



---

DET NORSKE VERITAS

---

Rapport  
Risikoaalyse av Jernbaneverkets system  
for nødfrakobling

Jernbaneverket

Rapportnr.2011 – 1151  
/DNV Referansenr.: / 13PSNZM-1  
Rev. , 2011-10-19



Risikoanalyse av Jernbaneverkets system for nødfrakobling	DET NORSKE VERITAS AS P.O.Box 300 1322 Høvik, Norway Tlf: +47 67 57 99 00 Faks: +47 67 57 99 11 http://www.dnv.com Org. nr.: NO 945 748 931 MVA
Oppdragsgiver: Jernbaneverket Postboks 4350 2308 HAMAR Norway	
Oppdragsgivers referanse: Frank Tormod Martinsen	

Dato for første utgivelse:	2011-10-19	Prosjektnr.:	PP023763
Rapportnr.:	2011 - 1151	Organisasjonsenhet:	Transportation Norway
Revisjon nr.:		Emnegruppe:	

Sammendrag:		
<p>Intervju med togledere, el-driftspersonell og kjørende personale viser at nødfrakoblingssystemet i dag ikke brukes for å unngå sammenstøt og andre trafikkstyringshendelser.</p> <p>ATC hindrer de fleste slike hendelser i dag og de som ikke tas av ATC vil man normalt bruke GSM-R nødstoppe eller prioritert oppkall for å stoppe toget eller gi toget nødvendig informasjon for å unngå hendelsen.</p> <p>En svakhet ved nødfrakoblingssystemet er at man ikke når dieseldrevet materiell og at selve frakoblingen er et uklart signal til lokomotivføreren. Tall vi har mottatt for et banesjefsdistrikt viser over 350 kontaktledningsfrakoblinger i et år innenfor banesjefens geografiske distrikt. Av disse var ingen reelle nødfrakoblinger. Når kontaktledningen blir spenningsløs er derfor ikke nødfrakobling det som er fremst i lokomotivførers sinn. Han vil ofte vente med å foreta hastighetsreduksjon for å se om det kommer en vellykket gjeninnkobling, og hvis den uteblir vil han forsøke å stoppe ved et sted som ligger best mulig til rette for et langvarig opphold, og hvor reisende kan hentes med buss. Som trafiksikkerhetsverktøy er derfor nødfrakoblingssystemets funksjon overtatt av andre sikkerhetsinstallasjoner som ATC og GSMR-nødstoppe.</p> <p>Det er mange el-sikkerhetsulykker ved Jernbaneverkets KL-anlegg og her synes det fornuftig å styrke sikkerheten. Det er dog mer uklart i hvilken grad dette kan styrkes gjennom eksisterende struktur og funksjonalitet på nødfrakoblingssløyfa. Dette er utdypet nærmere i kap 8.2.1.</p>		
Utarbeidet av:	<i>Navn og tittel</i> Terje Andersen, Principal Consultant Maren Fredbo, Consultant	<i>Signatur</i>
Verifisert av:	<i>Navn og tittel</i>	<i>Signatur</i>
Godkjent av:	<i>Navn og tittel</i> Christoffer Serck-Hanssen Avdelingsleder	<i>Signatur</i>

<input type="checkbox"/>	Ingen distribusjon uten tillatelse fra oppdragsgiver eller ansvarlig organisasjonsenhet, men fri distribusjon innen DNV etter 3 år	<b>Indekseringstermer</b>	
<input checked="" type="checkbox"/>	Ingen distribusjon uten tillatelse fra oppdragsgiver eller ansvarlig organisasjonsenhet	Nøkkelord	
<input type="checkbox"/>	Strengt konfidensiell	Service-område	
<input type="checkbox"/>	Fri distribusjon	Markeds-segment	

Revisjon nr. / Dato:	Årsak for utgivelse:	Utarbeidet av:	Godkjent av:	Verifisert av:

## Innholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>INNLEDNING .....</b>	<b>1</b>
1.1	Bakgrunn .....	1
1.2	Formål .....	1
1.3	Arbeid- og analysemetodikk .....	2
1.3.1	Informasjonskilder .....	2
1.3.2	Analysefasen .....	2
1.3.3	Møter og intervjuer .....	3
1.4	Akseptkriterier .....	3
1.5	Analysegruppens sammensetning .....	4
1.5.1	Styringsgruppa .....	4
1.5.2	Intervjugruppa .....	4
1.6	Terminologi .....	4
<b>2</b>	<b>SYSTEMBESKRIVELSE .....</b>	<b>6</b>
2.1	Nødfrakobling .....	6
2.1.1	Teknisk systembeskrivelse .....	6
2.1.2	Anvendelse .....	7
2.1.3	Situasjonen i andre land .....	8
2.2	Automatisk togkontroll (ATC) .....	8
2.2.1	DATC: Delvis utrustet ATC .....	9
2.2.2	FATC: fullstendig ATC-utrustning .....	10
2.2.3	ATC-kryssingsbarriere .....	10
2.3	ERTMS (Harmonisert europeisk signalsystem) .....	10
2.4	Jernbaneverkets togradiosystem – GSM-R .....	11
2.4.1	GSM-R nettet .....	12
2.4.2	Funksjonalitet i GSM-R systemet .....	12
2.4.3	RAMS-krav til GSM-R systemet .....	13
2.5	SIFA (Årvåkenhetskontroll) .....	14
<b>3</b>	<b>KRAV I TRAFIKKREGLER .....</b>	<b>15</b>
3.1	Togframføringsforskriften .....	15
3.2	Trafikkregler for Jernbaneverkets nett .....	16
<b>4</b>	<b>INTERVJU MED FAGPERSONER .....</b>	<b>18</b>
4.1	Ulike systemer for nødsituasjoner .....	18
4.2	Erfaring og bruk av nødfrakoblingssystemet og GSM-R nødalarmer .....	18



4.3	Rangering av viktigheten ved de ulike systemene .....	19
4.4	Fordeler og ulemper ved nødfrakobling.....	19
4.5	Synspunkter på å fjerne nødfrakoblingssystemet.....	21
<b>5</b>	<b>FORDELER OG ULEMPER VED DE ULIKE NØDSYSTEMER .....</b>	<b>22</b>
5.1	Nødfrakobling .....	22
5.1.1	Fordeler.....	22
5.1.2	Ulemper og svakheter .....	22
5.2	ATC/ERTMS .....	24
5.2.1	Fordeler.....	24
5.2.2	Ulemper og svakheter .....	25
5.3	GSM-R.....	25
5.3.1	Fordeler.....	25
5.3.2	Ulemper og svakheter .....	26
<b>6</b>	<b>SCENARIER OG RISIKOREDUKSJON AV NØDFRAKOBLING .....</b>	<b>27</b>
6.1	Risikoscenarier for bruk av nødfrakoblingssystemet .....	27
6.1.1	Sammenstøt på linjen fordi tog passerer signal i stopp .....	27
6.1.1.1	Fjernstyrt strekning .....	27
6.1.1.2	Manuelt styrt strekning .....	27
6.1.2	Sammenstøt på stasjon.....	27
6.1.3	Andre trafikkfarer .....	28
6.1.3.1	Sporet er ufarbart.....	28
6.1.3.2	Bevisstløs fører.....	28
6.1.4	El-sikkerhet.....	28
6.2	Driftserfaringer - Trafikksikkerhet og trafikkstyringshendelser .....	29
6.2.1	Pass-hendelser.....	29
6.2.2	Individuelt rapporterte hendelser.....	30
6.2.2.1	Hendelser hvor NFK er brukt.....	30
6.2.2.2	Kontrafaktiske hendelser hvor NFK kunne virket .....	30
6.2.2.3	Andre hendelser .....	31
6.3	Pålitelighet av nødfrakoblingssystemet.....	31
6.3.1	Teknisk pålitelighet .....	31
6.3.2	Funksjonell pålitelighet .....	31
6.4	EL-ulykkeshendelser .....	34
6.4.1	Personkontakt med spenningssatt kontaktledning .....	34
6.4.2	Kontaktledningsnedriving og automatisk gjeninnkobling.....	34
6.5	Vurdering mot akseptkriteriene.....	35
6.5.1	Trafikksikkerhet.....	35
6.5.2	El-sikkerhet.....	36



---

6.6	Usikkerhet ved analysen.....	36
<b>7</b>	<b>NYTTE/KOSTVURDERINGER AV NØDFRAKOBLINGSSYSTEMET .....</b>	<b>37</b>
<b>8</b>	<b>KONKLUSJONER OG ANBEFALINGER .....</b>	<b>39</b>
8.1	Dagens bruk.....	39
8.1.1	Trafikksikkerhet.....	39
8.1.2	El-sikkerhetsfrakoblinger .....	39
8.2	Anbefalinger.....	40
8.2.1	Framtidig status for nødfrakoblingsløyfa.....	40
8.2.2	Vurdere mulighet for lokal nødfrakobling.....	40
8.2.3	Forbedringer av GSM-R.....	40
8.2.4	Styrking av ATC.....	41
<b>9</b>	<b>REFERANSER .....</b>	<b>42</b>

Vedlegg 1	Oversikt over ulykker og nestenulykker fra 1971-2009
Vedlegg 2	Skisse av intervju spørsmål
Vedlegg 3	Rapporterte passhendelser 2003-2008
Vedlegg 4	Rapporterte passhendelser 2003-2008
Vedlegg 5	EL-ulykkeshendelser, 1998-2010

## 1 INNLEDNING

### 1.1 Bakgrunn

Nødfrakoblingssystemet i Jernbaneverket (JBV) er en sikkerhetsbarriere som ble innført i 1971-72, etter et ønske om mulighet for utkobling av kjørestrømmen for en angitt strekning /1/. Systemets hensikt er at togledere eller personer i nærheten av en elektrifisert banestrekning skal kunne fjerne spenningen i kontaktledningen til togene på den aktuelle strekningen dersom det oppdages farlige situasjoner.

Nødfrakobling (NFK) er tenkt å være en ekstra sikkerhetsbarriere mot sammenstøt tog mot tog og tog mot objekt for elektriske tog. NFK kan også kunne brukes dersom det oppstår andre farlige situasjoner, som for eksempel at en bil blir stående fast på planovergang, at personer klatrer opp på tog under spenningsatt kontaktledning eller at tog kjører fra stasjonen med mangler og burde stoppes. Nødfrakoblingen var i første instans ment som en siste utvei for å avverge en ulykke, når andre normale sikkerhetsrutiner har slått feil /2/.

Etter at nødfrakoblingssystemet ble etablert er det kommet flere andre sikkerhetssystemer som f.eks ATC og GSM-R. Disse har mye av den samme, eller bedre, funksjonalitet sett i forhold til nødfrakoblingssystemet og de fantes ikke da dette ble etablert. I tillegg er årvåkenhetskontrollen på førerplass i enmannsbetjente tog blitt bedre i ettertid.

