlig brann utendørs mens kortslutningen er aktiv. Foto: Hans Morten Tamnes



Figur 10: Synlig brann utendørs mens kortslutningen er aktiv. Foto: Hans Morten Tamnes

Som følge av at spenning ble tilført i over ni minutter etter at kortslutningen oppsto, ga dette stor energi til å starte og videreutvikle branner flere steder over et relativt stort geografisk område:

- Sikringsanlegget i Lauve stasjon samt tilhørende blokksporfelt ble totalskadd.
- Blokkiosk nærmest Sandefjord stasjon brant opp.
- Stasjonsbygningen i Sandefjord ble brannskadet, og relérommet ble totalt utbrent.
- Totalskadd signalkiosk for Kjellberg planovergang.
- Skader på flere sikringsanlegg for planoverganger.
- Skader på kabelanlegg.
- Skader på forbigangsledningen for Sandefjord stasjon.

1.10 Sikkerhetsstyring

1.10.1 INNLEDNING

Dette kapitlet gir en kort oversikt over relevant lov- og forskriftsverk som gir rammene for Bane NORs bestemmelser knyttet til sikker drift av strømforsyningsanlegg. Dette inkluderer tilbakemeldings- og kontrollmekanismer, inkludert risiko- og sikkerhetsstyring samt overvåkingsprosesser.

Tabell 2 gir en oversikt over regelverk Havarikommisjonen mener er relevant for energiforsyning til banedrift. Det har etter ulykken vært endringer i forskrifter i sammenheng med implementeringen av EUs fjerde jernbanepakke. Undersøkelsen tar utgangspunkt i regelverket som var gjeldende på ulykkestidspunktet.

Tabell 2: Oversikt over lover og forskrifter

SJT	DSB
Jernbaneloven Sikkerhetsstyringsforskriften Samtrafikkforskriften Jernbaneforskriften Jernbaneinfrastrukturforskriften TSI-ENE	El-tilsynsloven Forskrift om elektroforetak og kvalifikasjonskrav for arbeid knyttet til elektriske anlegg og elektrisk utstyr Forskrift om sikkerhet ved arbeid i og drift av elektriske anlegg Forskrift om elektriske forsyningsanlegg Internkontrollforskriften

1.10.2 LOVER OG FORSKRIFTER

Krav til bygging, vedlikehold og drift av kontaktledningsanlegg med tilhørende komponenter og forsyningsveier er i Norge regulert av flere forskrifter. Kravene kan være overlappende eller ha samme formål.

- Lover og forskrifter forvaltet av Samferdselsdepartementet og Statens jernbanetilsyn
- Lover og forskrifter forvaltet av Justisdepartementet og Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap

Lov- og forskriftsverk knyttet til elektriske anlegg for jernbane tilligger to ulike tilsynsmyndigheter i Norge; DSB og SJT.

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

Loven stiller krav til at elektriske anlegg skal bygges og drives slik at det ikke oppstår fare for liv, helse og materielle verdier. Loven fastsetter også at det er Kongen som beslutter hvem som skal føre tilsyn med at bestemmelsene overholdes.

§ 3.

Kongen anordner i den utstrekning det finnes nødvendig offentlig tilsyn med elektriske anlegg og elektrisk utstyr. Kongen kan bestemme hvem som på sentralt nivå skal føre tilsyn med at bestemmelsene gitt i eller i medhold av denne lov blir overholdt. Dette sentrale tilsyn er tilsynsmyndighet etter denne lov.

1.10.2.2 Lov 11. juni 1993 nr. 100 om anlegg og drift av jernbane, herunder sporvei, tunnelbane og forstadsbane m.m. (jernbaneloven)

Jernbaneloven inneholder nasjonale bestemmelser for jernbanedrift. Loven stiller også krav til tilsyn med bestemmelser som er gitt i eller i medhold av loven. § 11 gir departementet tilsynsmyndighet for sektoren, men departementet har bestemt at denne myndigheten skal utøves av Statens jernbanetilsyn.

§ 11. (Tilsyn mv.)

Departementet eller den myndighet som departementet bestemmer, fører tilsyn med at bestemmelser gitt i eller i medhold av loven overholdes. Den myndighet som Kongen bestemmer, fører tilsyn etter § 11 a.

Enhver skal etter pålegg fra tilsynsmyndigheten gi de opplysninger den krever for å utføre sine oppgaver. Tilsynsmyndigheten kan bestemme i hvilken form opplysningene skal gis.

Tilsynsmyndigheten skal til enhver tid ha uhindret adgang til ethvert sted som omfattes av loven. En representant for virksomheten har rett til, og kan pålegges, å være til stede under tilsynet. Tilsynsmyndigheten kan likevel bestemme at representanter for virksomheten ikke skal være til stede ved intervjuer av arbeidstakere. Det samme gjelder hvis tilstedeværelsen ikke kan skje uten vesentlig ulempe, eller hvis formålet med tilsynet kan settes i fare.

Alle som utfører tjeneste eller arbeid for tilsynsmyndigheten, har taushetsplikt om innholdet i dokumenter som inneholder meldinger, tips eller lignende om lovbrudd, og om opplysninger om slike dokumenter, når slik informasjon kan bidra til å identifisere avsenderen. Taushetsplikten gjelder også overfor den som opplysningene omhandler. Slik taushetsplikt er ikke til hinder for at opplysningene bringes videre dersom særlige grunner tilsier det.

Tilsynsmyndigheten kan gi pålegg om korrigerende tiltak.

Tilsynsmyndigheten kan påby stans av driften helt eller delvis når sikkerhetsmessige hensyn krever det. Om nødvendig kan den kreve politiets hjelp til å gjennomføre påbudet.

Departementet eller den myndighet som departementet bestemmer, kan tilbakekalle tillatelse gitt i medhold av loven ved brudd på vilkår eller krav som er satt for virksomheten.

Uten hinder av lovbestemt taushetsplikt kan tilsynsmyndigheten og politiet, Nasjonal sikkerhetsmyndighet, Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap eller tilsvarende myndigheter gjensidig og etter forespørsel utveksle de opplysninger som er nødvendige for å sikre jernbanen mot tilsiktede uønskede handlinger.

1.10.2.3 Forskrift 19. juni 2013 nr. 739 om elektroforetak og kvalifikasjonskrav for arbeid knyttet til elektriske anlegg og elektrisk utstyr (FEK)

Forskriften inneholder krav og veiledning til foretak og personer som utfører eller tilbyr å utføre arbeid knyttet til elektriske anlegg og elektrisk utstyr, slik at arbeidet ikke fører til skade på liv, helse eller materielle verdier.

Forskriften ivaretar tema som kvalifikasjonskrav i de ulike rollene i elektroforetaket og hos tilsynsmyndigheten, krav om å benytte kvalifisert personell og at disse skal være ansatt i selskapet, eventuelt innleid om arbeidsmiljøloven tillater dette.

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

Krav og retningslinjer for sikkerhet og arbeid ved kontaktledningsanlegget er beskrevet i forskrift om sikkerhet ved arbeid i og drift av elektriske anlegg.

§ 6. Organisering

For ethvert anlegg skal det være utpekt en driftsleder (høyspenningsanlegg) eller driftsansvarlig (lavspenningsanlegg), som er ansvarlig for drift og vedlikehold av anlegget. Det skal treffes administrative tiltak som sikrer at ansvarsforholdene er entydige ved arbeid i og drift av elektriske anlegg.

For ethvert arbeid i anleggene skal det utpekes en leder for sikkerhet (høyspenningsanlegg) eller ansvarlig for arbeidet (lavspenningsanlegg). I høyspenningsanlegg skal det dessuten utpekes en leder for kobling når det skal foretas koblinger i anleggene.

1.10.2.5 Forskrift 20. desember 2005 nr. 1626 om elektriske forsyningsanlegg (FEF)

Krav til prosjektering, drift og vedlikehold av elektriske forsyningsanlegg er gitt i forskriften.

§ 1-1. Formål

Elektriske anlegg skal prosjekteres, utføres, driftes og vedlikeholdes slik at de sikkert ivaretar den funksjon de er tiltenkt uten å fremby fare for liv, helse og materielle verdier.

§ 2-1. Prosjektering, utførelse, drift og vedlikehold

Elektriske anlegg skal prosjekteres, utføres, driftes og vedlikeholdes slik at de sikkert ivaretar den funksjon de er tiltenkt uten å fremby fare for liv, helse og materielle verdier.

Anlegg og utstyr skal være robust og egnet for alle påregnelige påkjenninger. Anlegg skal være fagmessig utført.

§ 2-11. Overvåking og kontrollsystemer

Anlegg skal ha nødvendig overvåking, vern, regulerings- og kontrollutstyr slik at det fungerer etter hensikten og på en sikker måte.

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

Forskriften stiller krav til systematisk arbeid for å opprettholde og forbedre sikkerhetsnivået på jernbanen og at ulykker skal unngås.

1.10.2.7 Forskrift 16. juni 2010 nr. 820 om samtrafikkevnen i jernbanesystemet (samtrafikkforskriften)

Forskriften fastsetter vilkår for å oppnå samtrafikkevne i det nasjonale jernbanesystemet og medvirke til samtrafikkevnen i jernbanesystemet. Dette inkluderer prosjektering, bygging, ibruktaking, oppgradering, fornyelse, drift og vedlikehold av de ulike delene av jernbanesystemet. Forskriften omfatter også faglige kvalifikasjoner og helse- og sikkerhetsforhold for personell som bidrar til drift og vedlikehold.

Statens jernbanetilsyn er tilsynsmyndighet som nevnt i jernbaneloven § 12.

Statens jernbanetilsyn får den myndighet som tilligger departementet til bl.a. å godkjenne rullende materiell og infrastruktur mv. i henhold til jernbaneloven § 4 og § 5.

Statens jernbanetilsyn gir tillatelse til å ta i bruk strukturelle delsystemer etter § 13 og kjøretøy etter kap. V.

Statens jernbanetilsyn kan gjøre unntak fra å anvende TSler etter § 8.

Statens jernbanetilsyn er meldermyndighet og utpeker samsvarsvurderingsorganer i henhold til kapittel VI.

Statens jernbanetilsyn skal føre jevnlig tilsyn med at bestemmelsene i denne forskrift og i forskrifter og enkeltvedtak gitt i medhold av denne, blir overholdt.

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

Jernbaneinfrastrukturforskriften fastsetter minimumskrav til sikker og hensiktsmessig prosjektering, bygging, drift og vedlikehold av jernbaneinfrastruktur. Forskriften omtaler og definerer energi som en del av jernbaneinfrastrukturen.

§ 1-3. Definisjoner

I forskriften her forstås med:

d) energi: elektrisitetsforsyningssystemet, herunder luftledninger og deler av utstyret for måling av elektrisitetsforbruket om bord i toget,

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

§ 3-1. Generelle krav til jernbaneinfrastruktur

Jernbaneinfrastrukturen skal utformes slik at virksomheten drives innenfor akseptabel risiko. Delsystemet infrastruktur, de faste innretninger av delsystemet energi og de faste innretninger av delsystemet styring, kontroll og signal samt de enkelte komponenter i hvert delsystem skal være teknisk og funksjonelt harmonisert.

1.10.2.9 Forskrift 6. desember 1996 nr. 1127 om systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid i virksomheter (internkontrollforskriften)

Internkontrollforskriften regulerer krav til systematisk oppfølging for å unngå ulykker og uønskede hendelser. Det er krav til tiltak for forbedringsarbeid innen alle HMS-områder. DSB har et tilsynsansvar på dette området, hjemlet i flere regelverk, herunder el-tilsynsloven.

1.10.2.10 Forskrift 19. juni 2015 nr. 720 om gjennomføring av kommisjonsforordning (EU) nr. 1301/2014 av 18. november 2014 om de tekniske spesifikasjonene for samtrafikkevne som gjelder for delsystemet «energi» i den europeiske unions jernbanesystem (TSI-ENE)

TSI-ENE retter seg til infrastrukturforvalter og fastsetter både overordnede og spesifikke krav til strømforsyningsanleggene, herunder sikkerhetskrav, krav til tekniske løsninger og krav til kompetanse.

Denne forskriften er gjeldende for alle nye eller ombygde anlegg som krever tillatelse til å tas i bruk fra SJT.

SJT gir tillatelser til å ta i bruk delsystemer. Som grunnlag for verifisering av delsystemene legges TSler til grunn. For energi benyttes TSI-energi som krav for delsystemet. I denne forbindelsen kontrollerer SJT tredjepartsvurderinger som underlag for samsvar.

1.10.3 STANDARD

I tillegg til lover og forskrifter er det også en rekke standarder som kan være relevante for systemer i jernbaneanlegg. Standarder bidrar til løsninger som igjen kan svare ut krav i lov og forskrift. Disse er derfor også relevante for tilsynsmyndighetene. I sammenheng med denne ulykken har Havarikommisjonen vurdert NEK EN 50633:2016 som relevant.

1.10.3.1 NEK EN 50633:2016 Railway applications – Fixed installations – Protection principles for AC and DC electric traction systems

NEK EN 50633:2016 gjelder for faste installasjoner på jernbanen og omhandler prinsipper for vern av AC og DC elektriske trekraftsystemer.

Standarden:

- Etablerer jernbanespesifikke beskyttelsesprinsipper.
- Beskriver det jernbanespesifikke beskyttelsessystemets funksjonalitet.
- Spesifiserer minimumsfunksjonelle krav og informative eksempler på deres anvendelse.
- Etablerer begrensninger for beskyttelsessystemet og aksept av gjenværende risiko.
- Angir prinsipper for samsvarsvurdering.

1.10.4 BESTEMMELSER FOR VERN I BANE NORS KRAFTSYSTEM

1.10.4.1 Innledning

Dette kapitlet tar for seg hvordan Bane NOR sikrer vern av kraftsystemet. Videre hvordan de sikrer at deler av anlegget blir koblet ut automatisk eller manuelt ved feil, og at denne funksjonen er pålitelig. Teknisk regelverk³ i Bane NOR, sammen med reléplan for den spesifikke anleggsdel, utgjør det totale vernkonseptet⁴ (TRV:03411). Teknisk regelverk for vernprinsippet til strømforsyningen er utformet i tråd med EN 50633, og skal ivareta krav i forskrift om elektriske forsyningsanlegg (FEF).

I kapittel 1.11 Undersøkelser av infrastruktur redegjøres det for i hvilken grad krav og bestemmelser var ivare tatt på hendelsestidspunktet.

1.10.4.2 Krav til reléplan og verneplanlegging i teknisk regelverk

Kapittel 3⁵ om vern i Teknisk regelverk forklarer hvordan en reléplan skal utarbeides i Bane NOR, og i korte hovedtrekk stilles det følgende krav:

- Det skal lages en reléplan for alle enheter som skal ha vern.
- Ved endringer skal reléplaner oppdateres.
- En reléplan skal utarbeides etter gitte kriterier.
- Det er gitte krav til underlagsdata og oppdaterte målinger for innstilling av vern.
- Reléplanen skal utarbeides og kontrolleres av to ulike personer.
- Etter at reléplanen er kontrollert, skal den godkjennes av driftsleder.
- Ved endringer i vern skal det gjennomføres en funksjonstest (innstillinger) etter gitte krav.

1.10.4.3 Vernkonsept

Hovedprinsippet for hvordan vernene skal fungere er at enkeltfeil ikke skal kunne føre til en uønsket hendelse.

³ [Bane NOR SF Teknisk regelverk Kapittel 3, vern](#)

⁴ [Bane NOR SF Teknisk regelverk, vernkonsept](#)

⁵ [Bane NOR SF Teknisk regelverk Kapittel 3, vernplanlegging](#)

Strømforsyningen til Sandefjord stasjon hadde et dedikert hovedvern og et reservevern, samt en sonegrensebryter. Hovedvernet var et underimpedansvern (også kjent som distansevern eller multifunksjonsvern), og hadde flere supplerende vernfunksjoner. Reservevernet var et overstrømsvern, som skal kunne detektere og koble ut ved kortslutninger. En sonegrensebryter benyttes i tilfeller der det er vanskelig å få overstrømsfunksjon fra en matestasjon til å sikkert dekke hele matestrekningen. Dette er relevant der laveste kortslutningsstrøm kan være i samme størrelsesorden (eller lavere) enn laststrømmen som trekkes fra togene.

ID	TRV:03411
Bok	546
Kapittel	20
Vedlegg	
Kravtype	
Kravtekst	<p>b) Vernkonsept: Vern av utgående linjer skal utformes etter et konsept i samsvar med EN 50633:</p> <ol style="list-style-type: none"> Utførelse: Distansevern skal benyttes som hovedvern med full dekning av anleggsdelen Unntak (til 1): Der overstrømsvern kan gi full dekning av anleggsdelen og der avstand til feil ikke er viktig (f.eks. stasjonsområde) kan hovedvernet være overstrømsvern. Utførelse: For utgående linjer med fare for hurtig nedsmelting av kontaktledningen skal hovedvernet i tillegg inneholde et hurtig overstrømsvern. Utførelse: Overstrømsvern skal benyttes som reservevern med så stor som mulig (helst full) dekning av anleggsdelen uten at selektiviteten mot laststrømmer kompromitteres (EN50633 pålitelighetsklasse M2). Unntak (til 4): Hvis overstrømsvern som reservevern ikke kan stilles inn slik at det dekker hele strekningen samtidig som det skiller mellom kortslutningsstrøm og påregnelig laststrøm skal det gjøres minst ett av følgende risikoreducerende tiltak: <ul style="list-style-type: none"> Der kun en liten del av strekningen (under 15%) ikke dekkes av reservevernet, er det tilstrekkelig at selvovervåking av hovedvern skal varsle elkraftsentral om teknisk svikt på hovedvernet og elkraftsentral skal ha rutiner for å håndtere dette uten unødig opphold. (EN50633 pålitelighetsklasse M2 limited supported by M4) Distansevern skal benyttes som reservevern i stedet for overstrømsvern der det kan gi bedre dekning av anleggsdelen, seksjonsselektivitet, lastselektivitet eller deteksjon av feil ved samtidig tilbakemating. (EN 50633 pålitelighetsklasse M1) <p>Samme type vern både som hovedvern og reservevern øker potensiale for fellesfeil (feil innstilling, feil parameter, teknisk feil, svakhet ved algoritmer etc.). En av grunnene til å velge distansevern som hovedvern og overstrømsvern som reservevern er nettopp å redusere denne risikoen.</p> <ul style="list-style-type: none"> På strekninger med sonegrensebryter bør sonegrensebryteren fungere som tillegg til reservevernet for kortslutninger langt fra koblingsanlegget. (EN 50633 pålitelighetsklasse M3) Strømsprang som tilleggskriterium i overstrømsvern som reservevern hvis dette gjør det mulig å stille inn overstrømsvernet slik at dette likevel dekker hele strekningen samtidig som det skiller mellom kortslutningsstrøm og påregnelig belastningsstrøm. Utførelse: Underspenningsvern skal fungere som tilleggsreservevern mot feil nær koblingsanlegget ved lav kortslutningsytelse.

Figur 11: Vernkonsept i Bane NOR (TRV:03411). Kilde: Bane NOR SF

1.10.4.4 Bane NORs krav til driftskontrollkonsept

Driftskontrollkonseptet i Bane NOR er at de elektriske forsyningsanleggene fjernstyres fra en døgnbemannet elkraftsentral. Ved vedlikehold og ekstraordinære situasjoner kan forsyningsanlegget kontrolleres lokalt på stedet om nødvendig.

I Bane NOR blir måling av strøm, spenning og temperatur overført til elkraftsentral og driftssentral via IT-systemet Spectrum. På elkraftsentralen vises dette i sanntid på en skjerm som et tall ved linjeavgangen. Dersom operatøren har behov for historikk og plott, må man manuelt ta opp et nytt bilde, og denne informasjonen har et lavere detaljeringsnivå enn det et annet teknisk overvåkingssystem, kvalitetssystemet, presenterer. For å få tilgang på kvalitetssystemet, som er plassert på målestasjonene, må man logge på en egen dataløsning for dette.

1 Hensikt og omfang

Driftskontrollsystemer er prosesskontroll, og prosessen som skal kontrolleres er de elektriske forsyningsanleggene. Hensikten med kapittelet er å stille nødvendige og tilstrekkelige krav for å overvåke og styre de elektriske forsyningsanleggene til tog og infrastruktur på en effektiv og sikker måte.

Felles krav for driftskontrollsystemer for alle typer elektriske forsyningsanlegg er gitt i dette kapittelet. Kravene til driftskontrollsystemer gjelder både [fjernkontroll](#) og [lokalkontroll](#) med mindre annet er spesifisert. Spesielle krav tilhørende hver type forsyningsanlegg er gitt i respektive kapitler. Kapittelet omfatter også sambandet som benyttes av driftskontrollsystemene.

Rammene for regelverkskapittelet er nærmere oppsummert fra underlagsrapporten (EH-024636-000) i avsnittene under.

Generell styring, regulering og overvåking (SRO) av Bane NORs øvrige tekniske anlegg (prosesser) er ikke omfattet av dette kapittelet. I den grad driftskontrollsystemer for elektriske forsyningsanlegg etter risikovurdering benyttes til håndtering av generelle SRO-signaler, gjelder kravene i dette kapittelet og signalene utveksles gjennom spesifisert grensesnitt.

Figur 12: Beskrivelse av hensikten med driftskontrollsystemer i teknisk regelverk. Kilde: Bane NOR SF

1.10.4.5 Alarmoversikt

For å kunne skille ut kritiske alarmer fra andre mindre viktige varslinger er det viktig at alarmer klassifiseres og gis riktig prioritet. Bane NOR har beskrevet hvordan alarmer skal klassifiseres og håndteres i teknisk regelverk⁶.

ID	TRV:03250
Bok	546
Kapittel	19
Vedlegg	
Kravtype	
Kravtekst	<p>e) Loggføring av signaler: Alle hendelser (endring av binære signaler inklusive passering av grenseverdier og aktivering av begrenserfunksjoner og vernefunksjoner) og alarmer i en matestasjon skal føres i henholdsvis <i>Hendelsesliste</i> og <i>Alarmliste</i>.</p> <ol style="list-style-type: none">1. Utførelse: Listene skal være tilstrekkelige for og tilgjengelige i lokalkontroll.2. Utførelse: Alarmlista skal være levende, det vil si at kvitterte og avsluttede alarmer skal fjernes fra lista. Med avsluttet alarm menes at årsaken til alarmen er utbedret.3. Utførelse: Hendelseslista skal være en historisk rapport og også inkludere endringer i alarmlista.4. Utførelse: Alle signaler skal være tidsstempelt og angitt hvilken komponent eller del som har generert signalet.5. Utførelse: Alarmer bør for enkel og standardisert differensiering klassifiseres og håndteres ihht. ""UNIQ--xr-0000000-QINU"".

Figur 13: Loggføring av signaler (TRV:03250 versjon 28.01.2021). Kilde: Bane NOR SF

TRV:08206

Alarmhåndtering: Det sentrale kontrollanlegget skal håndtere alarmer i driftskontrollsystemet og kontrollerte elektriske forsyningsanlegg.

1. *Utførelse:* Det sentrale kontrollanlegget skal varsle **leder for kobling** om en hendelse som krever reaksjon, og gi informasjon om hva som har skjedd, og hvor den har oppstått, og angi kritikalitet, se [fjernkontroll](#) og [alarmoversikt](#).
2. *Utførelse:* Det sentrale kontrollanlegget skal lagre alarmer og [hendelseslogger](#) i tilknytning til alarm, slik at det i etterkant kan gjennomføres feil- og trendanalyser og vurdere tiltak for å unngå at tilsvarende hendelse oppstår i fremtiden, se [hendelseslogg](#) og [informasjonsdeling](#).
3. *Operative tiltak:* Det skal finnes operative regler for håndtering av alarmer, blant annet med angivelse av hvem som har ansvar/mandat til å gjøre noe med hendelsen, som alarmen varsler om, se [fjernkontroll](#).

Alarmfilosofi for Jernbaneløstaket (2015, IUP-00-A-00961 er basert på EN 62682:2015 og gir hensiktsmessig veiledning for identifisering og utvelgning av alarmer.

Figur 14: Alarmhåndtering (TRV: 08206). Kilde: Bane NOR SF. SHKs markering

⁶ [Bane NOR Teknisk regelverk, Driftskontrollsystemer for elektriske forsyningsanlegg](#)

1.10.4.6 Periodisk kontroll av vern

Teknisk regelverk gir føringer for jevnlig kontroll av vern

TRV:03721

a) Vern skal ha innstilt verdi i henhold til oppdaterte og gjeldende relèplaner.

1. Funksjonstest eller annet vedlikehold skal ikke utilsiktet endre vernets innstilling.

TRV:03722

► b) Vern skal løse på innstilte verdier.

1. For kontroll av riktig utløsning skal det brukes funksjonstest (se [Banestrømforsyning/Vedlikehold/Generelle tekniske krav Funksjonstest](#)) der dette er hensiktsmessig.

1. Spesifikk testing av at vern trigger på den innstilte verdien bør utføres med relèprøveapparat der dette er hensiktsmessig.

1. Relèprøveapparater og annen måleutrustning som brukes i testen skal tilfredsstille kravene i [Banestrømforsyning/Vedlikehold/Generelle tekniske krav Verktøy for prøving, måling og vedlikehold](#)

2. Hele vernekjeden skal testes, det vil si at en også skal forsikre seg om resultatet av utløsningen er riktig, for eksempel at effektbryteren faller.

3. Alle funksjoner som er i bruk på vernet skal testes, for eksempel distansevern i alle [soner](#), overstrømsvern og strømsprangvern for et multifunksjonsvern.

4. Alle funksjoner i forbindelse med vernet skal testes, for eksempel gjeninnkobbingsautomatikk og bryterfeilvern.

5. Ved bytte av hovedvern på utgående linje i en stasjon, bør en vurdere en primærttest, det vil si reell kortslutning på linjen med og uten overgangsmotstand.

6. Funksjonstesten skal dokumenteres.

2. For eldre elektromekaniske vern hvor en finner mindre avvik (< 10%) mellom innstilt og utløst verdi, kan dette godtas dersom det gjøres en vurdering av hvor kritisk korrekt utløsning er etter at videre smøring, trimming og stilling er funnet nytteløst.

3. Feil på vern bør utbedres snarest, men avhengig av kritikalitet.

4. Test av vern skal utføres regelmessig (se [FEF §4-10](#)). Tidsintervall for test av vern skal fastsettes. Tidsintervall for test av vern som ikke automatisk testes jevnlig ved feil (for eksempel vern på reservefelt) må vurderes spesielt.

5. Testing, justering og vedlikehold av vern, spesielt elektromekaniske, bør utføres av kvalifisert personell.

TRV:03723

c) Det bør føres statistikk over vernutløsninger, samt situasjoner der en mistenker at vern ikke har gitt normal frakobling ved feil.

1. Ved skade på utgående linjeutrustning eller [kontaktledningsanlegg](#) som kan skyldes at vern ikke har gitt normal frakobling av feil, skal aktuelle vern på strekningen kontrolleres og vernenes funksjon skal testes.

Figur 15: Utløsende krav for vedlikehold av vern, teknisk regelverk. Kilde: Bane NOR SF

1.10.4.7 Kompetansekrav

Kompetanse og opplæring av personell som skal arbeide med strømforsyning er omtalt i teknisk regelverk, og dette reguleres også av Forskrift om elektroforetak og kvalifikasjonskrav (FEK), sikkerhetsstyringsforskriften, internkontrollforskriften og TSI ENE.