### 1.2 Formål

Det Norske Veritas har fått i oppdrag av Jernbaneverket å evaluere nødfrakoblingssystemet som et sikkerhetssystem i dagens situasjon. Det innebærer å vurdere i hvor stor grad systemet har en sikkerhetsfunksjon i dag, eller om det funksjonelt er erstattet av andre systemer som ATC og GSM-R nødstop, og om nødfrakoblingssystemet dermed kan nedlegges i sin nåværende form.

Nødfrakobling av kontaktledningen for å gjøre denne spenningsløs er tiltenkt to ulike sikkerhetsfunksjoner:

- Å forhindre togs videre ferdsel ved å frata dem energitilførsel hvis det er en sammenstøt-fare med andre tog eller objekter på linjen.
- Å gjøre kontaktledningen spenningsløs for å forhindre strømgjennomgang og lysbuekontakt hvis personer er i fare for å berøre eller komme nær kontaktledningen.

I evalueringen skal det tas hensyn til alle dagens etablerte sikkerhetssystemer og dagens driftsregime med hensyn til bemanning ved stasjoner og ellers i infrastrukturen. Dagens bruk av ulike traksjonsenheter i togdriften må også tas hensyn til, som at det framføres en god del dieseldrevet materiell på elektrifiserte strekninger, spesielt i godstrafikken. En må også vurdere hvordan en øket hastighet på nye baner har effekt i forhold til nytten av nødfrakobling /2/.

JBV har nedsatt en styringsgruppe for å følge opp arbeidet med å evaluere nødfrakoblingssystemet og formålet med arbeidet til Det Norske Veritas er å gi denne gruppen et systematisert og oppsummert bakgrunnsmateriale for de beslutninger som skal fattes og eventuelle tiltak som skal gjennomføres.

## 1.3 Arbeid- og analysemetodikk

Arbeidet med risikoanalysen er gjennomført i henhold til Sikkerhåndbokens kapittel 8 /5/. Oppdraget har bestått i en informasjonsinnsamlingsfase og en etterfølgende fase med analyse av innsamlet materiale. Arbeidsmetodikken i oppdraget er diskutert med Jernbaneverket og det ble enighet om at det måtte gjøres intervjuer/høringer av fagpersoner innenfor Jernbaneverket. For å få fram nyanserte holdninger ble det valgt å gjøre individuelle intervjuer i stedet for et felles fareidentifiseringsmøte. Intervjuene gir en oversikt over dagens bruk og intervjupersonenes subjektive vurdering av nytten av nødfrakoblingssystemet. Under intervjuene ble det åpnet for å gi synspunkter omkring nødfrakoblingssystemets virkeområde, svakheter og fordeler.

### 1.3.1 Informasjonskilder

Som basis for informasjonsinnsamling vedrørende nødfrakoblingssystemets nytte har vi benyttet ulike kilder som følger:

- Systemkunnskap og informasjon presentert av styringsgruppa. For navn, se kapittel 1.5.
- Informasjon fra intervjugruppe, supplert med kontakt med andre ressurspersoner i JBV.
- Test- og bruksprotokoller for nødfrakoblingssystemet m.m.
- Gjennomgang av relevante ulykkesrapporter fra Statens havarikommisjon for transport (SHT) og andre kilder.
- Gjennomgang av tidligere utførte rapporter, deriblant DNV-rapport: "Risikoforhold knyttet til framføring uten ATC"
- Oversikt over el-ulykker fra Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) gjennom "Samledokument av El-sikkerhet nr 55-79" mottatt som pdf-fil fra Frode Kyllingstad.
- Annen informasjon.

Informasjonsinnsamlingen er rapportert i kapitlene 2, 3, 4 og 5, samt Vedleggene 1-5.

### 1.3.2 Analysefasen

Analysen tar for seg nødfrakoblingssystemet som et system for nødsituasjoner, samt andre eksisterende systemer for nødsituasjoner, deriblant GSM-R og ATC. Vi har gjort forsøk på å samle data for en kvantitativ analyse, men når det gjelder nødfrakoblingssystemets trafikk-sikkerhetsfunksjon har det vært utilstrekkelig mengde med data tilgjengelig fra nyere tid for å gjøre en meningsfull kvantitativ analyse. I kapittel 6 er det gjort en gjennomgang av ulike uhellsscenarioer og hvordan nødfrakobling og andre sikkerhetsbarrierer kan påvirke disse. Der finnes også en diskusjon i forhold til akseptkriterier samt usikkerheter ved analysen og dens konklusjoner.

Denne analysen gir en kvalitativ vurdering av risikoreduksjonsbidraget som nødfrakoblingssystemet gir, ved supplering av eksisterende analyse av GSM-R nødstop. Det er kvalitativt overveid hvor mye risikoen vil endres ved fjerning av nødfrakoblingssystemet samt nytten av supplerende tiltak som kan forbedre eller erstatte nødfrakoblingssystemet..

Kapittel 7 er starten på en nytte-/kostnadsanalyse for nødfrakoblingssystemet i forhold til el-sikkerhet. Det mangler imidlertid kostnadsdata for å fullføre denne analysen. Konklusjoner som kan trekkes av analysen er presentert i kapittel 8.

### 1.3.3 Møter og intervjuer

I første instans hadde analysegruppen et oppstartsmøte. I dette møtet ble det gitt en introduksjon av nødfrakoblingssystemet, og nyanserte syn på dette systemet fra møtets deltakere. I tillegg skulle de alternative systemene for nødsituasjoner diskuteres, deriblant GSM-R, ATC og ERTMS. Jernbaneverket, ved Frank Martinsen, foreslo hvilke fagpersoner som skulle intervjues. Disse er listet i Tabell 3. Følgende temaer ble tatt opp under intervjuene:

- Systemer for nødsituasjoner
- Erfaring og bruk av slike systemer
- Fordeler og ulemper ved nødfrakoblingssystemet
- Rangering av viktigheten av disse systemene
- Ulykkeshendelser hvor nødfrakobling ble brukt
- Synspunkter på å fjerne nødfrakobling som et system for nødsituasjoner.

En mer detaljert skisse av spørsmålene finnes i Vedlegg 2.

## 1.4 Akseptkriterier

Jernbaneverket har tre typer akseptkriterier knyttet til risiko, som alltid skal være oppfylt: Kriterier for samfunnsrisiko, kriterier for individuell risiko og ALARP-kriteriet (alle tiltak som er praktisk gjennomførbare, skal gjennomføres). Disse akseptkriteriene er gitt i Tabell 1. For en detaljert beskrivelse av akseptkriterier, se Sikkerhetshåndboken /5/.

**Tabell 1 Jernbaneverkets akseptkriterier**

Samfunnsrisiko	Akseptkriteriet for individuell risiko er 11 drepte per år for jernbanenettet i Norge.
Individrisiko	Akseptkriteriet for individuell risiko for 2. person (reisende) og 3. person, målt for mest eksponerte individ, er $10^{-4}$ (sannsynlighet for død per år).
ALARP Kriterium	Alle tiltak som med rimelighet kan iverksettes skal iverksettes.

I denne risikoanalysen vil disse akseptkriteriene være en forutsetning som skal være oppfylt ved vurdering og konkludering av funnene.

Viktige forskriftskrav i forhold til sikkerhetsstyring av endringer finnes i FOR 2011-04-11 nr. 389: Sikkerhetsstyringsforskriften /17/. Der står følgende:

#### § 2-2 *Krav om sikkerhetsstyring*

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



## 1.5 Analysegruppens sammensetning

### 1.5.1 Styringsgruppa

I denne risikoanalysen har flere forskjellige personer vært involvert i de ulike fasene av analysen. Det ble først opprettet en styringsgruppe fra Jernbaneverket, personene er oppført i Tabell 2.

Gruppas funksjon var å definere analysens formål og begrensninger. Personene i denne gruppa har inngående kunnskap om nødfrakoblingssystemet, men ulike meninger og erfaringer om nødfrakoblingssystemets funksjon.

**Tabell 2 Styringsgruppa**

Navn	Stilling
Frank Martinsen	Teknisk stab, Elkraft, Leder av styringsgruppa
Ole Løken	Baneteknisk, Elkraft
Henry Remme	Baneteknisk, Elkraft
Øyvind Stensby	BaneEnergi, Elkraft

### 1.5.2 Intervjugruppa

Styringsgruppa ønsket at analysen skulle ta utgangspunkt i intervjuer av fagpersoner som var brukere av nødfrakoblingssystemet. De intervjuede fagpersonene er listet i Tabell 3. Disse fagpersonene har en lang fartstid i Jernbaneverket, og et bredt faglig grunnlag for å uttale seg om nytte og bruk av nødfrakoblingssystemet.

**Tabell 3 Oversikt over fagpersoner som ble intervjuet**

Navn	Stilling	Driftsområde
Bjørn Johannesen	Togleder	Oslo
Jan-Even Nystad	Nestleder i norsk lokomotivforbund – lokfører	Oslo
Halvor Røste	Togleder	Trondheim
Geir Hansen	Faglig leder, signal	Drammen
Bjørn Arve Trolsrud	Driftsleder på Drammen Elkraftsentral	Drammen

I tillegg til styringsgruppa og intervjugruppa, ble enkeltpersoner fra el-kraftsentralene kontaktet for å supplere med protokoller, samt erfaringer og bruk av nødfrakoblingssystemet. Disse personene var Erik Trygve Hulback (Elkraftsentral i Oslo), Kjell Normann Hernes (Elkraftsentral i Bergen) og Morten Været (Elkraftsentral i Trondheim).

## 1.6 Terminologi

Følgende forkortelser brukt i denne rapporten:

NFK	Nødfrakobling
CTC	Central Traffic Control
CTC-operatør	Person som styrer og overvåker togbevegelsene (ofte kalt FJO, se under)



---

ATC/DATC	Automatic Train Control. System som gjør at togene stopper automatisk ved eventuell passering av rødt lys.
FATC	Full ATC. System som gjør at togene ikke overskrider den maksimalt tillatte hastighet.
SIFA	Årvåkenhetskontroll
DC/DC-omformer	Likestrømsomformer som mater nødfrakoblingssløyfene. Henter primær spenning (110 V DC) fra hjelpekraften i matestasjonen.
FJO	Fjernstyringsoperatør. En mer vanlig betegnelse på CTC-operatør.
KL	Kontaktledning
Matestasjon	Fellesbetegnelse på omformerstasjon, kraftstasjon og transformatorstasjon som leverer – eller mater – elektrisk energi til kontaktledningsanlegget.
JBV	Jernbaneverket
DSB	Direktoratet for samfunnsikkerhet og beredskap
SHT	Statens havarikommisjon for Transport

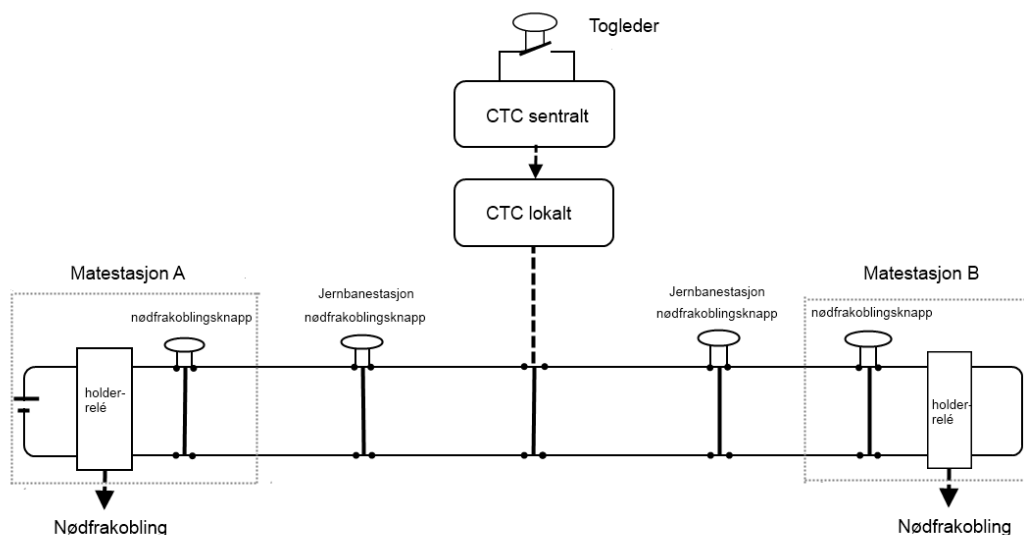
## 2 SYSTEMBESKRIVELSE

I dette kapitlet finnes en beskrivelse av nødfrakoblingssløyfen og noen av de alternative systemene som har til hensikt å unngå sammenstøt på linjen. De fleste av disse er implementert etter at nødfrakoblingssløyfen ble etablert og ivaretar noe av den samme funksjonaliteten som nødfrakoblingssystemet var tiltenkt. Dette gjelder blant annet:

- ATC-utrustning på fjernstyrte strekninger
- GSM-R radiotelefonkommunikasjonssystem
- Forbedret årvåkenhetskontrollsystem (SIFA)

I det følgende er en kort beskrivelse av funksjonalitet og teknisk oppbygging av nødfrakoblingssystemet og de ovennevnte systemene. Det er også inkludert litt om fremtidens signal- og trafikkstyringssystem, ETCS/ERTMS.

### 2.1 Nødfrakobling



**Figur 1: Nødfrakoblingssløyfe med nødfrakoblingsbrytere og kobling til matestasjoner.**

Nødfrakoblingssystemet kobler ut spenningen til kontaktledningen på avgrensede strekninger langs jernbanenettet. En nødfrakoblingstreknig spenner som oftest mellom to eller flere matestasjoner som avgrenser strekningen. Ved utløsning av nødfrakobling vil alle elektrifiserte kjøretøy langs den aktuelle togstrekningen miste spenningen og strømforsyningen.

Togframføringsforskriften sier at lokfører skal redusere hastigheten til sikthastighet (maksimalt 40 km/t) når kontaktledningen blir spenningsløs.

#### 2.1.1 Teknisk systembeskrivelse

Det finnes to godkjente konsept for nødfrakobling, jmf. Jernbaneverkets tekniske regelverk /2/. Det første konseptet består av en fysisk hvilestrømsløyfe, som via et relé kobler ut de aktuelle effektbryterne i matestasjonene langs den aktuelle strekningen, slik at kontaktledningen mister spenning. Det andre konseptet går ut på at tonesignaler sendes ut og gir en utkoblingspuls til

effektbryterne i matestasjonene. Dette konseptet er lite utbredt, og vil derfor ikke utdypes videre i denne rapporten. Nødfrakoblingssløyfen er det mest utbredte konseptet, og vi vil gi en kort innføring av den tekniske løsningen.

Figur 1 viser et forenklet oppsett av nødfrakoblingssløyfen. Sløyfen har en hvilestrøm på ca. 12 mA, og er koblet til reléer ved matestasjoner langs jernbanestrekningen. Dersom strømsløyfen brytes, vil strømfølsomme relé gi en utkoblingspuls til alle effektbrytere som mater effekt mot den aktuelle strekningen og gjøre kontaktledningen spenningsløs. Slike nødfrakoblingssløyfer dekker i snitt 80 km lange strekninger. Som oftest er sløyfen koblet mellom to matestasjoner, men den kan også være satt sammen av flere små hvilestrømsløyfer, og dekke flere matestasjoner langs en strekning.

Strømsløyfen kan brytes på to ulike måter. Enten vet at togekspeditøren (TXP), eller andre personer, trykker på en nødfrakoblingsbryter i matestasjoner eller i koblingshus langs strekningen. Eller ved at togleder utløser et strømbrudd i sløyfen via et eksternt fjernkontrollanlegg (dette kan i praksis anses som at togleder trykker på en bryter langs strekningen).

Et kortvarig brudd på nødfrakoblingssløyfa (ca. 1 sek), skal være nok til å utløse nødfrakoblingen. Ved en normal nødfrakoblingsutløsning skal brudd på sløyfen ha en varighet på om lag 5 sekunder. For en mer detaljert beskrivelse av tekniske løsninger og krav til systemet, se Teknisk regelverk /2/.

### 2.1.2 Anvendelse

Nødfrakoblingens hensikt er at togledere og togekspeditører raskt og sikkert skal kunne fjerne spenningen til togene på den aktuelle strekningen dersom det oppdages farlige situasjoner /2/. Nødfrakoblingsbrytere er montert på alle stasjoner langs Jernbaneverkets elektrifiserte strekninger. De fleste stasjonene er imidlertid ikke normalt bemannet med togekspeditører slik de var når anleggene ble etablert. Dette gjør at nødfrakoblingen lokalt på disse stasjonene i praksis ikke kan benyttes annet enn under spesielle forhold.

Det er primært to forhold hvor nødfrakobling vil være en aktuell barriere eller et konsekvensreducerende tiltak:

- Sammenstøt tog mot tog og sammenstøt tog mot objekt.
- Fare for elektrisk støt gjennom kontaktledningen, enten ved at personer klatrer i master eller på togmateriell, eller ved at kontaktledningen ryker og kan være en fare for personer i nærheten.

Begge faresituasjonene kan avverges ved at personell eller andre personer oppdager faren, og er i nærheten av en nødfrakoblingsbryter de kan trykke på. I tillegg vil det være mulig å kontakte togleder, via GSM-R eller telefon, og be togleder om å utføre en nødfrakobling på den berørte strekningen.

Når nødfrakoblingen utløses, faller spenningen i KL-anlegget langs den aktuelle strekningen. Alle elektriske kjøretøy mister kjørestrommen og lokfører er pliktet til å redusere hastigheten til sikthastighet. Deretter skal lokfører vente på innkobling av kontaktledning og videre instruksjoner fra togleder før toget kan framføres som normalt igjen.

En nødfrakobling kommer ikke med ytterligere meldinger om hvorfor kl-spenningen er koblet ut og for lokomotivføreren skiller det seg ikke fra andre utkoblinger. Det er kun et svært lite mindretall (godt under 1 % av KL-utkoblingene) som er reelle nødfrakoblinger og derfor er ikke

nødfrakobling det som er fremst i lokomotivførerens sinn når KL-spenningen forsvinner. Det kan derfor gå litt tid før han reduserer hastighet for å se om spenningen kommer tilbake.

En av fordelene ved nødfrakoblingssystemet er at responstiden fra aktivering til utkobling er meget kort, under 3 sek. Men for å vurdere den totale responstid må man inkludere tiden for å oppdage situasjonen og lokførerens respons på frakoblingen. En lav responstid kan være avgjørende i en nødsituasjon, og redusere både sannsynligheten for at en ulykke oppstår, samt redusere konsekvensene. Det er også en vesentlig fordel at systemet kobler ut spenningen i KL-anlegget, og kan dermed benyttes som en sikkerhetsbarriere mot el-farer. For ytterligere diskusjon av fordeler og ulemper ved systemet vises til kap 5.1.

### 2.1.3 Testing av nødfrakoblingssystemet

Nødfrakoblingssystemet skal testes jevnlig, med månedlige tester og rapporteringer for hver strekning. Krav til utføring av testene er spesifisert i Teknisk regelverk/23/. Der er spesifisert et omfattende testprogram hvor det er krav til at alle aktiveringsorganer/brytere skal testes, samt at NFK med hvilestrømsløyfe skal testes under togtrafikk regelmessig for å sjekke at nødfrakobling ikke hindres av EMC-forstyrrelser. I virkeligheten vil de fleste tester utføres til tidspunkt hvor det er lite trafikk på jernbanelinje, slik at det ikke reduserer tilgjengeligheten for togene.

### 2.1.4 Situasjonen i andre land

#### 2.1.4.1 Sverige

Sverige har et tilsvarende nødfrakoblingssystem som i Norge /12/ med omtrent samme funksjonalitet, men det kan synes som det er gjort endringer med hensyn til hvordan aktivering utføres og hvem som har tilgang til nødfrakoblingsorgan/bryter.

#### 2.1.4.2 Danmark

Danmark og Øresundsforbindelsen har ikke nødfrakobling /13/.

## 2.2 Automatisk togkontroll (ATC)

På fjernstyrte strekninger gir lyssignalene kjøretillatelse til togene. Alle JBV's fjernstyrte strekninger er utrustet med et system for automatisk togkontroll som skal sikre at tog ikke passerer signaler som ikke gir kjøretillatelse, eller at toget ikke framføres ut over de kjøretillatelse toget har mottatt, f.eks. kjører for fort i henhold til oppsatt togveg over stasjoner eller på strekninger med midlertidige hastighetsrestriksjoner.

Det finnes to grader av ATC-dekning:

- DATC (delvis ATC) som dekker kjøring forbi hoved signaler og hastighetsnedsettelse over stasjoner m.m.
- FATC (full ATC) som i tillegg inkluderer en fullstendig og kontinuerlig hastighetsovervåking av toget på hele strekningen.

Når ATC griper inn bremses toget automatisk ned ved for høy hastighet, hvis fører bremses for sent eller dersom toget forsøker å passere et hovedsignal som viser stopp. På denne måten holdes sikkerheten i hevd, selv om det skulle oppstå en menneskelig svikt hos fører. Her følger en beskrivelse av ATC-systemet basert på ulike kilder fra Jernbaneverket /3/ og /14/.