Det er Bane NOR Energi som er premissgiver for kompetansekravene, men opplæringen for elkraftoperatørene/leder for kobling utarbeides og gjennomføres i Bane NOR Trafikk.

Banestrømforsyning/Vedlikehold/Generelle tekniske krav/Kompetansekrav

[Side](#) [Diskusjon](#)

[Vis](#) [Vis kilde](#) [Historikk](#)

[< Banestrømforsyning](#) | [Vedlikehold](#) | [Generelle tekniske krav](#)

a) Anleggene skal drives og vedlikeholdes av godkjente fagarbeidere eller av personer som er under tilsyn av godkjente fagarbeidere, se [FEK].

Med godkjent fagarbeider menes personer om har fått den nødvendige opplæring og skolering innen respektive anlegg eller fag og som har avlagt og bestått fagprøve.

b) Vedlikeholdspersonell, operatører, driftsledere og systemansvarlige bør oppdatere sin kompetanse om drift og vedlikehold av anlegg, systemer og komponenter på bakgrunn av den tekniske utviklingen og endringer slik at drift og vedlikehold skjer på en sikker samt teknisk og økonomisk optimal måte.

c) Personell som har eller kan ha oppgaver i forbindelse med nødfrakobling skal gis tilstrekkelig opplæring via repetisjonskurs slik at drift (inkludert feilretting) og vedlikehold av anlegg til enhver tid skal kunne utføres på en sikker og effektiv måte.

1. Ved endringer av nødfrakoblingsanlegget skal nødvendig personell gis tilstrekkelig informasjon/opplæring.

d) Systemansvarlig for fjernstyring for elkraftanlegg skal gjennomgå samme opplæring som operatørene. I tillegg skal systemansvarlig gis en detaljert innføring i anleggets struktur og oppbygning, omfattende opplæring i feildiagnostisering og systematisk feilsøknings- og feilrettingsrutiner.

1. Det skal til enhver tid være tilgjengelig tilstrekkelig kompetanse til å vedlikeholde og feilrette systemet.

Figur 16: Kompetansekrav til fagarbeidere og personer for drift og vedlikehold av elkraftanleggene. Kilde: Bane NOR SF. SHKs markering

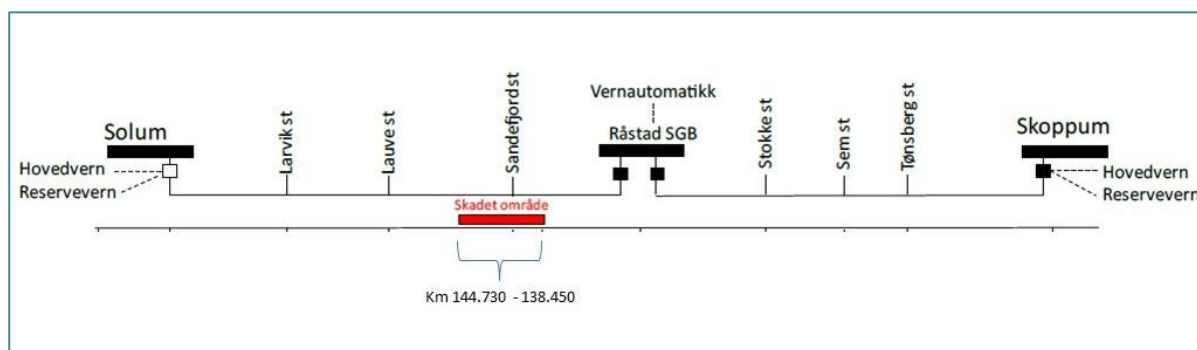
1.11 Undersøkelser av infrastruktur

I dette kapitlet gjengir Havarikommisjonen relevant informasjon fra Bane NORs tekniske undersøkelser etter ulykken ved Sandefjord stasjon.

1.11.1 OM VERN I STRØMFORSYNINGEN TIL SANDEFJORD STASJON

I et strømforsyningsanlegg er det installert ulike typer vern som skal avdekke og gripe inn dersom det oppstår feilsituasjoner.

Matingen av strøm til Sandefjord stasjon kommer fra Skoppum og Solum. En matestrekning blir som regel tilført elektrisk energi fra to tilstøtende omformerstasjoner, og avstanden mellom matestasjonene er 20 til 80 km avhengig av effektbehovet. Det er ca. 68 km mellom Skoppum og Solum, og på Råstad er det plassert en sonegrensebryter (SGB).



Figur 17: Oversikt over strømforsyningen til området som ble skadet i ulykken. Figur: Bane NOR SF

- Hovedvern: Distansevern som måler strøm og spenning, sender impuls til bryter om utkobling om de målte verdiene er utenfor definerte verdier.
- Reservevern: Overstrømsvern som løser ut dersom strømmen overskrider innstilt verdi.
- Sonegrensebryter (SGB): På lengre matestrekninger har ikke alltid reservevernet full dekning, og da kan en sonegrensebryter plasseres midt på matestrekningen for å gi tilstrekkelig vern. Sonegrensebryteren kobler automatisk ut ved definerte verdier.

Det elektriske anlegget overvåkes kontinuerlig for eventuelle feil og kortslutninger ved hjelp av automatiske vernreléer⁷. Vern i det elektriske anlegget skal virke hurtig og selektivt for å unngå skader på liv og eiendom, matestasjoner og kontaktledningsanlegg. Disse vernene skal ved deteksjon av en kortslutningsstrøm umiddelbart bryte og gjøre anlegget spenningsløst. Et vern skal kunne skille mellom vanlig driftstilstand og feiltilstand, og kunne koble den delen som har feil bort fra nettet. For å unngå at forbigående feil fører til lang driftsstans utføres det automatiske gjeninnkoblingsforsøk, og ved varige feil kobles reservetilførselen inn der det er mulig. Det utføres 2 automatiske gjeninnkoblingsforsøk, først etter 5 sekunder og deretter etter 30 sekunder. Dersom de automatiske gjeninnkoblingene mislykkes, blokkeres bryteren, og feilsøking og innkobling må utføres manuelt.

⁷ Om vern i banestrømforsyningen:

https://www.jernbanekompetanse.no/wiki/Vern_i_banestr%C3%B8mforsyningen

1.11.2 FEIL PÅ VERN AV SANDEFJORD STASJON

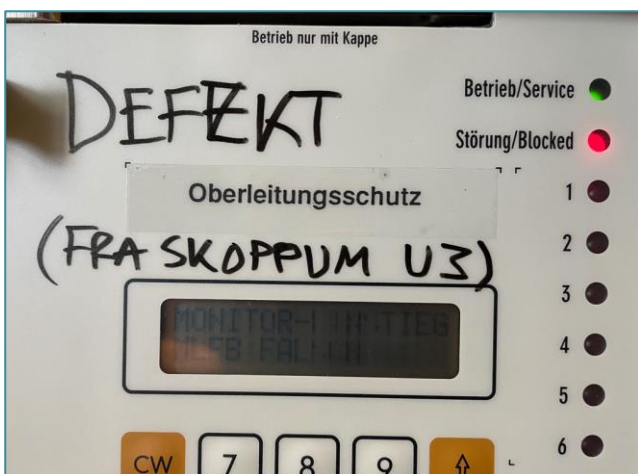
Ifølge Bane NORs egne undersøkelser fungerte hovedvernet på Solum og stoppet forsyningen av strøm fra vest på ulykkesdagen. På Skoppum fungerte hverken hovedvernet eller reservevernet, og matingen av strøm fortsatte derfor fra øst.

Den automatiske overvåkingen av sonегrensebryteren på Råstad hadde vært koblet ut i en lengre periode (1.11.4) og fungerte derfor ikke. Vernfunksjonen på Råstad var dermed deaktivert, og kun ut/inn-kobling fra elkraftscentralen fungerte.

1.11.3 KONTROLL AV VERN PÅ SKOPPUM

Bane NORs undersøkelser av vernet på Skoppum etter ulykken viste at det hadde en selvovervåkingsfunksjon som var montert feil og ikke fungerte. Bane NOR avdekket også at teksten på feilmeldingen ikke var den samme som på andre stasjoner. Dette hadde ikke blitt oppdaget ved montering av vernet, og heller ikke senere ved senere vedlikehold og testing. Vernet sendte ut feilmelding ved flere anledninger, men ettersom selvovervåkingen var feilmontert kunne feilmeldingen kvitteres ut fra elkraftscentralen og deretter fungert strømleveransen som normalt. Det er ukjent for Bane NOR hvor lenge vernet hadde denne feiltilstanden. For det defekte vernet var vedlikeholdsintervallet satt til 4 år, og det hadde frist for vedlikehold i slutten av september 2021.

Bane NOR konkluderte med at årsaken til at vernet på Skoppum var defekt, trolig skyldtes at komponenten hadde nådd sin levetid. Det aktuelle vernet var omtrent 20 år gammelt, men vernet kan også ha vært enda eldre på grunn av prøvedrift og oppbevaring på lager før installasjon. Forventet levealder på numeriske vern er ifølge Bane NOR 20 år.



Figur 18: Hovedvernet (distansevern) på Skoppum fotografert og merket etter ulykken. Kilde: Bane NOR SF

1.11.4 UTKOBLING AV SONEGRENSEBRYTER

Automatikken til sonегrensebryteren på Råstad ble koblet ut en gang før 2019, da hyppige utfall av sonегrensebryteren skapte forstyrrelser i togtrafikken. Det har imidlertid ikke vært mulig å tidfeste nøyaktig når dette skjedde.

Dette medførte at vernet ikke automatisk overvåket strømmen, for å sørge for at denne ble brutt, om det ble detektert feil. Det var fremdeles mulig å manuelt betjene bryteren fra elkraftscentralen, slik at den kunne kobles ut og inn ved behov. 1. juli 2021 ble vernet og bryteren kontrollert. Da ble enkelte feil reparert, mens andre ble registrert for senere arbeid. Det ble av Drammen elkraftscentral besluttet at automatikken skulle forbli avslått.

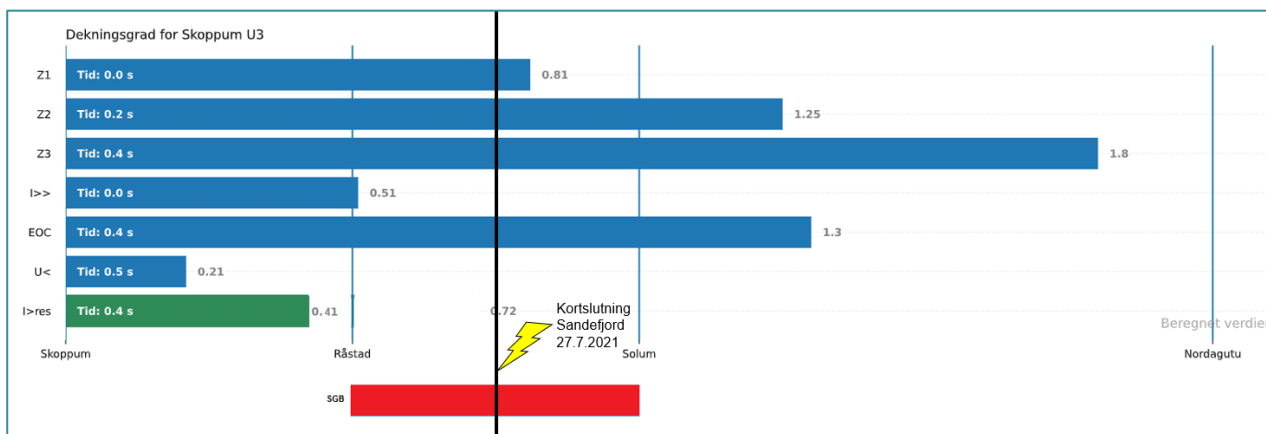
1.11.5 VERNKONSEPTETS EFFEKTIVITET VED ULYKKEN

Bane NORs gjennomgang av funksjonen til vern på Skoppum sett opp mot krav til vernkonsept i teknisk regelverk ([TRV:03411](#)) (figur 11) gav følgende funn:

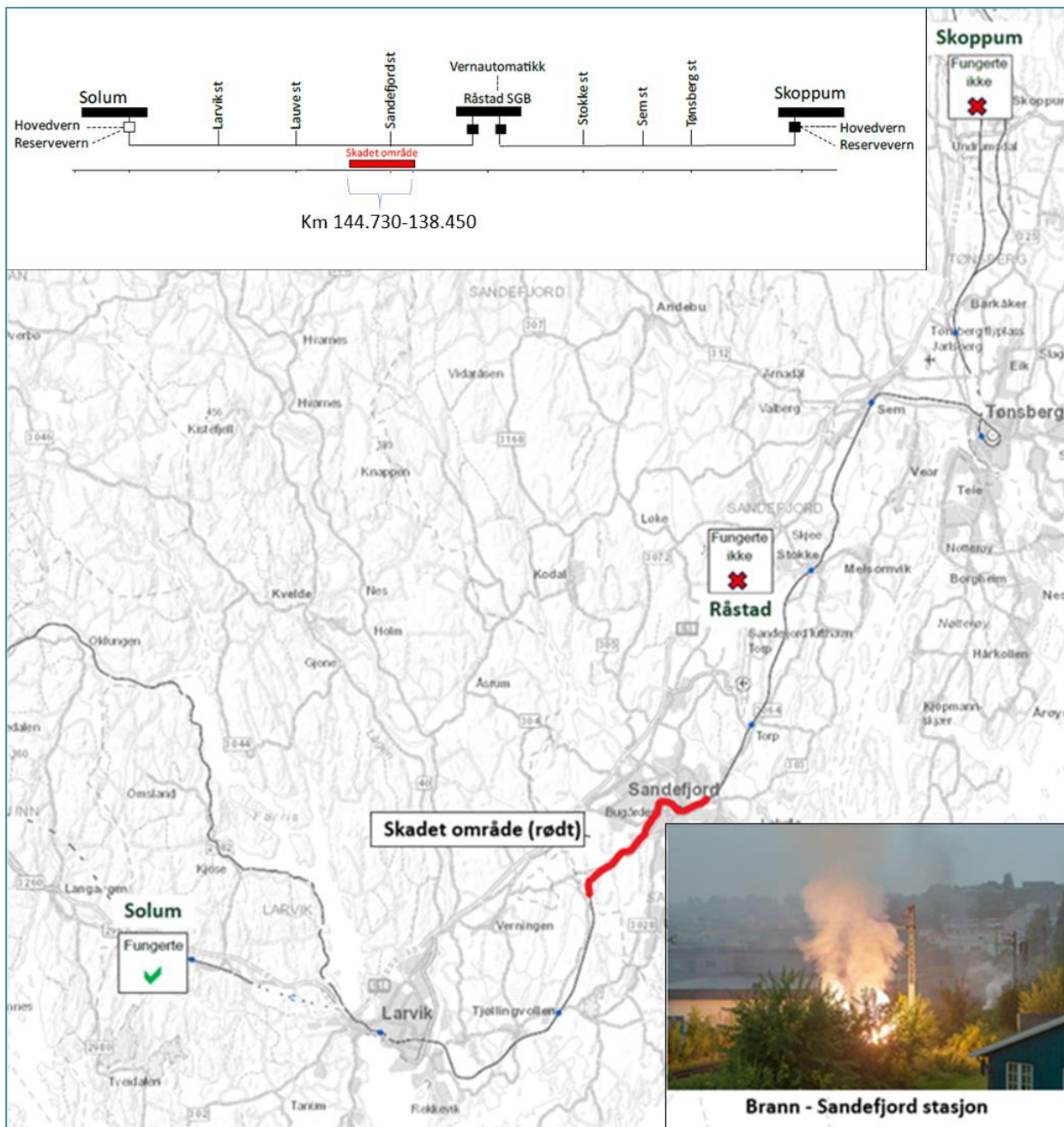
- Punkt 1, Distansevernet (hovedvernet) var defekt og fungerte ikke.
- Punkt 5, kulepunkt 1 ble ikke oppfylt siden verndekningen var mindre enn 85 % av strekningen, samt at meldesignalet fra vernet var satt opp feil og ikke fungerte som tiltenkt.
- Punkt 5, kulepunkt 3 ble ikke oppfylt siden automatikken i sonegrensebryteren var slått av.
- Punkt 5, kulepunkt 2 og 4 er ikke lagt opp til, siden sprangkriterie ikke er mulig på de installerte vernene.

I figur 19 vises en fremstilling av hvordan dekningsgraden til vern på Skoppum skulle ha fungert.

- **Blå:** Hovedvernet skal ha full dekning av strekningen, og har flere vernefunksjoner.
- **Grønn:** Reservevern, men innstillingen medførte at dette ikke dekket frem til Sandefjord.
- **Rød:** Sonegrensebryter (SGB), tillegg til reservevernet for kortslutninger langt fra koblingsanlegget.



Figur 19: Dekningsgraden dersom vern på Skoppum hadde fungert. Kilde: Bane NOR SF



Figur 20: Skjematisk og geografisk oversikt over ulykken og involvert infrastruktur. Det er også markert hvilke vern som fungerte og ikke. Skjematisk oversikt: Bane NOR SF, kart: © Kartverket. Påtegninger: SHK

1.11.6 DRIFTSKONTROLLKONSEPTETS EFFEKTIVITET

Bane NOR har vurdert driftskontrollkonseptets effektivitet og skriver:

Det har blitt avdekket i intervjuene at det foreligger et mangelfullt system- og beslutningsstøtteverktøy i forbindelse med identifisering av feil i anlegget. Systemene for elkraftoperatørene gir begrenset informasjon vedrørende strømforløp over tid, og det vises kun nåværende tallverdier. Det er mulig å hente fram grafer ved å gå inn på hver enkelt bryter, men det er ikke lett tilgjengelig og har ikke samme detaljerte informasjon som kvalitetsmålingene brukt i denne undersøkelsen.

Det finnes heller ingen systematikk for å merke og «flagge» mulig vern-svikt som «kritisk», samt ingen retningslinjer for håndtering av spesifikke feil. Da det ikke ble lagt over til reserveavgang på nettet, og heller ikke umiddelbart gjennomføres feilsøking eller analyse av

mulig svikt på vernet kan det se ut til at det mangler en forståelse eller system for å bekrefte eller avkrefte potensielt kritiske feil.

Det er også bemerket at det er vanskelig å sortere ut kritiske eller viktige alarmer som kommer inn til elkraftscentralen. Det er i tidligere hendelser også kommet fram behovet for en sortering eller filtrering av listen som gjør at alvorlige feil kommer tydeligere fram, uten at dette har ført til en endring i systemet.

1.11.7 BANE NOR'S VURDERING AV GJELDENE RELÉPLAN FOR ULYKKESOMRÅDET

Bane NOR har vurdert problemstillingen hvor det var feil på vernet, men også kapasitetsutfordringer i organisasjonen:

Kontroll av releplan viser at reserveoverstrømsvernet har en uforholdsmessig høy innstilling, noe som gjør at kun kortslutninger som oppstår i de første 40% av matestrekningen er garantert å bli oppdaget. Fra 50 til 100 % av strekningen skal dekkes av sonegrensebryter. Dette gjør også at det er omtrent 10 % av banestrekningen som ikke har reservevernsdekning (Fra 40 til 50 % av banestrekningen).

Innstillinger av hovedvernet var likevel riktig og burde ha detektert feilen, om ikke vernet var defekt.

Bane NOR påpeker også at det var begrensede ressurser for oppdatering og kontroll av reléplaner.

1.12 Tidligere hendelser og feil relatert til vern i strømforsyningen

1.12.1 MISTANKE OM FEIL PÅ VERN 26. JULI 2021

Dagen før brannen var det flere lynnedslag i området. Bane NOR har opplyst at et lynnedslag mellom Lauve og Sandefjord (ca. 5 km fra Sandefjord i retning Lauve), resulterte i kortslutning og skade på KL-anlegget.

Strømmen ble da koblet ut manuelt av leder for kobling, og det oppstod mistanke om feil på vern. Neste dag kontaktet elkraftscentralen driftssentralen og meldte inn en bekymringsmelding over telefon og på e-post om at vern kanskje ikke løste ut slik det skulle. Driftssentralen undersøkte logger, og kontaktet relévernkontrollører for å følge opp. Noen timer senere ga driftssentralen tilbakemelding til elkraftscentralen om at relévernkontrollører skulle se på saken neste dag.

1.12.2 ANDRE TIDLIGERE HENDELSER KNYTTET TIL VERN I STRØMFORSYNINGSANLEGGET

Etter en gjennomgang av Bane NORs system for registrering og oppfølging av uønskede hendelser⁸ og andre kilder i Bane NOR, er det funnet flere hendelser som belyser utfordringer rundt vern og som anses relevante i denne undersøkelsen.

I forkant av ulykken hadde det vært flere anledninger der vern ved Sandefjord ikke virket eller at man fikk feilmeldinger, se tabell 3.

⁸ Bane NOR benytter systemet «Synergi Life» for registrering og oppfølging av uønskede hendelser.

Tabell 3: Utvalgte hendelser knyttet til vern i strømforsyningsanlegget i området rundt Sandefjord før brannen. Kilde: Bane NOR SF

Tidspunkt	Hendelse
Før 2019	Automatikken til soneregrensebryteren på Råstad ble koblet ut.
18.09.2020	Siste gang hovedvernet (U3) på Skoppum automatisk koblet ut før brannen den 27. juli 2021. Det er flere tilfeller hvor dette vernet skulle ha koblet ut spenningen uten at det skjedde, ref. kap. 1.12.
21.09.2020	I forbindelse med arbeid og testing på Skoppum oppsto feilmeldingen «distansevern Z1/Z2 feil». Denne feilmeldingen kom ikke inn på alarmlisten hos elkraftscentralen, men ble vist på hendelseslisten. Feilmeldingen ble kvittert ut, og ble deretter borte fra listen over hendelser. Feilen skyldes et defekt kretskort, og medførte at vernet ikke fungerte. På Skoppum ble det installert en ny RTU ⁹ og deretter gjennomført en test hvor entreprenøren observerte feilmelding på begge hovedvernene. Ifølge entreprenøren var dette en «kjent» feilmelding som også var der før installasjonen av ny RTU, og det ble derfor ikke gjort noen ytterligere undersøkelser rundt årsaken til feilen.
22.01.2021	Kortslutning i bryter på Sandefjord. Vernet på Solum gikk i «blokkade», og varslet om detektert kortslutning. Hovedvernet (U3) på Skoppum koblet ikke ut ved kortslutningen. Svikt i vernet på Skoppum ble ikke fulgt opp. Hendelsen førte også til at bryteren havarerte og måtte byttes ut.
01.02.2021	Nedleggelse av Larvik omformerstasjon som ligger mellom Solum og Skoppum. Dekningsgraden til hovedvernet ble gjennomgått og bekreftet at det hadde nok dekning. Reservevern ble ikke gjennomgått da belastningsverdiene ble antatt være lik som tidligere. Manglende vern-funksjon i soneregrensebryteren på Råstad ble ikke oppdaget eller vurdert.
10.03.2021	Arbeid og testing på Skoppum i forbindelse med bytting av signaler fra gammel RTU til ny RTU. Alle signaler ble da testet på stedet ved at status ble manipulert i PLS ¹⁰ . Denne testen førte til at alle alarmsignaler skiftet status flere ganger, og da testen var gjennomført ble alle manipuleringer fjernet. Full idriftsettelsesprosedyre ville ifølge Bane NOR mest sannsynlig fanget opp problemer med internfeilsignal, men ville vært mye mer tidkrevende.
01.07.2021	Kontroll av Råstad soneregrensebryter. Et ødelagt spenningsrele ble byttet under kontrollen. Alle vern-releer ble testet, og funnet i orden. Det ble avdekket at kretsskjema ikke stemte med anlegget, og det var derfor behov for et større arbeid med å tegne og dokumentere dette på nytt. Det ble besluttet å la automatikken til soneregrensebryteren forbli utkoblet.
26.07.2021	Kortslutning, mest sannsynlig forårsaket av lynnedslag.

⁹ Remote Terminal Unit, bindeledd mellom lokalkontrollsystem og fjernkontrollsystem. Viderefører signal og kommandoer.

¹⁰ PLS = Industridatamaskin som håndterer logisk styring.

I tillegg til hendelsene ved Sandefjord er det registrert flere liknende hendelser vist i tabell 4.

Tabell 4: Tidligere hendelser og feil relatert til vern i Bane NOR. Kilde: Bane NOR SF

Tidspunkt	Hendelse
2015–2017	Lite spesifisert rapport om vern som ikke koblet ut ved stående kortslutning på Randsfjordbanen. Tiltaket var opplyst å være bytte av vern i Drammen koblingshus.
2016	I 2016 ble det avdekket utfordringer rundt identifisering av kritiske alarmer for vern på Skollenborg. Det ble sendt ut alarm om internfeil fra vern på Skollenborg, men alarmen var klassifisert som B-feil og dermed ikke overført til driftssentralen. Anbefalingen etter denne hendelsen var at internfeil på vern burde endres til A-alarm, og overføres til Energis driftssentral.
10.08.2020	Brann på Ski stasjon avdekket følgende: <ul style="list-style-type: none">- Vern koblet ikke ut ved stående kortslutning.- Reservevern var stilt inn for høyt.- Sonegrensebryter var fjernet.- Feilmontering, vern var stilt inn i feil retning.
04.04.2021	I april 2021 oppstod det brudd i en bæreline og påfølgende brann ved siden av sporet ved Rosenholm. I første omgang fungerte den automatiske vernfunksjonen og koblet ut strømmen. Det ble imidlertid avdekket at ved manuell innkobling av spenning tillot vern innkobling på område med feil, og at reservevern var stilt inn for høyt. Det ble også påpekt at det er utfordrende for elkraftoperatører å ha tilstrekkelig oversikt i systemet, og forstå at det er en kortslutningshendelse
18.06.2021	Vern koblet ikke ut ved stående kortslutning på Valebø. <ul style="list-style-type: none">- Reservevern var stilt inn for høyt.- Feil på ny effektbryter (manglende frakobling).- Bryterfeilvern (selvovervåking) ble ikke aktivert.- Tidligere hendelser er ikke fulgt opp.

1.12.3 FORESLÅTTE TILTAK ETTER LIGNENDE HENDELSER SOM IKKE ER GJENNOMFØRT

Havarikommisjonen har i undersøkelsen blitt informert om foreslåtte tiltak etter tidligere hendelser. Slike tiltak er ikke dokumentert implementert eller gjennomført. Som eksempler nevnes:

- Statistikkfunksjon i dataprogrammet «FJEL» var en del av spesifikasjonen, men ikke implementert og i bruk
- I 2003 ble det bestilt et dataprogram for å undersøke om vern kobler ut korrekt. Etter hendelsene på Ski stasjon i 2020 var et slikt dataprogram foreslått som tiltak for å hindre fremtidige ulykker
- Teknisk regelverk ble tverrfaglig gått gjennom i 2004. Her ble det anbefalt å føre statistikk over hendelser hvor det var mistanke om at vern ikke hadde løst ut som forutsatt.

Havarikommisjonen har i undersøkelsen ikke funnet at slike forslag til tiltak ble vurdert eller besluttet gjennomført.