ATC-systemet består av to hoveddeler: En del på lokomotiv eller annet rullende materiell og en del i infrastrukturen (i skinnegangen). Foran i toget sitter den aktive kommunikasjonsenheten som kommuniserer med baliser som er lagt ut i sporet mellom skinnene. Den rullende materielldelen består av en sender/mottaker-antenne, en datamaskin og et førerpanel. Infrastrukturdelen består av baliser festet til svillene i jernbanesporet med grensesnitt mot signalanlegget.

### ATC

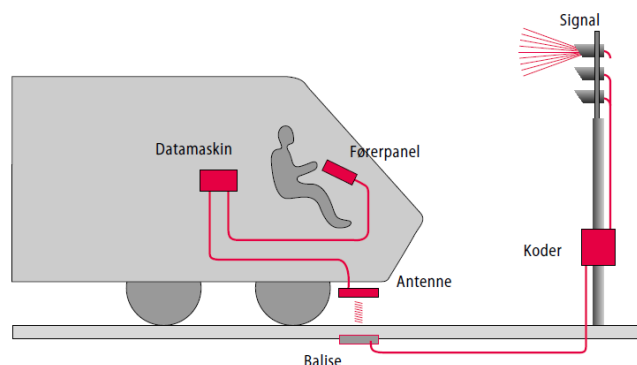
Automatisk togkontroll er en fellesbetegnelse for automatisk togstopp og automatisk hastighetsovervåking. Systemene kalles DATC og FATC, hvor D betyr «delvis» og F «fullstendig» utrustet ATC.

### DATC

DATC-systemet stopper toget dersom fører skulle kjøre mot rødt lys.

### FATC – Full ATC

FATC-systemet stopper toget dersom fører skulle kjøre mot rødt lys. Med FATC installert, overvåkes også at toget ikke overskrider maksimal tillatt hastighet.



## Figur 2 Oppsett av ATC-systemet.

Balisene er enten fast kodet eller har en koding som tillater styrbar informasjon avhengig av hvilket signalbilde som vises eller hvilken kjøretillatelse toget har. Når toget befinner seg over balisene blir disse aktivert av togets kontinuerlig utsendte radiobølger fra togets antenne. Signalet som returneres fra balisen vil være avhengig av balisens koding, dvs. både den faste koding og den styrbare koden.

Den informasjonen som balisene gir, avleses også på panelet i lokomotivets førerrom. Ved forsignalet til et hovedsignal gis da beskjed om hvilket signalbilde som vises i hovedsignalet, om dette kan passeres og hvilken hastighet som er tillatt etter signalet.

Dagens forskriftskrav til nye baner (jernbaneinfrastrukturforskriften) er helt klare:

- Nye jernbanestrekninger skal ha fjernstyring
- Strekninger med fjernstyring skal være utbygd med automatisk hastighetsovervåking (ATC)
- Strekninger der det bygges automatisk hastighetsovervåking og strekninger med delvis hastighetsovervåking som ombygges, skal utbygges med fullstendig automatisk hastighetsovervåking.

Dette følges opp med sikkerhetsforskriftens krav til rullende materiell:

- Kjøretøy som skal brukes på strekninger som er utstyrt med automatisk hastighetsovervåking (ATC) skal ha utstyr som kan samvirke med dette /16/.

### 2.2.1 DATC: Delvis utrustet ATC

Dette er det mest vanlige system i Norge i dag. DATC kontrollerer hastigheten mot sporveksler i avvik og mot signaler med restriktiv beskjed (det vil si signaler som gir annen beskjed enn full linjehastighet), samt informasjon om midlertidige hastighetsnedsettelse på linjen. Fra 1979 har Jernbanelverket bygget ut et system med automatisk togstopp – DATC på alle fjernstyrte

banestrekninger i Norge og alle tog har installert ATC-utrustning som skal være operativ. Permanente hastighetsreduksjoner på linjen er normalt ikke dekket med ATC-baliser og lokomotivfører må selv ivareta disse i henhold til hastighetsskilter langs sporet. Planovergangssignaler er heller ikke dekket ved DATC-overvåkning. Maksimal kjørehastighet for DATC-strekninger er 130 km/t. For trafikkering i høyere hastighet og på alle nybygde strekninger er det i dag krav om utbygging av FATC.

### 2.2.2 FATC: fullstendig ATC-utrustning

Når anlegget er fullstendig utrustet (FATC), overvåkes flere punkter på sporet. Da kan det også kontinuerlig kontrolleres at hastigheten er som forutsatt. Ved fullstendig utrustning er det kontinuerlig overvåkning av alle hastighetsendringer og det er avstandslenking mellom alle balisepunkter. Det betyr at systemet vet hvor det forventes ny informasjon og om denne uteblir vil det komme informasjon om balisefeil og togets hastighet må reduseres.

FATC på dagens konvensjonelle baner i Norge krever vesentlig flere informasjonspunkter og baliser enn DATC og det blir vanskelig å opprettholde dagens finmaskede hastighetsstandard. FATC kan tillate hastigheter helt opp til 270 km/t. Hvorvidt banen har ATC-overvåkning og hvilken type vil skiltes langs sporet.

### 2.2.3 ATC-kryssingsbarriere

Ved passering av signal som viser stopp vil ATC-systemet tilsette bremses på toget, men ved utkjørsignaler på de fleste stasjoner i Norge er det ikke tilstrekkelig lengde bak signalet til at toget kan stoppe før det kommer inn i eventuell togveg til/fra andre spor ved stasjonen når toget eventuelt kjører mot et stoppsignal med maksimalt tillatt hastighet (normalt 40 - 50 km/t). Denne faren er størst ved stasjoner med passasjerutveksling, hvor toget ofte stopper langt fra utkjørsignalet og hvor det kanskje ikke er like entydig hvilket signal som gjelder for det aktuelle sporet. For å motvirke faren, utrustes slike stasjoner med ATC-kryssingsbarriere. Dette består av en repeterbalise for hovedsignalet ved plattformslutt som kan passeres innenfor kryssingslåsingstiden slik at godstog kan kjøre fram til stoppsignalet, men som virker som stoppbalise når kryssingslåsingstiden er gått ut, dvs. etter at det kan stilles togveg til/fra andre spor.

## 2.3 ERTMS (Harmonisert europeisk signalsystem)

ERTMS er det nye pan-europeiske signal- og kontrollsystemet for togframføring /3/. ERTMS består av to hoveddeler ETCS som signalsystem og GSM-R som det tilhørende kommunikasjonsystemet. Den drivende idé for utviklingen av ERTMS er at det skal være et harmonisert system for togframføring i Europa slik at tog og personell i større grad kan krysse landegrensene uten bytte av personell eller trekraftmateriell. EU krever at dette systemet skal brukes på alle strekninger som tilhører det internasjonale jernbanenettet. Systemet bygges nå ut i alle EU og EØS-land, men det vil ta lang tid før alle strekninger er dekket. Det er ulike nivåer man kan velge for utbygging av ERTMS som beskrevet i Figur 3. Norge har valgt å implementere Nivå 2 i likhet med de fleste andre land.

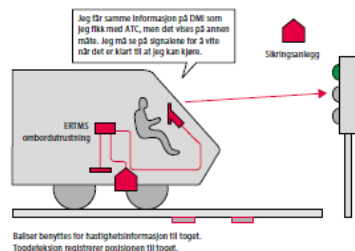
ERTMS Nivå 2 viderefører alle dagens sikkerhetsfunksjoner samtidig som det innebærer økt fleksibilitet ved at kjøretillatelse kan endres og inndras på ethvert sted langs banen. Det vil si at togleder kan inndra kjøretillatelsen til et tog til enhver tid, noe som medfører at bremsene går på automatisk hvis lokfører ikke bremser toget.

# ERTMS

ERTMS (European Rail Traffic Management System) er en ny europeisk standard for kommunikasjon mellom tog og signalanlegg som skal erstatte ATC. ERTMS består av GSM-R og ETCS (European Train Control System).

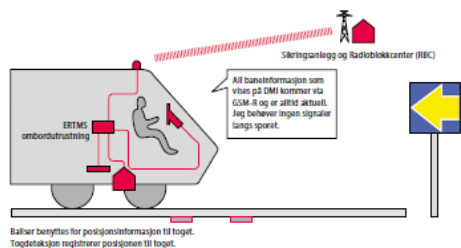
## ERTMS nivå 1

Funksjonaliteten for ERTMS nivå 1 samsvarer i stor grad med det vi i dag kjenner som FATC i Norge, men datatelegrammene mellom tog og balise er endret til én europeisk standard. Lokfører mottar informasjon fra sikringsanlegget via optiske signaler, og toget får informasjon fra eurobaliser. På en strekning med ERTMS nivå 1, må toget ha ERTMS-ombordutrustning med DMI (Driver Machine Interface). Tog med ATC kan ikke kjøre på en ERTMS nivå 1-strekning.



## ERTMS nivå 2

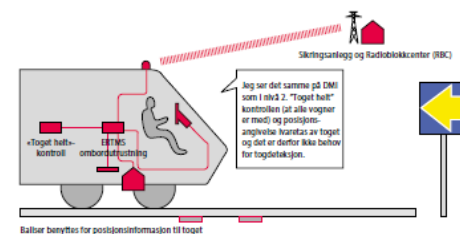
Ved ERTMS nivå 2 mottar toget informasjon fra sikringsanlegget via GSM-R. Eurobalisene har faste telegrammer og benyttes som referanse for posisjonering. Optiske signaler erstattes av signalskilt og informasjon på DMI. På en strekning med ERTMS nivå 2 må toget ha ERTMS-ombordutrustning med DMI (Driver Machine Interface). Tog med ATC kan ikke kjøre på en ERTMS nivå 2-strekning. Togdeteksjon benyttes for å kontrollere at toget er helt, og at strekningen er uten belegg for kjøreskjed gis til tog.



## ERTMS nivå 3

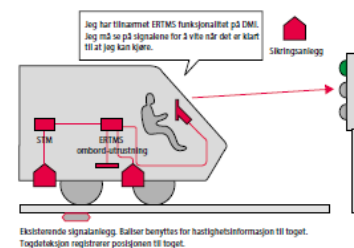
Ved ERTMS nivå 3 mottar toget informasjon fra sikringsanlegget via GSM-R. Eurobalisene har faste telegrammer og benyttes som referanse for posisjonering. Optiske signaler erstattes av signalskilt og informasjon på DMI. På en strekning med ERTMS nivå 3, må toget ha ERTMS ombordutrustning med nytt førerpanel (DMI). På panelet kan samme informasjon vises som for nivå 2. Tog med ATC kan ikke kjøre på en ERTMS nivå 3-strekning.

I nivå 3 kontrollerer toget selv at sporet er fritt etter toget. Det foreligger imidlertid ikke i dag noen godkjent teknisk løsning som ivaretar dette for alle typer tog.



## STM

STM er ment som en midlertidig løsning for tog som skal kjøre både på ERTMS-strekninger og ATC-strekninger inntil hele jernbanenettet er bygget ut med ERTMS-infrastruktur. Med STM kan toget kjøre på strekninger med DATC og FATC. Førerpanelet (DMI) er tilsvarende det som benyttes for nivå 1, 2 og 3.



Figur 3: ERTMS – harmonisert signalsystem i Europa

## 2.4 Jernbaneverkets togradsystem – GSM-R

Jernbaneverket har etter Åsta-ulykken bygget et helt nytt togradsystem, GSM-R. Her følger en kort beskrivelse av GSM-R som brukes i kommunikasjon mellom togleder og togpersonalet samt banepersonale som er ute i trafikken /3/ og /15/.

Jernbanens telenett har generelt følgende funksjon:

- Sikre nødvendig samband for togframføringen



- Sikre nødvendig samband for styring og kontroll av alle tekniske anlegg knyttet til togframføringen
- Effektivisere driften hos Jernbaneverket og brukerne av jernbanenettet, gjennom å utnytte moderne telekommunikasjonssystemer best mulig
- Sørge for at moderne informasjonsteknologi kan benyttes for å tilfredsstille kundenes krav.

Åsta-ulykken ble derfor innledningen til en storstilt utbygging av GSM-R nettet for norsk jernbane. Først og fremst som nødkommunikasjon, men fra 2007 også som togradio for formidling av kjøretillatelse.

### 2.4.1 GSM-R nettet

GSM-R (R for railway) er et lukket mobilnett (digitalt radiosystem), basert på kommersiell GSM-teknologi og utviklet for jernbaner i Europa. GSM-R er sentralt i utviklingen av de felles europeiske signalsystem for tog, forkortet ERTMS. 32 land i Europa er med, inkludert Norge. Norge ligger langt fram i utbyggingen av GSM-R. Det operative senter for nettet i Norge er lagt til Marienborg i Trondheim. Derfra overvåkes nettet døgnet rundt.

GSM-R-nettet er dagens togradio og erstatter tidligere analoge kommunikasjonsløsninger. Det kan være nødansrop, gruppeansrop og kringkastingsfunksjon. Det overordnede ansvaret for GSM-R-systemet, og at nettverk og togradio kommuniserer med hverandre, ligger hos Jernbaneverket.

Jernbanetilsynets krav til nødkommunikasjon mellom togdriftssentral og tog er klart spesifisert i dagens regelverk:

- Jernbaneinfrastruktur skal være utbygd med kommunikasjonssystem (togradio) til bruk i togframføringen. På all jernbaneinfrastruktur skal det være et system for nødkommunikasjon, slik at det til enhver tid er gjensidig mulighet for rask kontakt mellom fører og trafikkstyringssentralen. (§ 3.11 Jernbaneinfrastrukturforskriften).
- Kjøretøy skal ha fastmontert utstyr tilpasset infrastrukturens system for nødkommunikasjon, slik at det til enhver tid er gjensidig mulighet til rask kontakt mellom fører og trafikkstyringssentralen (§ 11.5 Sikkerhetsforskriften) /16/.
- Kjøretøy som skal brukes på strekninger utbygd med togradio skal ha togradioutrustning (§ 13.2 Sikkerhetsforskriften) /16/.

Togoperatørene skal sørge for at de har godkjente radioer og telefoner samt at personalet har fått opplæring i å anvende dette. Det er Statens jernbanetilsyn som godkjenner installasjon og anvendelse av utstyret.

GSM-R-nettet vil også være en kommunikasjonskanal for ERTMS (nytt signalsystem). GSM-R nettet dekker hundre prosent av jernbanenettet, også tunneler. For kommunikasjon i tunnelene er det brukt strålekabel eller antenner. Basestasjonene er knyttet sammen, hovedsakelig med radiolinje, men det er også brukt fiber der radiolinje ikke er hensiktsmessig.

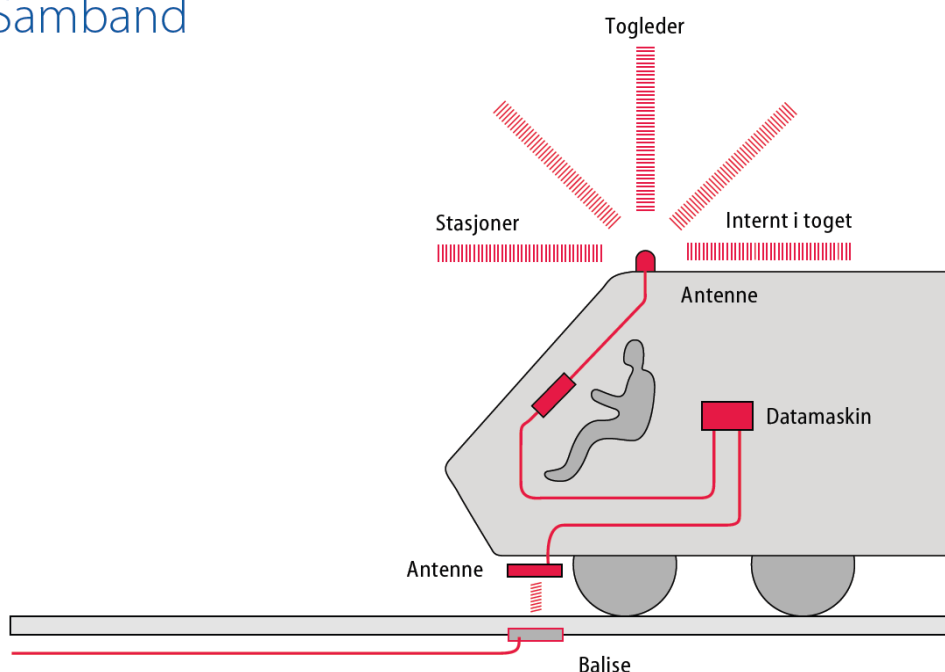
### 2.4.2 Funksjonalitet i GSM-R systemet

Hele det norske jernbanenettet er dekket med dagens GSM-R nett. I tillegg er det inngått roaming-avtale med kommersielle teleoperatører (Telenor) som sikrer at om en av JBV's basestasjoner er ute av drift vil telefonen forsøkes satt over andre nett sine basestasjoner.

Alle personer som har en formell posisjon i trafikkavviklingen på jernbane eller er ansvarlig for sikkerhet i forbindelse med banevedlikehold, er utstyrt med GSM-R-telefon. I utgangspunktet er GSM-R et system for en-til-en kommunikasjon som andre mobiltelefon-systemer, men togleder har mulighet til å sette opp gruppeoppkall. I tillegg kan alle som er utstyrt med GSM-R telefon aktivere et GSM-R nødanrop som går ut til alle aktører på samme strekning som nødanrops-telefonen. Gruppeoppkall er ikke mulig med GSM-roaming.

Togleder har også anledning til prioriterte oppkall til enkelttog, mens tog- og banepersonalet ikke har anledning til å oppkalle togleder med et prioritert oppkall, og må alltid stå i kø om det er flere oppkall til togleder.

## Samband



**Figur 4: Oppsett av GSM-R**

### 2.4.3 RAMS-krav til GSM-R systemet

Jernbaneverkets tekniske regelverk /15/ gir fra 2009 følgende RAMS-krav til GSM-R systemet:

#### Tilgjengelighet og pålitelighet

1. Oppetid skal være høyere enn 99,975 %
2. Antall mislykkede oppkall skal ikke overstige 1 % av det totale antall
3. Overbelastning av radionettet skal ikke overstige 1 %
4. Antall vellykkede handover skal utgjøre minst 99 % av det totale antall
5. Antall blokkeringer i trafikkanaler skal ikke overstige 1 % av det totale antall samtaler
6. Hver basestasjon skal som minimum være utstyrt med 2 Carrier Units (CUs).

Jernbaneverkets GSMR-nett var ferdig utbygd når dagens RAMS-krav ble gjort gjeldende (dok.nr. TE.807917-000) og disse krav tilfredsstilles ikke nødvendigvis av dagens nett.



## 2.5 SIFA (Årvåkenhetskontroll)

Sikkerhetsforskriften FOR 2005-12-19 nr 1621 /16/ krever at trekkraftkjøretøy skal være utstyrt med et system for årvåkenhetskontroll som aktiverer bremsene om føreren faller i søvn eller mister bevisstheten. SIFA (forkortelse for tysk Sicherheitsfarschaltung) er det tekniske navnet for det systemet som anvendes på norske tog i dag og består av følgende:

- En eller flere aktiveringsorganer i form av fotbrett, sikkerhetsgrep på betjeningsorganer, trykknapper e.l.
- Tidsovervåker
- Lys- og/eller lydvarsler
- Tilknytning til togets hovedbremsledning

Ved tidsstyrt SIFA skal lokomotivføreren aktivere et av aktiveringsorganene, når toget er i bevegelse, innen et gitt tidsintervall fra forrige aktivering. Hvis dette ikke skjer kommer det først et lysvarsel med en kort tidsfrist for å utføre aktivering. Hvis det fortsatt mangler aktivering når denne fristen er ute kommer en lydalarm og bremsene aktiveres relativt raskt deretter. Når bremsene har gått på vil toget stoppe før bremsene kan løses ut.

På moderne tog tilrettelagt for stor hastighet vil SIFA ofte ha en kombinert tid og veistyrt aktivering, dvs. intervall for aktivering får høyst være som nevnt over, men ved stor toghastighet reduseres intervallene for å redusere vegstrekningen toget i verste fall kan risikere å kjøre med bevisstløs lokomotivfører.

## 3 KRAV I TRAFIKKREGLER

### 3.1 Togframføringsforskriften

Togframføringsforskriften /7/ utarbeides av Statens Jernbanetilsyn (SJT) og spesifiserer hvilke forhold og betingelser som skal gjelde mht. til operative sikkerhetssystemer for å tillate togframføring på det norske jernbanenetet. I det følgende er togframføringsforskriftens krav vedrørende nødfrakobling, ATC, GSM-R og SIFA (årvåkenhetskontoll) gjengitt.

Nødfrakoblingssystemet har ingen spesifisert plass i togframføringsforskriften bortsett fra at det står at man i nødsituasjoner skal vurdere å koble ut kontaktledningsanlegget, men det er ikke spesifisert hvordan dette skal gjøres. I tillegg er det spesifisert at hastigheten skal reduseres til sikthastighet ved bortfall av kontaktledningsspennning. Under er et lite ekstrakt av togframføringsforskriften.