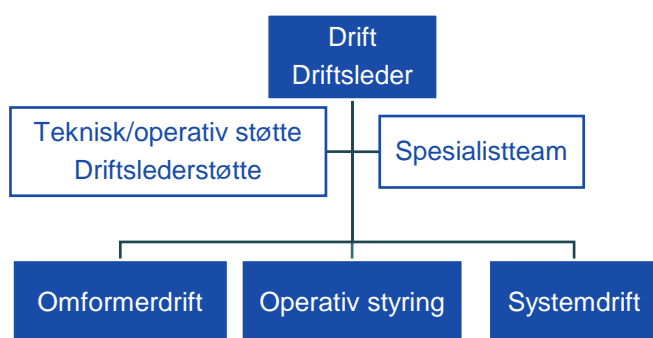
1.13 Undersøkelse av operative forhold

1.13.1 INNLEDNING

Havarikommisjonen har undersøkt Bane NORs organisering og drift av strømforsyning til jernbanenettet. Bane NOR har om lag 2 500 km elektrifisert jernbane som forsynes gjennom et høyspenningsnettverk. Bane NOR Energi forvalter, drifter og vedlikeholder energiforsyning i Bane NOR. Ansvarer gjelder alle faser fra sikkerhetsstyring og planlegging til bygging, drift og vedlikehold. Styring og overvåking av driften gjøres gjennom henholdsvis driftssentralen og elkraftsentraler. Disse beskrives i 1.13.2 og 1.13.3. Organisering av elkraftoperatører er beskrevet i kapittel 1.13.4.

1.13.2 ORGANISERING AV DRIFTSSENTRALEN

Driftssentralen er organisert under Bane NOR Energi. Driftssentralen fjernstyrer selve omformeraggregatene, og koordinerer personell som utfører arbeid og tester vern på omformerstasjonene. Avdelingen Drift har ansvar for drift og vedlikehold, samt styring og overvåking av Bane NOR Energis anlegg. Operativ styring er Bane NOR Energi sin driftssentral og det er 5 ansatte som utfører styring og kontroll med energiforsyningsanlegg. I noen tilfeller er også driftssentralen premissleverandør til Elkraftsentralene gjennom veiledning eller ved å gi tillatelser til enkelte tiltak i anleggene.



Figur 21: Organiseringen av drift i Bane NOR. Kilde: Bane NOR SF

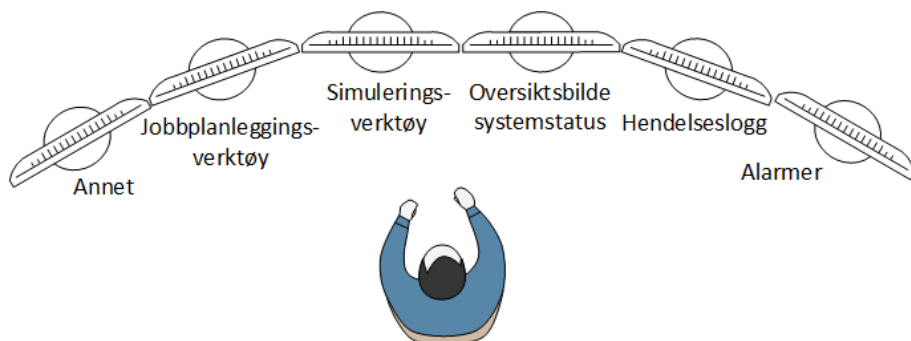
1.13.3 ELKRAFTSENTRALENE

Bane NOR har fire elkraftsentraler. Disse bemannes av egne elkraftoperatører og er samlokalisert med Bane NORs trafikkstyring. Betjeningen av Sandefjord stasjon gjøres fra elkraftsentralen i Drammen. Elkraftoperatørene overvåker og betjener tekniske installasjoner knyttet til høyspenningsanlegget til Bane NOR. En elkraftoperatør har enten fagbrev som energimontør, KL-montør eller er utdannet elkraftingeniør. Det er i størrelsesordenen til sammen 50–60 ansatte som jobber på elkraftsentralene i Bane NOR. Elkraftsentralene er døgnbemannet, men antallet personer som er på vakt samtidig varierer. I tilfeller med personalmangel er det også mulig å slå sammen elkraftsentraler.

Elkraftoperatører ivaretar funksjonen «Leder for kobling» som innebærer å utarbeide koblingsplaner, koblingsordre og eventuelt godkjenne foreslåtte koblinger. Leder for kobling er en rolle som er knyttet til FSE (1.10.2). I tillegg mottar og håndterer elkraftoperatører alarmer, fører hendelseslogg og kan varsle fagavdelinger. Bane NOR opplyser til Havarikommisjonen at arbeidsbelastningen varierer gjennom døgnet, og det kan i perioder være et stort antall arbeidsoppgaver som skal gjennomføres samtidig.

Elkraftoperatøren har tilgang til telefon og en rekke skjermer med informasjon. Systemet Spectrum benyttes for styring av elkraftsystemet, se figur 22. Spectrum har en annen oppbygging enn systemet til toglederne, og gjør det av og til utfordrende for togledere og elkraftoperatørene å raskt

definere hvilken lokasjon man snakker om. For eksempel ser ikke elkraftoperatørene andre spor enn elektrifiserte spor, og derfor kan det for elkraftoperatørene framstå som en stasjon har færre spor enn reelt. Tilsvarende er den geografiske orienteringen av skjematiske planer ulik mellom togleders og elkraftoperatørens skjerm.

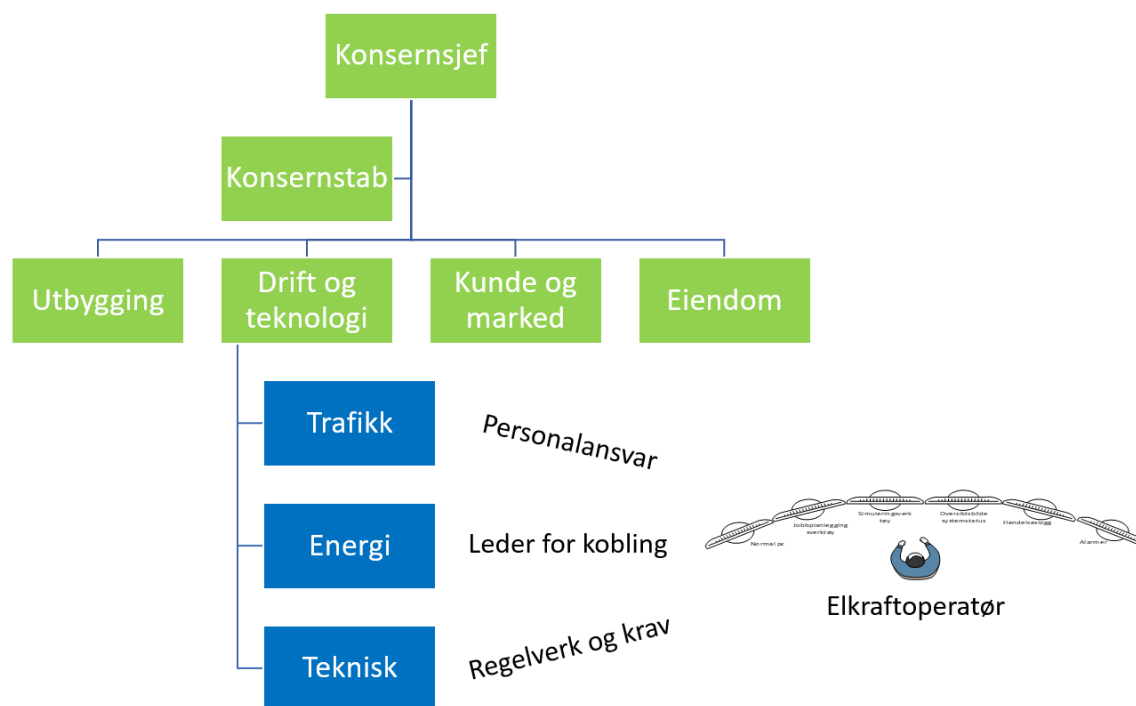


Figur 22: Oppstilling av oppsett av skjermer hos en elkraftoperatør (fra Oslo S). Figur: SHK

På ulykkesdagen hadde elkraftoperatøren fokus på alarmer og bryterfall på Solum, ettersom det kun var alarm fra vernet her. Operatøren jobbet da med å gjenopprette strømmen på strekningen Larvik–Porsgrunn. Det var i tillegg andre hendelser operatøren håndterte, og det tok derfor en stund før det ble oppdaget unormale strømverdier på Skoppum («strømmen hoppet»). Operatøren koblet da ut strømmen på Skoppum, men hadde en oppfatning om at de unormale målingene skyldtes en mulig feil i målesystemet eller rapporteringen. Da hadde kortslutningen på Sandefjord vart i 9 minutter og 40 sekunder, og medført omfattende skader.

1.13.4 ORGANISERING AV ELKRAFTOPERATØRER I BANE NOR

Elkraftoperatørene er ansatt hos Trafikk, mens funksjonen leder for kobling ligger til Energi, og teknisk regelverk for anlegg og operative krav ligger hos Teknisk. Ansvaret for anlegg, personell og regelverk er fordelt mellom tre enheter Trafikk, Energi og Teknisk (figur 23).



Figur 23: Organisering av ansvar for kontaktledningsanlegget i Bane NOR SF. Figur: SHK

Bane NOR har til Havarikommisjonen omtalt organiseringen av Elkraft/Energi som komplisert og utfordrende. En gjennomgang av ulykken i Bane NORs egen regi anbefalte å:

Vurdere organisering av roller og ansvar knyttet til Energi/Elkraft/Elkraftsentralen for å avklare ansvarsforhold og systemeierskap.

En elkraftoperatør må forholde seg til tre ulike premissgivere. Trafikk har personalansvaret, sørger for rekruttering, bemanning og opplæring. Energi har delegert ansvaret som leder for kobling og er premissgiver for dette, mens Teknisk er premissgiver for regelverk og krav som stilles til elkraftoperatørene. Elkraftoperatørene er samlokalisert med trafikk sine togledere. Bane Energi er lokalisert flere steder i Norge. Havarikommisjonens undersøkelse tyder på at disse, og lederne, i det daglige har få arenaer hvor de møtes og samhandler.

1.14 Revisjoner og tilsyn

1.14.1 STATENS JERNBANETILSYN

1.14.1.1 Tilsynsaktiviteter

Statens jernbanetilsyn (SJT) er tilsynsmyndighet for jernbane, trikk, t-bane, taubaner og fornøyelsesinnretninger i Norge. SJT gir blant annet tillatelser, forvalter regelverk og gjennomfører tilsyn hos infrastrukturforvalterne i Norge.

SJT har siden 2016 utført 61 forskjellige tilsynsaktiviteter hos Bane NOR.

Tabell 5: Statens jernbanetilsyns tilsynsaktiviteter hos Bane NOR i perioden 2016–2021. Kilde: sjt.no.

Tema	Antall i perioden 2016--2021
Dokumenttilsyn	2
Ledelsesmøte	3
Operativ kontroll	1
Revisjon	13
Sikkerhetsstyring	2
Tilsynsmøte	40

Statens jernbanetilsyn har ikke gjennomført tilsynsaktiviteter knyttet til sikkerhetsstyring og organisatoriske forhold i de delene av Bane NOR som er relatert til energiforsyning. SJT presiserer at tilsynsaktivitetene er risikobaserte. SJT bruker mest ressurser der det vurderes at risikoen for ulykker er størst. Risikoen blir vurdert ut fra omfanget av transport og en rekke faktorer som topografi, organisatoriske forhold, erfaring fra tidligere tilsyn og uhellsrapportering.

SJT opplyser videre at på områder der andre myndigheter, som for eksempel Arbeidstilsynet og DSB også har regelverk, fører ikke SJT tilsyn. I andre tilsynsaktiviteter berøres og påpekes imidlertid svakheter som man også finner blant temaene i denne undersøkelsen. Et eksempel finnes i tilsynsrapport 2019-06¹¹.

¹¹ https://www.sjt.no/globalassets/02_jernbane/pdf-jernbane/tilsyn/tilsynsrapporter/2019-06.pdf

2 Konklusjon

Oppfølging av uønskede hendelser fremstår som et prioritert område hos Bane NOR SF, og det fremkom mye god vilje hos intervjuede ledere og medarbeidere for å få til etterlevelse av et godt system for slik oppfølging.

Det fremstår som et forbedringsområde for Bane NOR SF å sørge for at tiltak for lukking av uønskede hendelser i større grad er egnet til å hindre gjentakelse. Et annet forbedringsområde er å sørge for at hendelser systematisk sees i sammenheng og ikke nødvendigvis bare behandles enkeltvis.

Figur 24: Konklusjonen fra tilsynsrapport nr. 2019-06. Kilde: Statens jernbanetilsyn

1.14.1.2 Statens jernbanetilsyn og oppfølging av energiforsyning til jernbaneinfrastruktur

Havarikommisjonen har mottatt informasjon om SJTs oppfølging og vurdering av infrastrukturforvalteres strømforsyning, tillatelsesprosesser og grensesnitt mot DSB. SJT opplyser at etter at tillatelse til å ta i bruk er gitt, beholdes et tilsynsansvar for sikkerhetsstyring på et organisatorisk nivå, mens blant annet mer konkrete elektrofaglige tilsyn overlates til DSB. Videre opplyste SJT at:

- SJT har flere fagområder som har grensesnitt mot DSB, også transport av farlig gods. Fornøyelsesinnretninger og taubaner har problemstillinger som er overlappende.
- Det pågår et arbeide med å etablere formaliserte avtaler mellom SJT og DSB, men arbeidet er i startfasen. Hensikten med slike avtaler vil være å tydeliggjøre grensesnitt og samarbeid mellom de to tilsynene. Det foreligger ingen tidsplan for når avtaleverket mellom SJT og DSB skal være på plass, og det er ikke etablert eventuelle midlertidige tiltak inntil avtaler foreligger. SJT opplyser at det ikke har vært sett et behov for midlertidige tiltak.
- Eventuelle rapporter om jernbanehendelser, alvorlige jernbanehendelser eller jernbaneulykker relatert til strømforsyning videresendes ikke til DSB med bakgrunn i taushetspliktbestemmelser. SJT opplyser videre at det likevel, om det foreligger tilstrekkelige opplysninger, kan sendes bekymringsmeldinger til andre tilsynsmyndigheter. Meldingene som innrapporteres blir systematisk gjennomgått og ligger blant annet til grunn for SJTs risikobaserte tilsyn. Dersom meldingene gir grunn for det kan SJT også reise på ad-hoc tilsyn eller følge opp enkelthendelser på andre måter.
- SJT har avklart med Samferdselsdepartementet at TSI Energi, se kapittel 1.10.2, skal forvaltes av SJT. Dette gjøres i tillatelsesprosessen og når det er behov for ny samsvarsvurdering.