#### § 5-10. Nødsituasjon

*Hvis togleder eller togekspeditør mottar varsel om nødsituasjon, skal det sendes ut nødanrop i togradioen for den aktuelle strekningen. I tillegg skal det vurderes om det er nødvendig å koble ut kontaktledningsanlegget.*

#### § 6-12. Spesielle bestemmelser om hastighet

*4. Hastighet for tog er begrenset til 130 km/t på strekning som ikke er utrustet med automatisk hastighetsovervåkning. På strekning hvor automatisk hastighetsovervåkning er satt ut av bruk, er hastigheten begrenset til 80 km/t.*

#### § 7-15. Spenningsløs kontaktledning

*Dersom kontaktledningen blir spenningsløs, skal føreren straks redusere togets hastighet til sikthastighet.*

#### § 7-20. Feil på sikkerhetsbremseapparatet

*1. Dersom det oppstår feil på sikkerhetsbremseapparatet etter at toget har kjørt fra første stasjon angitt i ruten, kan føreren kjøre toget videre dersom det bemannes med en ekstra person i førerrommet som i en nødsituasjon kan stanse toget og kontakte toglederen.*

*2. Dersom feilen oppstår mellom to stasjoner og det ikke er mulig å bemanne med en ekstra person i førerrommet, kan føreren kjøre toget fram til nærmeste betjente eller fjernstyrte stasjon. Hastigheten skal da ikke overstige 40 km/t.*

#### § 7-21. Feil på togets utstyr for automatisk hastighetsovervåkning

*1. Dersom det på strekning med automatisk hastighetsovervåkning oppstår feil på togets utstyr for automatisk hastighetsovervåkning etter at toget har kjørt fra første stasjon angitt i ruten, skal føreren koble inn dette på nytt. Fungerer utstyret på toget, kan føreren kjøre toget videre med største hastighet 80 km/t inntil informasjonen i systemet er oppdatert.*

*2. Dersom utstyret for den automatiske hastighetsovervåkningen ikke fungerer etter at det er forsøkt koblet inn på nytt, kan føreren kjøre toget videre med største hastighet 80 km/t til vedlikeholdsbasen for reparasjon.*

#### § 7-24. Feil på togets togradio

*Infrastrukturforvalter skal fastsette nærmere bestemmelser om i hvilke tilfeller toget kan kjøre videre, dersom det oppstår feil på togets togradio etter at toget har kjørt fra første stasjon angitt i ruten.*

## 3.2 Trafikkregler for Jernbaneverkets nett

Jernbaneverkets trafikkregler /8/ spesifiserer nærmere hvordan togframføringsforskriftens krav nevnt i kapittel 3.1 skal oppfylles.

### 5.2.9 Nødsituasjon (§ 5-10)

Hvis togleder eller togekspeditør mottar varsel om nødsituasjon, skal det sendes ut nøddanrop i togradioen for den aktuelle strekningen. I tillegg skal det vurderes om det er nødvendig å koble ut kontaktledningsanlegget.

### 6.3.6 Nøddanrop (§ 6-10)

1. Hvis det oppstår en nødssituasjon der andre tog må stoppes umiddelbart, skal fører sende nøddanrop i togradioen.
2. Alle førere som mottar nøddanrop i togradio skal straks stoppe toget.
3. Fører skal motta tillatelse fra togleder før toget kan kjøre videre

### 7.3.1 Spenningsløs kontaktledning (§ 7-15)

1. Dersom kontaktledningen blir spenningsløs, skal føreren straks redusere togets hastighet til sikthastighet.
2. Føreren skal senest etter to minutter senke strømvaktakeren hvis kontaktledningen fortsatt er spenningsløs. Strømvaktakeren skal heves igjen etter ytterligere tre minutter og føreren skal iaktta om det er gnist når den treffer kontaktledningen. Er det ingen spenning på kontaktledningen, skal strømvaktakeren senkes igjen. Den må ikke heves før det har gått ytterligere tre minutter.

### 7.4.3 Feil på togets utstyr for automatisk hastighetsovervåkning (§ 7-21)

1. Dersom det på strekning med automatisk hastighetsovervåkning oppstår feil på togets utstyr for automatisk hastighetsovervåkning etter at toget har kjørt fra første stasjon angitt i ruten, skal føreren koble inn dette på nytt. Fungerer utstyret på toget kan føreren kjøre toget videre med største hastighet 80 km/t inntil informasjonen i systemet er oppdatert.
2. Dersom utstyret for den automatiske hastighetsovervåkingen ikke fungerer etter at det er forsøkt koblet inn på nytt, kan føreren kjøre toget videre med største hastighet 80 km/t til vedlikeholdsbasen for reparasjon.

### 7.4.6 Feil på togets togradio (§ 7-24)

1. Infrastrukturforvalter skal fastsette nærmere bestemmelser om i hvilke tilfelle toget kan kjøres videre dersom det oppstår feil på togets togradio etter at toget har kjørt fra første stasjon angitt i ruten.
2. Når det oppstår feil i GSM-R infrastruktur ved at større områder eller hele jernbanenettet ikke har GSM-R dekning samt at togradioen i dette tilfelle ikke har tilgang til funksjonen "roaming" til Telenors nett (GSM), gjelder følgende:
  - Togleder skal på strekninger med fjernstyring stoppe togene ved første stasjon ved eventuelt å stille hovedsignalene i utkjørtogveien i "Stopp". Togleder må være oppmerksom på togets posisjon før eventuelt hovedsignalet stilles til "Stopp" slik at kraftig oppbremsning av toget unngås.
  - I slike tilfeller kontakter fører om mulig togleder ved bruk av annen telefon (for eksempel GSM telefon). Ref. Strekningsbeskrivelse for Jernbaneverkets nett, pkt. 1.1.2 "Toglederområder med telefonnummer".
  - På strekning uten fjernstyring skal togleder kontakte togekspeditør på de betjente stasjonene om forholdet. Togekspeditør stiller eventuelt utkjørhovedsignalet i "Stopp" eller viser signal 1A/1B

<p><i>”Stopp” på plattformen. Togekspeditor underretter fører om årsaken til at toget har blitt stoppet.</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <i>For grensestasjon skal togleder kontakte togekspeditor om forholdet. Togekspeditor stiller eventuelt utkjørhovedsignalet i ”Stopp”. Togekspeditor underretter fører om årsaken til at toget har blitt stoppet.</i></li><li>• <i>Togene skal ikke begynne å kjøre igjen før det er tilgjengelig GSM-R dekning. Togleder/togekspeditor varsler fører om dette ved å ringe fører ved bruk av togradio. Togleder kan fravike fra dette punktet når det er tvingende nødvendig i forhold til liv og helse.</i></li></ul> <p><b>7.4.7 Feil på togradio ved utgangsstasjon</b></p> <p>1. <i>Feil på materiellets togradio:</i> <i>Toget kan ikke kjøre fra utgangsstasjonen ved feil på togradioen.</i></p> <p>2. <i>Feil på togradionettet:</i> <i>Togleder varsler fører og eventuelt togekspeditor på betjent stasjon at det ikke er togradiodekning på utgangsstasjonen. Dersom hele strekningen toget skal kjøre er uten togradiodekning kan toget ikke kjøre fra utgangsstasjonen.</i></p> <p><b>7.4.8 Feil på togradio underveis</b></p> <p>1. <i>Feil på materiellets togradio:</i></p> <ol style="list-style-type: none"><li><i>a) Dersom det oppstår feil på togets togradio etter at toget har kjørt fra førstestasjon angitt i ruten, skal føreren varsle togleder.</i></li><li><i>b) Fører skal stanse toget og foreta en ny oppstart av togradioen.</i></li><li><i>c) Hvis materiellets togradio fortsatt ikke fungerer, skal fører oppgi annet telefonnummer, før toget fortsetter sin rute.</i></li><li><i>d) Dersom det heller ikke er GSM-dekning på stedet, skal toget kjøre i sikthastighet inntil dekning oppnås og annet telefonnummer er oppgitt til togleder.</i></li><li><i>e) Togleder skal ved behov underrette fører hvor på strekningen kjøre hastigheten skal redusere til sikthastighet pga. rasfare.</i></li></ol> <p>2. <i>Feil på togradionettet:</i></p> <ol style="list-style-type: none"><li><i>a) Togleder skal varsle fører om at toget kommer til strekning eller er på strekning som ikke har togradio-dekning.</i></li><li><i>b) Dekningsutfall av togradio markeres med at ”N Telenor” vises i display på materiellets togradio (kun for tog med norsk SIM-kort).</i></li><li><i>c) Hvis toget er på strekning uten togradio-dekning, kan togleder kun varsle fører dersom det er GSM-dekning (Telenor) på stedet.</i></li><li><i>d) Togleder skal ved behov underrette fører hvor på strekningen kjøre hastigheten skal redusere til sikthastighet pga. rasfare.</i></li></ol>
---

Som det framgår av ovennevnte er dagens bruk av togradio og hvordan feil på denne skal håndteres, sterkt regulert. Tilsvarende regler finnes ikke når det gjelder nødfrakoblingsløyfa, og den synes å kunne være fullstendig utkoblet til evig tid uten at det er et brudd verken på SJTs togframføringsforskrift eller JBV's trafikkregler.

## 4 INTERVJU MED FAGPERSONER

Det vil i det følgende presenteres en oppsummering av funnene fra intervjuene. Det refereres ikke direkte til hva hver enkelt person har sagt, hensikten med oppsummeringen vil være å presentere de ulike synspunktene til intervjuobjektene mest mulig korrekt.

### 4.1 Ulike systemer for nødsituasjoner

Intervjuobjektene ble forespurt hva slags systemer de kjente til, som kan brukes i en nødsituasjon. Alle nevnte GSM-R nødalarm og nødfrakobling som systemer de kjenner til. I tillegg ble ATC nevnt av de fleste, men dette ansees som en "passiv" barriere ettersom den ikke kan aktiveres av togpersonale selv, og aktiveres før en nødsituasjonen har oppstått. Det ble også nevnt at ATC heller ikke er en barriere når man passerer hovedsignal i stopp ved skifting på en stasjon. SIFA ble også nevnt av noen. Dette er et system som skal stoppe toget hvis lokfører har mistet bevisstheten eller har et annet illebefinnende. Nærmere beskrivelser av de nevnte systemene finnes i kapittel 2.

### 4.2 Erfaring og bruk av nødfrakoblingssystemet og GSM-R nødalarm

**Erfaring og bruk av nødfrakobling:** Ingen av intervjuobjektene hadde selv brukt NFK i en faresituasjon (dvs. utenom månedlige tester). De fleste hadde imidlertid diskutert bruken av nødfrakoblingssystemet med kolleger før intervjuet, og kunne fortelle at de kjente til hendelser hvor NFK var blitt benyttet til å avverge ulykker. Hendelsene de referer til var farlige situasjoner i tilknytning til KL-anlegget, f.eks. at en person går opp på togmateriell, og kan komme i nærheten av kontaktledningen. En togleder nevnte også et annet tilfelle hvor en kjøreledning falt ned, og skapte fare ved å ligge i nærheten av en plattform. I dette tilfellet ble NFK brukt.