1.14.2 DIREKTORATET FOR SAMFUNNSSIKKERHET OG BEREDSKAP (DSB)

1.14.2.1 Tilsynsaktiviteter

DSB har i perioden 2016–2020 utført fem tilsyn hos Bane NOR. Nedenfor gjengis relevante deler av disse rapportene:

I DSBs tilsynsrapport 2017 tas det opp problemstillinger som er blant sikkerhetsproblemene i denne undersøkelsen:

Bergen stasjon hensettingspor:

Avvik nr: 5 Alvorlighet: 1

Det elektriske anlegget var ikke prosjektert, utført, driftet og vedlikeholdt slik at det sikkert ivaretok den funksjonen det var tiltenkt uten å fremby fare for liv, helse og materielle verdier.

5. FSE 2006 §§ 3 og 6 Ansvar og Organisering:

Det er sendt over en tilfredsstillende liste over alle sakkyndig driftsledere som er utpekt av definerte eiere på de forskjellige banestrekninger. Totalt 8 sakkyndig driftsledere. Ber om navn på stedfortredere for driftsleder/driftsansvarlig i områdene.

Bli bedre til å bruke effektevalueringen i Synergi.

Bli bedre på å utøve læring på tvers av hendelser.

Lære av gode tiltak.

Lære av nye måter å gjøre ting på.

Bli enda bedre på å gjennomføre årsaksanalyser etter en hendelse for å finne rot til årsakene.

DSBs tilsynsrapport fra 2018:

Ingen av de funn som ble avdekket under besiktigelsene anses som alvorlige. Virksomhetens internkontrollsystem synes å fungere tilfredsstillende.

DSB er meget tilfreds med organiseringen av driftsleders rolle i Bane Nor SF. Foretaket har utpekt en driftsleder/ faglig ansvarlig for hele jernbanenettet i Norge som har erstattet 8 driftsledere.

DSB har mottatt tilbakemelding med begrunnelse gjennom 19 punkter. DSB ser en ny positiv trend mht. oppfølging etter tilsyn.

Utpekt driftsleder/driftsansvarlig N.N har lang erfaring innenfor elsikkerhetsarbeid i flere organisasjoner i Norge. Dette kan borge for et godt samarbeid mot direktoratet fremover.

DSBs tilsynsrapport fra 2019 er av Bane NOR påklaget til Justis- og beredskapsdepartementet. Det foreligger ingen avklaring av denne rapporten på tidspunktet denne sikkerhetsundersøkelsen ble gjennomført.

1.14.2.2 Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskaps oppfølging og tilsyn av energiforsyning til jernbaneinfrastruktur

DSB har som en del av Havarikommisjonens undersøkelse beskrevet sin rolle innen tilsyn av jernbanens strømforsyning. DSB gjennomfører sine tilsyn etter bestemmelsene i tiltilsynsloven, forskrift om sikkerhet ved arbeid i og drift av elektriske anlegg (FSE), forskrift om elektriske forsyningsanlegg (FEF), forskrift om elektroforetak og kvalifikasjonskrav (FEK) og internkontrollforskriften. DSB har opplyst at de planlegger og gjennomfører tilsyn etter et risikobasert prinsipp. Deler av disse vurderingene gjøres med bakgrunn i erfaring, resultater fra tidligere tilsyn og fra rapporter som er levert inn i forbindelse med ulykker.

DSB har opplyst til Havarikommisjonen at de ikke kjenner regelverket forvaltet av Statens jernbanetilsyn og fører derfor ikke tilsyn etter dette. DSB har heller ikke hjemmel for tilsyn med etterlevelse av regelverk underlagt Samferdselsdepartementet.

DSB opplyser til SHK at direktoratet ikke varsles om tilløp eller hendelser. Kun ulykker relatert til strøm blir varslet DSB. Det kreves at det har oppstått personskade forårsaket av strømgjennomgang og/eller lysbue.

1.14.3 SAMARBEID MELLOM TILSYNSMYNDIGHETER

Lov- og forskriftsverk knyttet til elektriske anlegg for jernbane er lagt til to ulike tilsynsmyndigheter i Norge; DSB og SJT. DSB og Statens jernbanetilsyn har ingen formalisert avtale knyttet til hvordan tilsyn med strømforsyningsanleggene skal utføres.

1.14.4 TIDLIGERE RAPPORTER FRA HAVARIKOMMISJONEN KNYTTET TIL TEMAET

Havarikommisjonen påpekte i Bane rapport 2021/03¹² utgitt 18. mars 2021 utfordringer knyttet til overlappende regelverk og forvaltning av dette:

Er det utfordringer knyttet til de ulike regelverkene og deres forvaltning? Regelverket som en infrastrukturforvalter skal legge til grunn når det tilbys tjenester i form av kraftforsyning reguleres som vist i kapittel 2.8 av flere lover og forskrifter. Disse bestemmelsene er igjen forvaltet på ulike nivåer og av ulike myndigheter.

Etter Havarikommisjonens vurdering er lovverket til dels overlappende hvor like krav fremkommer i flere forskrifter. Videre er tilsynsmyndigheten delt mellom Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, Arbeidstilsynet og Statens jernbanetilsyn.

Havarikommisjonen har i denne sikkerhetsundersøkelsen ikke avdekket at uklarheter i myndighet eller regelverk direkte har bidratt til ulykkene. Kravene til anleggseiere var, slik Havarikommisjonen vurderer det, identifisert, men spørsmålet er om tiltakene og systemene som var etablert var gode nok til å bringe sikkerhetsutfordringene ved arbeid i anleggene under tilstrekkelig kontroll.

Grensesnittutfordringer mellom myndigheter, ulike tillatelsesprosesser og tilsyn kan føre til at elementer ikke følges opp tilstrekkelig om ikke dette er identifisert og avklart mellom myndighetene.

Eksempelvis er krav til opplæring dels funksjonelle og dels konkrete i de ulike forskriftene. I slike tilfeller er det viktig at det ikke foreligger uklarhet i hvilken myndighet som har oppfølgingsansvaret for det fysiske anlegget eller sikkerhetsstyringssystemet, eventuelt hvilken del av dette, eller om en av myndighetene har et helhetsansvar.

Havarikommisjonen mener at en avklart håndtering av slike grensesnitt i myndighet vil kunne gi anleggseiere større forutsigbarhet og også sikre at oppfølgingen gjennomføres på en slik måte at ingen deler av anlegg eller styringssystem faller utenom etablert tilsynsvirksomhet.

SJT viser til brev fra Justis- og beredskapsdepartementet (JD) til Samferdselsdepartementet datert 14.03.2022 vedr. oppfølging av sikkerhetstilrådinger fra Statens havarikommisjon.

Statens havarikommisjon fremmer fire sikkerhetstilrådinger i temarapporten som knytter seg til prosessen for planlegging av arbeider og sikkerhetstiltak, håndtering av innmeldte avvik, kartlegging av kompetansebehov og oppdatering av dokumentasjon av anleggene. Alle disse områdene omfattes av regelverket DSB fører tilsyn med. Forholdene som er påpekt i temaundersøkelsen vil bli fulgt opp under DSBs tilsyn med Bane Nor.

For øvrig har DSB informert om at Elsikkerhetsseksjonen i DSB (ELS) i februar 2022 hadde et møte med Statens jernbanetilsyn (SJT) for å gjennomgå grenseganger i de respektive regelverkene. DSB har videre opplyst at det skal etableres en samarbeidsavtale mellom SJT og DSB, og at DSB har stilt med observatører under SJTs pågående revisjon av Bane Nor.

¹² [Havarikommisjonens rapport 2021/03](#) kapittel 3.2

2. Analyse

2.1 Hendelsesforløp.....	39
2.2 Feil ved vern på Skoppum.....	40
2.3 Feil innstilling av reserveoverstrømsvern	40
2.4 Utkobling av vern i sonegrensebryteren var ikke risikovurdert.....	40
2.5 Operatørsystemet for elkraft gir begrenset informasjon for beslutningsstøtte	41
2.6 Mangelfullt oppdatert reléplan	41
2.7 Kompleks organisering i Bane NOR	42
2.8 Tilsynsmyndigheter med uavklarte grensesnitt.....	42

2. Analyse

2.1 Hendelsesforløp

Tirsdag 27. juli 2021 kl. 1132 oppstod en kortslutning i kontaktledningsanlegget på Sandefjord stasjon. Kortslutningen oppstod som følge av at en fugl skapte forbindelse mellom jord og forbigangsledningen for stasjonen. Kontaktledningsanlegget har tekniske barrierer i form av vern som skal forhindre at denne typen kortslutningsstrøm vedvarer. På Sandefjord stasjon fungerte ikke vernene slik de skulle. Dermed ble kortslutningen stående helt til Bane NORs elkraftsentral oppdaget at det var noe galt i anlegget. Spenningen ble derfor stående innkoblet i 9 minutter og 40 sekunder etter at kortslutningen oppsto. Dette medførte store brann- og røykskader på deler av jernbaneinfrastrukturen mellom Sandefjord og Lauve på Vestfoldbanen.

Tilførsel av strøm til kontaktledningsanlegget på Sandefjord stasjon kommer fra omformerstasjoner på Skoppum og Solum, plassert henholdsvis øst og vest for stasjonen. På Skoppum fungerte hverken hovedvernet eller reservevernet, og spenningen forble derfor innkoblet fra øst. Den automatiske overvåkingen av sonegrensebryteren på Råstad hadde vært koblet ut i en lengre periode og fungerte heller ikke. Vernfunksjonen på Råstad var dermed deaktivert, og kun ut-inn manøver fra elkraftsentralen fungerte. Tre uavhengige vern som i utgangspunktet skulle kunne detektert og håndtert kortslutningen var enten defekte, for høyt innstilt, eller slått av. Dette er nærmere omtalt i kapittel 2.2, 2.3 og 2.4.

Systemene for elkraftoperatørene gir begrenset informasjon vedrørende strømførsløp over tid, og det vises kun aktuelle tallverdier. Da ulykken oppsto hadde elkraftoperatøren først fokus på alarmer og bryterfall på Solum, ettersom det kun var alarm fra vernet der. Dette kom i tillegg til andre hendelser operatøren håndterte, og det tok derfor en stund før det ble oppdaget unormale strømverdier på Skoppum. Systemet som brukes til styring og kontroll av den elektriske forsyningen til tog gir, etter Havarikommisjonens syn, ikke alltid den informasjonen elkraftoperatører trenger for raskt å kunne avdekke en kortslutning eller feil i anlegget. Dette er nærmere omtalt i kapittel 2.5.

Det at vern har vært defekt, ute av drift eller har vært feil innstilt har ikke inntruffet samtidig, og disse forholdene har kommet til over tid. Det fremstår for Havarikommisjonen som om Bane NOR mangler nødvendig oversikt og kontroll over tilstanden til kraftforsyningsinfrastrukturen. Nødvendig dokumentasjon foreligger ikke alltid, inneholder feil eller er utdatert. Det er også i lengre tid internt i Bane NOR påpekt manglende kapasitet knyttet til personell med kompetanse på vern.

Etter tidligere uønskede hendelser med kontaktledningsanlegget og forsyningsinfrastrukturen har fokuset ligget på feilretting og ikke årsaksanalyse og læring. Det har forekommet flere lignende hendelser hvor vern har sviktet, og muligheten til å lære av disse og innføre effektive tiltak som kunne hindret brannen på Sandefjord ble ikke brukt. Dette er nærmere omtalt i kapittel 2.7 og 1.12.3.

Det er Bane NOR som har ansvaret for sikker drift av strømforsyningsanleggene. Samtidig er Bane NOR og strømforsyningsanleggene underlagt myndighetsprosesser for tillatelser og tilsyn. Det blir ført tilsyn med etterlevelse av regelverk av både DSB og SJT. Havarikommisjonen mener grensesnittet mellom de ulike tilsynsmyndighetene ikke har vært tilstrekkelig avklart, med følgene at det ikke føres effektivt tilsyn med deler av regelverket for strømforsyningsanlegget til Bane NOR. Dette er videre omtalt i kapittel 2.8.

2.2 Feil ved vern på Skoppum

I denne ulykken fungerte ikke de vernene som var installert i anlegget for å hindre nettopp denne typen påregnelige konsekvenser om ikke spenningen fjernes fra et kortsluttet anlegg.

Automatiske vern overvåker kontaktledningen for kortslutningsstrømmer, og skal sikre at brytere kobler ut strømmen dersom det oppstår en kortslutning i anlegget. Forbigående kortslutninger er ikke uvanlige. Dersom vernet detekterer en kortslutning (f.eks. en fugl) vil spenningen kobles ut med effektbrytere, og etter kort tid vil spenningen forsøksvis bli koblet inn igjen. Normalt vil da fuglen ha falt ned, og kortslutningen vil være borte slik at kontaktledningsanlegget igjen fungerer som det skal.

Vernet på Skoppum hadde en selvovervåkningsfunksjon som skulle avgitt et internfeilsignal dersom vernet ikke fungerte som det skulle. Etter brannen på Sandefjord ble vernet kontrollert og Bane NOR oppdaget at internfeilsignalet var montert feil. Feilen medførte at signalet ble invertert, og ga feilmelding når alt var i orden i stedet for når det var feil. Denne feilmeldingen medførte ikke alarm hos elkraftsentralen, men havnet på en hendelsesliste med beskrivelsen «Distansev. Z1/Z2 Feil». Denne feilmeldingen kunne kvitteres ut selv om den ikke var utbedret, og meldingen forsvant deretter fra hendelseslisten. I praksis var vernet defekt og fungerte ikke. Det er ukjent hvor lenge denne feiltilstanden hadde vedvart.

Havarikommisjonen mener dette vitner om svakheter i kontrollsystemet Bane NOR har ved montering og periodisk kontroll av vern. Dersom vernet hadde blitt testet tilstrekkelig ved montering ville man ha avdekket at internfeilsignalet var invertert. Hver andre uke var det gjennomført befaringer på stasjonen hvor releet var plassert, uten at dette ble oppdaget eller at noen forsto alvorligheten av denne feilmeldingen (rød lysdiode på vernet).

2.3 Feil innstilling av reserveoverstrømsvern

Et reservevern utgjør en ekstra barriere dersom hovedvernet ikke fungerer, og det er anbefalt å bruke en annen type vern for å unngå samme feil på begge vern. Reservevernet var et overstrømsvern som skulle kunne detektere og koble ut ved kortslutninger. I dette tilfellet var reserveoverstrømsvernet innstilt uforholdsmessig høyt. Som vist i figur 19 var kun kortslutninger i de første 40 prosent av matestrekningen garantert å bli oppdaget. Dette innebærer at 10 prosent av strekningen ikke var dekket av reservevernet.

Den delen av strekningen som ikke var dekket av reserveoverstrømsvernet skulle være dekket av en sonegrensebryter, men dette vernet var koblet ut. Se kapittel 2.4.

2.4 Utkobling av vern i sonegrensebryteren var ikke risikovurdert

Før 2019 ble sonegrensebryteren ved Råstad utkoblet fordi stadige utfall påvirket togtrafikken. Dette ble gjort uten at konsekvensene dette fikk for anlegget ble risikovurdert eller håndtert videre. Denne utkoblingen ble heller ikke meldt til Bane NOR Energi og dermed ble den farlige tilstanden heller ikke fanget opp av andre deler av organisasjonen. 1. juli 2021 ble bryteren kontrollert, noen feil ble rettet, mens andre krevde mer arbeid. Det ble av Drammen elkraftsentral besluttet at automatikken skulle forbli avslått. Heller ikke denne gangen ble dette problematisert, og det utløste ikke ytterligere undersøkelser, varslinger eller vurdering av verndekningen i området.

2.5 Operatørsystemet for elkraft gir begrenset informasjon for beslutningsstøtte

Ved denne og andre undersøkelser har det blitt pekt på at arbeidsverktøyet elkraftoperatørene bruker gir begrenset informasjon og støtte ved feilsituasjoner.

Havarikommisjonen oppfatter at det er ulike syn i Bane NOR når det gjelder egnetheten til disse systemene. Havarikommisjonen har både mottatt informasjon om at systemene er vanskelige å navigere i, men også at de fungerer utmerket til sitt bruk.

Det er vanskelig for Havarikommisjonen å vurdere systemets egnethet, men inntrykket er at systemet ikke alltid presenterer informasjon på en slik måte at det er enkelt for elkraftoperatøren å fatte veloverveide beslutninger. Når heller ikke de skjematisk skissene er like, eller orientert på samme måte som på togleders sporplan, kan det oppstå feil eller misforståelser.

Havarikommisjonen har gjennom undersøkelsen identifisert områder hvor det kan være rom for endringer for å gi elkraftoperatørene bedre beslutningsstøtte:

- I punkt c i Bane NORs bestemmelser om periodisk kontroll av vern (kap. 1.10.4.6), heter det at det bør føres statistikk over vernutløsninger, samt situasjoner der en mistenker at vern ikke har gitt en normal utkobling. Dette punktet sier ikke noe om hensikten med statistikken eller kritikalitet rundt kontroll og testing ved mistanke om feil.
- Det er vanskelig for elkraftoperatørene å se strømforløp over tid, og forløpet vises med tallverdier. Det er mulig å hente fram grafer for en mer visuell presentasjon, men dette krever en del arbeid for operatøren. I denne ulykken oppdaget elkraftoperatøren sent at strømforbruket var høyt, og det medførte sen manuell utkobling av strømtilførselen.
- Systemet har ingen muligheter for å merke alarmer eller svikt i vern som «kritisk».
- Systemet presenterer et stort antall alarmer, men disse er ikke sortert etter kritikalitet eller prioritet. I dette tilfellet bidro dette til at det var krevende for elkraftoperatøren å identifisere feilen.
- Havarikommisjonen er kjent med at det i 2015 ble utarbeidet en «alarmfilosofi» i Bane NOR, men denne synes ikke å være implementert i organisasjonen.
- Det har i 2003 og 2020 vært foreslått datasystemer som kan analysere hendelseslogger og vernenes funksjoner. I 2020 er et slikt system foreslått som tiltak etter en hendelse på Ski stasjon. Havarikommisjonen har ikke funnet at det er foretatt beslutninger knyttet til disse forslagene.
- Elkraftsentralene har ingen manualer eller sjekklister tilgjengelige for elkraftoperatørene til bistand i feilsøking eller -håndtering. Elkraftoperatørene har stor frihet til å vurdere situasjonen ut fra egen erfaring og lokale forhold.

2.6 Mangelfullt oppdatert reléplan

Bane NORs kontroll av reléplanen etter ulykken viste at reserveoverstrømsvernet var for høyt innstilt, og kun ville dekke kortslutninger i de første 40 prosent av strekningen som ble matet.

Det var planlagt å revidere planen, men dette var utsatt som følge av ressursmangel. Det er imidlertid usikkert om vernet ville blitt justert betydelig, som følge av den praksisen man hadde på tidspunktet.

Havarikommisjonen mener at oppdaterte og kvalitetssikrede reléplaner er nødvendig for at Bane NOR skal ha oversikt over at strømforsyningsanleggene er utrustet med tilstrekkelige vern.

Ressursmangel og komplisert organisering vanskeliggjør muligheten for å sikre korrekt kompetanse og kapasitet for sikker og effektiv drift. Havarikommisjonen kan ikke se at ressursbehov er kartlagt og beskrevet. Havarikommisjonen fremmer derfor en tilråding om at Bane NOR bør gjennomgå og kartlegge organiseringen, kapasitets- og kompetansebehov for å sikre at leveransene skjer på en måte som reduserer faren for feil og ulykker.

2.7 Kompleks organisering i Bane NOR

Havarikommisjonen mener Bane NORs organisering av ansvaret for strømforsyningen er komplisert, og muliggjør at det oppstår flere grensesnitt knyttet til ansvar for planlegging, utvikling og drift. Det er også Havarikommisjonens oppfatning at det kan oppstå målkonflikter når fagansvar og arbeidsgiveransvar er fordelt på ulike avdelinger.

Videre er det Havarikommisjonens oppfatning at det både kan, og har, oppstått utfordringer relatert til forventninger om kompetansenivå og opplæring når fagansvar og arbeidsgiveransvar er delt slik den er i dagens situasjon. Bane NOR Energi har ansvaret for kompetansenivået, men mye av opplæringen skal gjennomføres i Bane NOR Trafikk.

Havarikommisjonen setter også spørsmålsteget ved om elkraftoperatørenes arbeidsoppgaver og oppfølging er tilstrekkelig kartlagt og gitt nødvendig oppmerksomhet. I tillegg til å overvåke strømforsyningen skal elkraftoperatørene også kontrollere og godkjenne foreslåtte koblinger. Når det oppstår beredskapssituasjoner er det elkraftoperatørene som må legge øvrig arbeid til side for å feilsøke og følge opp hendelser. Slik Havarikommisjonen forstår det har elkraftoperatørene lite eller ingen støtte når det skal feilsøkes. Det er forventet at dette skal skje med bakgrunn i kunnskap og opplæring som ble gitt da vedkommende ble godkjent som elkraftoperatør. Det foreligger ingen sjekklister eller tiltaksplaner/aksjonskort som elkraftoperatørene kan støtte seg til.

Etter ulykken i Sandefjord ble det avdekket at elkraftoperatørene hadde foretatt utkobling av et sonegrensevern, uten å ha full oversikt over hvilke konsekvenser dette hadde for anlegget. I praksis ble en stor del av det aktuelle området uten effektivt vern mot kortslutningsstrømmer.

Havarikommisjonen mener uklare ansvarsforhold for kompetanse, ressurser, opplæring og oppfølging i de ulike rollene i energiforsyningen bidro til ulykken.

I forbindelse med Havarikommisjonens undersøkelse har Bane NOR beskrevet at de også ser utfordringer med samordning av de ulike delene av organisasjonen. I tillegg har det også vært krevende å rekruttere kvalifisert personell til flere roller i organisasjonen. Det var igangsatt et arbeide med å etablere et nytt opplæringsprogram, og deler av dette programmet var planlagt gjennomført også for allerede tilsatt personell.

Havarikommisjonen fremmer som nevnt i kapittel 2.6 en tilråding rettet mot organisering av strømforsyningsorganisasjonen.

2.8 Tilsynsmyndigheter med uavklarte grensesnitt

Lovverket som regulerer strømforsyning til jernbanens nett er relativt omfattende og er gitt av ulike myndigheter. De samme praktiske forholdene er til dels regulert i flere lover og forskrifter. Mens forskrifter for regulering av strømforsyningen til jernbanens nett har vært statisk over tid, har det i de senere årene kommet flere regler fra europeisk nivå for å sikre samtrafikk i EUs jernbanenett. Disse bestemmelsene implementeres gjennom EØS-avtalen i forskrifter.

Både DSB og SJT forvalter regelverk som omhandler strømforsyning til bane. Det er etter Havarikommisjonens vurdering svært viktig at tilsynsansvaret er klarlagt slik at oppfølgingen av infrastrukturforvaltere blir fulgt opp og er effektiv. Havarikommisjonen påpekte utfordringer knyttet

til tilsyn i rapport [Bane 2021/03](#). Havarikommisjonen mener tilsynsvirksomheten i dag ikke fungerer hensiktsmessig. Det foreligger ingen formalisert avtale mellom SJT og DSB for håndtering av grensesnittene. Det er ikke brakt på plass midlertidige løsninger eller avklaringer etter at problemstillingen ble påpekt i rapporten, da SJT ikke har sett behov for dette. SJT har overfor Havarikommisjonen påpekt at Justis- og beredskapsdepartementet overfor Samferdselsdepartementet, i et brev av 14. mars 2022, om oppfølging av sikkerhetstilrådingene gitt i rapport Bane 2021/03, ga ansvaret for disse oppfølgingene til DSB. Den undersøkelsen omhandlet konkrete ulykker i strømforsyningsanlegget, og ikke overordnet sikkerhetsstyring og oppfølging. Etter Havarikommisjonens vurdering er ikke denne avklaringen om oppfølging av de sikkerhetstilrådingene som ble avgitt i rapporten tilstrekkelig for å fastslå hvilken myndighet som har tilsynsansvar for alle bestemmelser knyttet til slike strømforsyningsanlegg. Jernbanelovens § 11 gir SJT det overordnede tilsynsansvaret for jernbanesektoren. Statens jernbanetilsyn har vurdert strømforsyning til å ligge utenfor sitt ansvarsområde når det gjelder tilsyn, da dette omfattes av andre myndigheters regelverk.

For å sikre trygge strømforsyningsanlegg foreligger det krav og bestemmelser, både på svært detaljert teknisk nivå og på mer overordnet nivå, relatert til for eksempel sikkerhetsstyring. Havarikommisjonens undersøkelse har vist at forskjellene mellom de to tilsynsmyndighetene med hensyn til regelverk, tilsynspraksis, tilsynsressurser og risikovurderinger, kan ha bidratt til at det ikke har vært utøvd tilstrekkelig tilsyn med tilsynsobjektene. Et godt tilsyn krever kompetanse og oversikt over fagfeltet. Dette innebærer kunnskap om norsk og europeisk regelverk og kapasitet til å overvåke utviklingen. Det krever også kunnskap og oversikt over strømforsyningsanleggene og deres drift. Det er i Norge flere infrastrukturforvaltere med elektrisk drift, herunder høy- og lavspent og også vekselstrøm og likestrøm med ulike former for strømoptak fra kjøretøyene. En viktig del vil være å ha oversikt over tilløp, tilstand og ulykker som kan påvirke sikkerheten eller bidra til læring og forbedring. I denne undersøkelsen forsøkte Havarikommisjonen å følge registrerte hendelser i forkant av kortslutningen 27. juli 2021 og hvordan disse var fulgt opp av myndighetene. Havarikommisjonen kunne ikke se at disse registreringene var systematisert eller fulgt opp av noen tilsynsmyndighet.

Tilsynsobjektet strømforsyning til baneinfrastruktur i Norge er omfattende og komplekst. Havarikommisjonens inntrykk er at DSBs ressurser er for få for en effektiv tilsynsvirksomhet. Dette mener Havarikommisjonen også gjenspeiles av det ulike antallet tilsyn som presenteres hos henholdsvis SJT og DSB. SJT har eksempelvis bare hos Bane NOR gjennomført 61 ulike tilsyn i perioden 2016–2021, mens DSB i samme tidsrom har utført fem tilsyn.