Den samme toglederen fortalte at klatring på togmateriell skjedde ganske ofte, og at det i slike situasjoner var viktig å kunne koble fra strømmen. Toglederen mente imidlertid det var en bedre løsning å ringe til el-kraftscentralen og be de koble fra strømmen i det aktuelle området. Også fordi dette kan gjøres av førere av toget via GSM-R-nødalarm. De andre intervjuobjektene samstemte i at el-kraftscentralen heller kunne utløse en frakobling på den aktuelle strekningen, fremfor at togleder utløser nødfrakobling. Enkelte mente imidlertid at el-kraftoperatørene ville bruke lengre tid på å koble ut strømmen, sammenlignet med en utløsning via nødfrakobling.

Driftsleder på el-kraftscentralen i Drammen hadde en gang blitt bedt om å utløse nødfrakobling på en strekning for å hindre en mulig ulykke. Han valgte imidlertid å ta en lokal frakobling (på et mindre område av strekningen), ettersom det var lang tid til en eventuell ulykke kunne oppstått.

Lokføreren vi intervjuet opplevde at NFK-sløyfa ble testet ofte, men at spenningen i KL-anlegget som oftest ble borte av andre grunner, og at det derfor ikke var entydig når NFK ble utløst. I tillegg var han ikke klar over at NFK-systemet kunne være ute av drift over lengre tid langs enkelte strekninger. Dette var noe toglederne var fullt klar over, og det er lovlig å kjøre togene selv om NFK-systemet ikke er operativ på en strekning.

**Erfaring og bruk av GSM-R:** Både togledere og lokføreren uttalte at de hadde brukt GSM-R nødalarm ved enkelte tilfeller. Alle mente dette var et effektivt system som fungerte veldig bra. Lokføreren savnet imidlertid en mellomting mellom nødalarm og prioritet 3-samtale. Det er kun togleder som har mulighet til å foreta en punkt-til-punkt-samtale av prioritet 1. Lokføreren

presiserte også at det er dette systemet de bruker, på bakgrunn av alle de dieseldrevne kjøretøyene som går langs togstrekningene, og som ikke vil bli varslet om nødfrakoblingen utløses.

### 4.3 Rangering av viktigheten ved de ulike systemene

Intervjuobjektene ble bedt om å rangere de ulike nødsystemene etter viktigheten av deres funksjon. De to toglederne rangerte systemene i følgende rekkefølge: ATC, GSM-R, NFK. De resterende mente GSM-R var viktigst, dernest ATC og NFK. Denne rangeringen sammenfatter også deres gjennomgående syn på nødfrakoblingssystemet, som er at nødfrakobling er et utdatert system som ikke blir brukt i praksis. Dette er med unntak av farlige situasjoner i forbindelse med kontaktledningsanlegget, hvor togekspeditører eller annet personell kan være tilstede.

### 4.4 Fordeler og ulemper ved nødfrakobling

Alle intervjuobjektene ble bedt om å trekke frem fordeler og ulemper ved nødfrakoblingssystemet. De ulike personene hadde et meget sammenfallende syn på hva slags svakheter og fordeler dette systemet har.

**Fordeler:** De fleste nevnte at den klare fordelen med nødfrakobling er nytten den har ved farlige situasjoner tilknyttet el-farer. Dvs. i farlige situasjoner i forbindelse med kontaktledningen, hvor for eksempel personer går opp på togmateriell og kan komme i kontakt med KL-anlegget, eller at en kjøreledning faller ned på en plattform og kan være en fare for personer i nærheten.

Fordelen ved NFK i disse situasjonene er at TXP eller togleder, raskt kan utløse NFK ved å trykke på en bryterknapp. Responstiden er meget kort (ca. 2 sek /1/), noe som kan være avgjørende for å avverge en ulykke. Enkelte av intervjuobjektene mente imidlertid det var høyst tilfeldig om det var en person til stede i en slik situasjon, ettersom de færreste togstasjoner er betjent med TXP.

Et annet aspekt ved NFK som også ble nevnt, er den fordelen at kjørestrømmen allerede er koblet ifra hvis en ulykke oppstår. Dette kan være med å redusere konsekvensene av en ulykke. På den annen side kan dette være en ulempe ved f.eks. en brann inne i tunnel, da toget kan få problemer med å komme seg ut av tunnelen uten strøm i kontaktledningen.

**Ulemper/svakheter:** Et svakhetsmoment som de fleste påpekte, er at utløsning av NFK ikke vil påvirke/stanse dieseldrevne tog. Arbeidsmateriell på jernbanen er dieseldrevet, og utgjør omlag 4-5 % av togkilometerne som kjøres på jernbanestrekninger i Norge /4/. Det er også en stor andel av godstogene som er dieseldrevne, og det blir stadig flere dieseldrevne tog.

Tilgjengeligheten på NFK-systemet er heller ikke fullgodt: NFK-systemet dekker bare og med elektrisk framdrift på elektrifiserte jernbanestrekninger. Det dekker ikke dieseldrevne tog verken på elektrifiserte eller ikke-elektrifiserte strekninger, dvs. Rørosbanen, Nordlandsbanen, Raumabanen med flere. Dette anså de fleste intervjuobjektene som en stor ulempe ved systemet.

Et annet aspekt er at utløsning av NFK kun gjør kontaktledningen spenningsløs, uten å gi noen slags varsel eller beskjed om at NFK er utløst. Dermed vil en normal frakobling ved omkobling for vedlikeholdsarbeider eller kortslutning og automatisk utkobling av kontaktledningen (f.eks. på grunn av feil ) gi samme indikasjoner som NFK for lokføreren. Dette er en stor svakhet fordi spenningen som oftest kortsluttes av andre grunner enn NFK, og lokfører vil dermed anta at det er et "normalt" strømbrudd når spenningen faller, fremfor en utløsning av NFK.



Lokføreren vi intervjuet fortalte at førere stadig opplevde at strømmen falt ut, og at føreren sjeldent tenkte på at dette kunne være en nødfrakobling. Driftsleder på Drammen el-kraftsentral kunne bekrefte at strømbrudd som følge av kortslutninger og vedlikeholdsarbeid forekom hyppig. Han viser til statistikk over bryterfall/kortslutninger registrert av Drammen el-kraftsentral i løpet av de siste årene, se Tabell 2 for tall fra 2010. I hans driftsområde ble det registrert mellom 350-400 kortslutninger årlig, noe som tilsvarer minst én frakobling daglig i snitt på disse strekningene (strekningene tilsvarer en stor andel av Norges jernbaneinfrastruktur).

På grunn av at kortslutninger i KL-anlegget skjer meget ofte, er det derfor ikke normalt å følge prosedyrene for NFK når spenningen faller i KL. Dette inntrykket var sammenfallende med de andres oppfatninger: føreren av toget vil ikke nødvendigvis redusere farten til 40 km/t, slik som de er pålagt, ved en utløsning av NFK. Dette kommer av at de vil utnytte farten til toget hvis strømstans oppstår, slik at toget kan komme seg over toppen av en bakke eller kan stoppe på et sted mer egnet til evakuering, og i beste fall ved en stasjon med veiforbindelse. Denne reaksjonen fra togførerne henger tydelig sammen med at strømstans skjer relativt ofte.

Flere av intervjuobjektene nevnte også den mangelfulle testingen av NFK-systemet som en potensiell svakhet. Man vet at det kan genereres strøm (fra induert spenning) i nødfrakoblingsløyfa når det er høy belastning på jernbanestrekningene, og at dette kan føre til at

**Tabell 4: Oversikt over bryterfall/kortslutninger registrert av Drammen el-kraftsentral i løpet av 2010. Bryterfall forårsaket nødfrakobling er utelatt.**

Utgående linjebrytere	Antall bryterfall/kortslutninger
Asker-Drammen	50
Drammen - Asker	46
Drammen - Skollenborg	57
Skollenborg - Nordagutu	31
Nordagutu - Larvik	70
Larvik - Skoppum	44
Skoppum – Sande	25
Sande - Drammen	40
<b>Totalt</b>	<b>363</b>

NFK ikke vil fungere. Hver nødfrakoblingsløyfe testes en gang i måneden, men testes når det er minimal last/trafikk på jernbanestrekningen. Dermed har man ikke statistikk på hvor ofte en får korrekt utløsning ved høy belastning på jernbanestrekningen. Jernbaneverket har ikke prosedyrer på å teste NFK når det er full last i trafikken.

En annen faktor som enkelte også nevnte, er at NFK-anlegget er gammelt, noe som fører til mye vedlikeholdsarbeid og ustabilitet i systemet. Driftsleder på Drammen el-kraftsentral uttalte at det var mye feil på NFK-anlegget, og at noen strekninger var mer sårbare enn andre avhengig av hvor kompleks nødfrakoblingsløyfa er.

I et innledende møte med styringsgruppa ble prosjektmedarbeidere fra DNV gjort kjent med at det er utarbeidet en rapport (EB.800102-000) som tar hånd om problematikken ved EMC som er utprøvd og godkjent i jernbaneanlegg. Dette fjerner eller reduserer EMC-problemene og behovet for å ta test ved stor togtrafikk blir da mindre.



Det er også andre opplagte ulemper ved dette systemet: lokfører eller annet togpersonale har ikke mulighet til å utløse NFK, og NFK kan kun utløses hvis det er en TXP tilstede (eller via togledersentralen). Ettersom flere og flere av dagens stasjoner er ubetjente, er det liten sannsynlighet for at en ulykke oppdages av en person som har tilgang til en nødfrakoblingsbryter. Dette var noe alle intervjuobjektene nevnte som en ulempe ved systemet.

#### 4.5 Synspunkter på å fjerne nødfrakoblingssystemet

Alle intervjuobjektene ble oppfordret til å dele sine synspunkter om å fjerne nødfrakoblingssystemet. Samtlige mente at nødfrakoblingssystemet var et foreldet og sårbart system som ikke vil være nyttig ved en fare for kollisjon mellom tog-tog eller tog-objekt. Bakgrunnen for disse synspunktene bestod av to hovedargumenter. Det første argumentet er de nye systemene, GSM-R og ATC, som i dag erstatter NFK sin funksjon ved fare for en kollisjon. Det andre argumentet er NFK sin største svakhet: lokførere opplever stadig spenningsbortfall i KL og utløsning av NFK kan i verste fall ha liten/ingen umiddelbar effekt i en nødsituasjon.

For øvrig mente noen at systemet hadde en verdi når det kom til el-farer. Her var intervjuobjektene splittet: noen mente at el-kraftsentralen kunne koble ut strømmen like raskt som en nødfrakoblingsutløsning. Dette er samtidig avhengig av at togledersentralen og el-kraftsentralen er samlokalisert, slik at toglederen raskt kan gi beskjed til el-kraftoperatørene.

Tatt i betraktning de ulike synspunktene, var alle enige om at systemet hadde liten eller ingen verdi for å stoppe tog, men at det muligens har en verdi for nødsituasjoner i forbindelse med KL-anlegget.