Det er eier av et strømforsyningsanlegg som har ansvaret for sikkerheten i sitt anlegg og i sin drift. Samtidig er tilsyn et viktig verktøy for samfunnet til å sikre at slike anlegg driftes etter samfunnets forventninger. Havarikommisjonen har ikke grunnlag for å hevde at kortslutningen og ulykken i Sandefjord hadde vært unngått om tilsynsoppfølgingen hadde vært mer effektiv, men på den annen side har man ikke brukt informasjonen som var tilgjengelig til å gjennomføre tilsyn som kunne medført bedre sikkerhet i forkant av ulykken. Problemstillingen var påpekt av Havarikommisjonen i 2021, men slik Havarikommisjonen oppfatter det har det ikke blitt gjort nødvendige avklaringer i etterkant av denne undersøkelsen. Havarikommisjonen fremmer derfor sikkerhetstilrådingen om at ansvaret for tilsyn knyttet til strømforsyning til jernbanerelatert infrastruktur avklares.

3. Konklusjon

3.1 Årsaker og medvirkende faktorer	45
3.2 Gjennomførte tiltak etter ulykken.....	45

3. Konklusjon

3.1 Årsaker og medvirkende faktorer

Tirsdag 27. juli 2021 kl. 1132 oppstod en kortslutning i kontaktledningsanlegget på Sandefjord stasjon. Kortslutningen oppstod fordi en fugl kom mellom jord og forbigangsledningen. Det er ikke uvanlig at fugler kortslutter kontaktledningsanlegget, og automatiske vern skal koble ut spenningen dersom dette skjer. Flere av vernene som skulle bryte strømmen var imidlertid enten defekte, tatt ut av drift eller innstilt med for høye verdier. Dette resulterte i at kortslutningstrømmen stod på i 9 minutter og 40 sekunder inntil den ble manuelt brutt av en av Bane NOR SFs elkraftoperatører. Kortslutningen førte til store brann- og røykskader på deler av jernbaneinfrastrukturen mellom Sandefjord og Lauve på Vestfoldbanen.

Havarikommisjonens undersøkelse viser medvirkende faktorer til at brannen kunne oppstå:

- Hovedvernet som skulle hindre at kortslutningsstrøm vedvarte fungerte ikke.
- Reservevern var innstilt til å bryte ved en høyere strøm enn kortslutningen faktisk førte til.
- Automatikken til sonegrensebryteren på Råstad var koblet ut, og dermed tillot den mating av strøm mot kortslutningen
- Systemet elkraftoperatørene bruker til å styre og kontrollere strømforsyningen gir begrenset informasjon om strømforløp og hendelser. Det gikk derfor nesten 10 minutter før elkraftoperatøren oppdaget feilen og koblet ut strømmen manuelt.
- Elkraftsentralen hadde koblet ut sonegrensebryteren, men var ikke klar over hvilken funksjon den hadde i samspill med reservevernet.
- Utkoblingen av automatikken til sonegrensebryteren på Råstad ble ikke risikovurdert eller fanget opp som en kritisk avgjørelse.
- Reléplanen var ikke dekkende.
- Bane NORs strømforsyningsorganisasjon var kompleks med flere grensesnitt.
- Foreslåtte tiltak etter lignende hendelser var ikke gjennomført.

Som en del av denne undersøkelsen, samt Havarikommisjonens tidligere rapport Bane 2021/03, har det framkommet at det er behov for ytterligere klargjøring av grensesnitt mellom myndigheter som forvalter regelverk knyttet til strømforsyning. For å sikre trygge strømforsyningsanlegg foreligger det krav og bestemmelser både på svært detaljert teknisk nivå og på mer overordnet nivå relatert til for eksempel sikkerhetsstyring. Havarikommisjonens undersøkelse har vist at forskjellene mellom de to tilsynsmyndighetene med hensyn til regelverk, tilsynspraksis, tilsynsressurser og risikovurderinger, kan ha bidratt til at det ikke har vært utøvd tilstrekkelig tilsyn med tilsynsobjektene.

3.2 Gjennomførte tiltak etter ulykken

Bane NOR byttet ut defekte vern dagen etter ulykken. I perioden august–september 2021 ble reservernes grenseverdier justert ned. Reléplanen ble først gjennomgått i august 2021, og oppdatert i mars 2022 i forbindelse med nye vern. Øvrige tilsvarende vern i infrastrukturen ble kontrollert i november 2021. Sonegrensebrytere ble tilsvarende kontrollert i februar 2022. Gjennomgang av reléplaner er utført, og ledelsen i Bane NOR SF har besluttet strengere regelverk for bruk av vern.

Bane NOR SF har gjennomgått sin vernfilosofi og utarbeidet rapporten «Vurdering av vernbarrierer ved kortslutning», EH-025417, utstedt 30.06.22. Teknisk regelverk er justert i henhold til rapportens anbefalinger. I tillegg er det besluttet å oppgradere reservevern i nærmere bestemt rekkefølge for hele strømforsyningsanlegget i jernbanenettet. Det er også utarbeidet forslag til endring av operative rutiner, både i en overgangsfase mens nye vern monteres, og for situasjonen der Bane NOR SF har etablert verndekning med to uavhengige vern.

Det har blitt gjennomført opplæringsaktiviteter med fokus på viktigheten av komponentene i kraftforsyningsanlegget.

Trafikken ble gjenopptatt 27. september 2021, men med begrenset kapasitet. Sandefjord stasjon var midlertidig nedlagt og erstattet med en blokkpost. Stasjonen ble gjenopprettet 11. desember 2022.

4. Sikkerhetstilrådingar

4. Sikkerhetstilrådinger

Statens havarikommisjon fremmer tre sikkerhetstilrådinger. Undersøkelserapporten oversendes Samferdselsdepartementet, som treffer nødvendige tiltak for å sikre at det tas behørig hensyn til sikkerhetstilrådingene Jf. forskrift 31. mars 2006 nr. 378 om offentlige undersøkelser av jernbaneulykker og alvorlige jernbanehendelser m.m. (jernbaneundersøkelserforskriften) § 16

Sikkerhetstilråding Bane nr. 2023/02T

Tirsdag 27. juli 2021 oppsto det kortslutning i kontaktledningsanlegget ved Sandefjord stasjon. Dette gav en forbindelse mellom høyspent- og lavspentanlegget, som førte til store brannskader i anleggene og stans i togtrafikken i lang tid. Utforming, drift og vedlikehold av strømforsyningsanlegg reguleres gjennom en rekke lover og forskrifter som ligger til to ulike tilsynsmyndigheter. Det er behov for å avklare grensesnittet mellom Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap og Statens jernbanetilsyn på dette området.

Statens havarikommisjon tilrår at Samferdselsdepartementet avklarer hvordan tilsyn av strømforsyningsanlegg i baneinfrastruktur skal ivaretas, når regelverket er delt mellom to myndigheter.

Sikkerhetstilråding Bane nr. 2023/03T

Tirsdag 27. juli 2021 oppsto det kortslutning i kontaktledningsanlegget ved Sandefjord stasjon. Dette gav en forbindelse mellom høyspent- og lavspentanlegget, som førte til store brannskader i anleggene og stans i togtrafikken i lang tid. Utforming, drift og vedlikehold av strømforsyningsanlegg reguleres gjennom en rekke lover og forskrifter som ligger til to ulike tilsynsmyndigheter. Det er behov for å avklare grensesnittet mellom Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap og Statens jernbanetilsyn på dette området.

Statens havarikommisjon tilrår at Justis- og beredskapsdepartementet avklarer hvordan tilsyn av strømforsyningsanlegg i baneinfrastruktur skal ivaretas, når regelverket er delt mellom to myndigheter.

Sikkerhetstilråding Bane nr. 2023/04T

Tirsdag 27. juli 2021 oppsto det kortslutning i kontaktledningsanlegget til Sandefjord stasjon. Dette gav en forbindelse til lavspentanlegg med store brannskader skader og langvarig trafikkstans som konsekvens. Årsaken var knyttet til at vern i anlegget av ulike grunner ikke fungerte som forutsatt. Bane NOR SFs organisering av planlegging, utvikling og drift av strømforsyningsanlegget er komplisert med flere grensesnitt knyttet til ansvar og personell.

Statens havarikommisjon tilrår Bane NOR SF å vurdere om organiseringen kan endres for å redusere faren for uønskede hendelser.

Statens havarikommisjon
Lillestrøm, 24. mai 2023

Vedlegg

Vedlegg A Conclusion

At 11.32 on Tuesday 27 July 2021, a short circuit occurred in the overhead contact line system at Sandefjord station. The short-circuit occurred because of a bird between the bridging feeder and earth in the system. It is not unusual for birds to short-circuit the overhead contact line system, and automatic protective devices are supposed to disconnect the power supply if this happens. However, several of these devices were either defective, taken out of operation or set at too high values. Consequently, the short-circuit current was allowed to flow for 9 minutes and 40 seconds before the power supply was manually disconnected by one of Bane NOR SF's electrical power operators. The short-circuit caused extensive fire and smoke damage to parts of the railway infrastructure between Sandefjord and Lauve on the Vestfoldbanen Line.

The NSIA's investigation found the following factors to have contributed to the fire:

- The main protection intended to prevent short-circuit current from continuing to flow over time did not work.
- The backup protection was set to break current at a higher level than the short-circuit actually created.
- The automatic control of the zone limit switch at Råstad was disabled, which allowed power to be supplied to the short-circuit.
- The system used by the electrical power operators to manage and control the power supply provides limited information about the flow of current and incidents. Consequently, nearly 10 minutes passed before the electrical power operator detected the fault and manually disconnected the power supply.
- The power supply control centre had disconnected the zone limit switch without realising its function in interaction with the backup protection.
- The disabling of the automatic control of the zone limit switch at Råstad was not subject to a risk assessment or identified as a critical decision.
- The relay plan was not adequate.
- Bane NOR had a complex power supply organisation with multiple interfaces.
- Measures proposed following similar incidents in the past had not been implemented.

This investigation, as well as the NSIA's previous report Rail 2021/03, have found that further clarification is needed of the interfaces between the official bodies involved in supervisory activities under the regulatory framework that applies to power supply systems. In order to keep power supply systems safe and secure, they are subject to requirements and provisions both at a very detailed technical level and at a more general level as regards, e.g., safety management. The NSIA's investigation has shown that the differences between the two supervisory bodies in terms of regulatory framework, supervisory practices, resources available for supervisory activities and risk assessments, may have contributed to insufficient supervision of the objects they were charged with supervising.

Measures taken after the accident

Bane NOR SF replaced the defective protective devices the day after the accident. The backup devices' limit values were adjusted down during the period August–September 2021. The relay plan was not reviewed until August 2021, and it was updated in March 2022 in connection with new protective devices. Other similar devices in the infrastructure were checked in November 2021. A similar check of zone limit switches was carried out in February 2022. Relay plans have been

reviewed, and Bane NOR SF management has decided to implement stricter regulations on the use of protective devices.

Bane NOR SF has reviewed its protection philosophy and prepared a report entitled *Vurdering av vernbarrierer ved kortslutning* ('Assessment of protective barriers in relation to short-circuits' – in Norwegian only), EH-025417, issued on 30 June 2022. The technical regulations have been adjusted in accordance with the recommendations made in the report. It has also been decided that the backup protection will be upgraded in a set order in the entire railway network's power supply system. Proposals for altered operational procedures have also been drawn up, both for the transition phase while new protective devices are installed, and for the situation when Bane NOR has established protection with two independent devices.

Training activities focusing on the importance of the components in the power supply system have been carried out.

Traffic was resumed on 27 September 2021, at limited capacity. Sandefjord station was closed down temporarily and replaced with a block signal. Sandefjord station was reopened on 11 December 2022.

Vedlegg B Safety recommendations

The Norwegian Safety Investigation Authority proposes the following safety recommendations. The investigation report is submitted to the Ministry of Transport, which takes necessary action to ensure that due consideration is given to the safety recommendations, cf. the Regulation of 31 March 2006 No 378 relating to official investigations into railway accidents and serious railway incidents etc. (the Railway Investigation Regulation) Section 16.

Safety recommendation Rail no 2023/02T

On Tuesday 27 July 2021, a short circuit occurred in the overhead contact line system at Sandefjord station. This created a connection between the high-voltage and low-voltage systems that caused extensive fire damage to the systems and disrupted train traffic for a long time. The design, operation and maintenance of power supply systems are regulated by a number of laws and regulations that fall within two different supervisory bodies' areas of responsibility. The interface between the Directorate for Civil Protection and Emergency Planning and the Norwegian Railway Authority needs clarification.

The Norwegian Safety Investigation Authority recommends that the Ministry of Transport clarify how supervision of power supply systems in railway infrastructure is to be attended to when responsibility for the regulatory framework is shared between two official bodies.

Safety recommendation Rail no 2023/03T

On Tuesday 27 July 2021, a short circuit occurred in the overhead contact line system at Sandefjord station. This created a connection between the high-voltage and low-voltage systems that caused extensive fire damage to the systems and disrupted train traffic for a long time. The design, operation and maintenance of power supply systems are regulated by a number of laws and regulations that fall within two different supervisory bodies' areas of responsibility. The interface between the Directorate for Civil Protection and Emergency Planning and the Norwegian Railway Authority needs clarification.

The Norwegian Safety Investigation Authority recommends that the Ministry of Justice and Public Security clarify how supervision of power supply systems in railway infrastructure is to be attended to when responsibility for the regulatory framework is shared between two official bodies.

Safety recommendation Rail no 2023/04T

On Tuesday 27 July 2021, a short circuit occurred in the overhead contact line system at Sandefjord station. This created a connection with the low-voltage system that caused extensive fire damage and disrupted train traffic for a long time. The cause was related to the fact that, for various reasons, protective devices in the system did not work as intended. Bane NOR's organisation of the planning, development and operation of the power supply system is complex, with multiple interfaces related to responsibilities and personnel.

The Norwegian Safety Investigation Authority recommends that Bane NOR SF consider whether the organisation can be changed to reduce the risk of undesirable incidents.