Intervjuobjektene ble også bedt om å foreslå andre tiltak som bør gjøres på andre systemer om nødfrakoblingssystemet fjernes. Det ble da nevnt at togleder burde ha mulighet til å koble ut strømmen raskt, slik som i dag, men med en annen teknisk løsning enn den som er i dag. Noen mente at hvis nødfrakoblingssystemet skal fjernes, burde det etableres et system som kan koble ut energiforsyningen på en strekning raskere enn el-kraftsentralen kan gjøre ved normale koblingsordrer.

## 5 FORDELER OG ULEMPER VED DE ULIKE NØDSYSTEMER

Dette kapittelet tar for seg fordeler og ulemper ved nødfrakoblingssystemet, samt ATC og GSM-R, som er de nyere systemene for nødsituasjoner. Intervjuene ga et godt grunnlag for videre vurdering av nødfrakoblingssystemet, og intervjuobjektene hadde et meget sammenfallende syn på systemenes funksjoner og nytte per i dag.

### 5.1 Nødfrakobling

For å vurdere fordeler og ulempene ved nødfrakoblingssystemet har vi tatt utgangspunkt i de ulike synspunktene intervjuobjektene hadde. Ingen av intervjuobjektene kunne erindre bruk av nødfrakoblingssystemet for å forhindre en kollisjon tog mot tog eller tog mot objekt. De fleste kjente imidlertid til hendelser hvor kollegaene hadde benyttet nødfrakobling for å forhindre en ulykke i forbindelse med KL-anlegget.

Lokførerne opplever ofte at kontaktledningsspenningen blir borte, men det er som oftest andre grunner til at strømmen i kontaktledningen ble borte, som f.eks. utkobling på grunn av kortslutning av dyr og fugler, kontaktledningsnedfall, trefall over kontaktledning, feil på omformerstasjon eller omkobling grunnet vedlikeholdsarbeider.

#### 5.1.1 Fordeler

1. **Nødfrakobling er et nyttig og effektivt system ved en nødsituasjon i forbindelse med el-farer.** En klar fordel ved nødfrakoblingssystemet er nytten den har ved el-farer. I slike situasjoner kan TXP eller togleder effektivt koble ut strømmen i kjøreledningen.
2. **TXP har mulighet til å påvirke direkte i en nødsituasjon.** Som togekspeditør, har man nødfrakoblingsbryteren lett tilgjengelig, og man kan direkte utløse nødfrakoblingen uten å måtte kontakte togleder på forhånd. Det skal kun ta ca. 2-3 sekunder før den er operativ. Dette kan være en effektiv måte å avverge ulykker på.
3. **Kontaktledningsspenningen kobles ut ved en aktivering av nødfrakobling.** En utløsning av NFK fører til at strømmen er koblet av i nødsituasjon, noe som kan være fordelaktig når en ulykke først har skjedd.

#### 5.1.2 Ulemper og svakheter

I intervjuene ble det nevnt flere uheldige aspekter ved nødfrakoblingssystemet. Disse ulempene hadde større eller mindre viktighet for bruken av systemet, og her presenteres en rangert liste over disse ulempene:

1. **NFK virker ikke på dieseldrevne tog og kan føre til at farlige hendelser ikke blir avverget.** Alt arbeidsmaterieell er dieseldrevet, samt en stor del av godstogparken. NFK vil ikke virke på dieseldrevne tog, og kan derfor ikke avverge potensielle ulykker hvor arbeidsmaskiner er involvert. Statens Jernbanetilsyn fører statistikk på antall togkilometere som blir kjørt av persontog, godstog og arbeidsmaskiner per år /4/. Statistikken viser at omlag 5 % av togkilometrene som ble kjørt i Norge i tiden 2007-2009 var kjørt av dieseldrevne arbeidstog og disse står for ca 20 % av "pass-hendelsene" /6/. I tillegg er en ikke ubetydelig andel av godstogtrafikken dieseldrevet på de fleste strekninger. Det kjøres også dieseldrevne persontog på flere av de elektrifiserte strekningene.

Arbeidsmaskiner står for en stor andel av passhendelsene. I følge statistikk fra Statens havarikommisjon for Transport (SHT), har arbeidsmaskiner en andel på 20 % av alle passhendelser for årene 2002-2008, se Vedlegg 4. Dette er relativt høyt sammenlignet med at arbeidsmaskiner står for omlag 5 % av togkilometerne som kjøres årlig. Om lag 50 % av disse passhendelsene var passering av hovedsignal i stopp, som kan gi de mest alvorlige konsekvensene.

2. **Hyppige utkoblinger av spenningen i kontaktledningen fører til at lokførere ikke alltid følger pålegg om hastighetsreduksjon ved bortfall av KL-spenning.** Kjørestrommen i KL-anlegget forsvinner en eller flere ganger daglig på de fleste baner. Eksempelvis er det for et banesjefsområde ved Drammen el-kraftsentral registrert 360-400 KL-utkoblinger årlig. Data fra Mellerste Bandistrikt i Sverige i 2002 viser 10 000 fraslag og utkoblinger hvorav 12 var initiert av aktiv bruk av nødfrakobling. Lokomotivfører på et tog vil ikke vite hva som forårsaker utkoblingen, enten det er utløsning av NFK eller normalt forekommende ut- og innkoblinger. For lokomotivføreren vil ethvert strømbrydd fortone seg på samme måte. Derfor er ikke “nødfrakobling!” første tanke hos lokomotivfører dersom nødfrakobling er utløst og kontaktledningen blir spenningsløs. Dette medfører at det ikke er sikkert at lokfører reduserer farten til sikthastighet og maksimum 40 km/t som første aksjon, slik som de er pålagt å gjøre, men heller utnytter farten de har for å avvente situasjonen og eventuelt stanse toget et sted mer egnet for evakuering. Dette kan i verste fall føre til at NFK i liten grad påvirker umiddelbar framføring av toget, og ulykken vil kanskje ikke bli avverget.
3. **Togene kan kjøre selv om nødfrakoblingssystemet er ute av drift.** Hverken Togframføringsforskriften eller Jernbaneverkets trafikkregler forbyr trafikk dersom NFK-systemet er ute av drift. Enkelte av intervjuobjektene kunne fortelle at nødfrakoblingssløyfa kunne være ute av drift over lengere perioder (fra en til flere uker) i noen områder, og lokførerne blir heller ikke informert om at nødfrakoblingen ikke fungerer på disse strekningene. Til sammen utgjør disse faktorene et betydelig tap i påliteligheten til NFK-systemet. Det ble opplyst i møter og kommentarer at nødfrakoblingssløyfa på Ofotbanen har ligget ute i ca 2 år.
4. **NFK fungerer ikke på ikke-elektrifiserte strekninger.** En betydelig andel av jernbanenettets traséer er fremdeles ikke-elektrifisert. Figur 5 viser en grafisk fremstilling av jernbanenettet i Norge, hvor elektrifiserte og ikke-elektrifiserte linjer er markert /3/. De største ikke-elektrifiserte banene er Nordlandsbanen og Rørosbanen. Ifølge Jernbaneverkets nøkkeltall /3/ består infrastrukturen av 1498 linjekilometer med ikke-elektrifiserte baner. Det er derfor en svakhet at nødfrakoblingssystemet ikke kan benyttes her.
5. **Indusert støy fra kjørestrommen kan føre til at utløsning av NFK ikke er korrekt.** Ved høy belastning kan en risikere at nødfrakoblingen ikke løses ut slik den skal pga. indusert støy fra kontaktledningen /1/. Det finnes en løsning på dette problemet ifølge rapport EB.800102-000, men det krever modifikasjoner av systemet.
6. **Mangelfulle testforhold.** Nødfrakoblingssløyfene testes en gang månedlig og i hovedsak når det er liten belastning på jernbanestrekningen for å forstyrre toggangen minst mulig. Dette medfører at man ikke får kartlagt eventuelle feil på sløyfa ved en høy belastning, som f.eks. feil i forbindelse med indusert spenning fra kontaktledningen, men ved en mindre endring i sløyfa kan dette endres. Ref pkt 5 over.
7. **Bidrag til forsinkelser.** Fra enkelte kilder er det påpekt at feilaktig utløsning av nødfrakoblingssystemet er en kilde til togforsinkelser. Basert på informasjon fra JBV /21/ har

vi identifisert ca 6 forsinkelsestimer på JBV's nett i perioden 01.11.2010 – 31.10.2011 pga nødfrakobling av kl, hvorav det meste synes å være tekniske feil og feilutløsninger. Ifølge JBV's årsrapport for 2010 /22/ var det i 2010 totalt registrert 11973 forsinkelsestimer på JBV's nett. Det er ikke helt sammenfall i registreringsperiodene fra JBV Årsrapport 2010 og NFK-hendelser i ovenfor spesifiserte periode, men begge dekker et sammenhengende kalenderår og det er ikke grunn til å anta store variasjoner. Med ovennevnte tall står NFK for ca 0,5 promille av registrerte forsinkelsestimer.



**Figur 5: Jernbanenettet i Norge: De grønne linjene er elektrifiserte baner og de oransje linjene er ikke-elektrifiserte baner.**

## 5.2 ATC/ERTMS

### 5.2.1 Fordeler

ATC er utrustet på alle fjernstyrte strekninger og her finnes også automatisk togdeteksjon. ATC og tilsvarende funksjonaliteter i det nye ERTMS-systemet gir signaler til tog for å sikre at toget stopper før det går ut over sin kjøretillatelse, og om toget framføres på en slik måte at dette ikke vil oppnås vil bremsene tilsettes automatisk. Alle tog som beveger seg på norske spor er utrustet med ATC og utrustningen synes å ha god pålitelighet. Tog som framføres uten virksom ATC må kjøre med redusert hastighet (maks 80 km/t).

Det stilles pålitelighets- og tilgjengelighetskrav til ATC-systemet og ERTMS i teknisk regelverk. Med ERTMS som baserer seg på informasjonsoverføring via GSM-R, kan kjøretillatelse oppdateres og inndras på ethvert punkt i sporet.

## 5.2.2 Ulemper og svakheter

### *ATC ikke utbygd på strekninger med manuelle togekspederinger*

ATC er ikke utbygget på ikke fjernstyrte strekninger eller strekninger uten sporfelter eller annen form for automatisk deteksjon av belagt spor, dvs lokalstyrte strekninger med manuelle togekspederinger. Dette er et bevisst valg siden et signalbilde i seg selv ikke gir tilstrekkelig kjøretillatelse for disse strekningene. Togeekspeditøren (TXP) ved stasjonen skal gi kjøretillatelse i tillegg til hva et eventuelt utkjørsignal måtte vise. Følgende elektrifiserte strekninger har manuell togekspedering og er ikke utrustet med ATC i dag:

- Østfoldbanens Østre linje (Ski – Sarpsborg)
- Gjøvikbanen på strekningen Roa – Gjøvik
- Flåmsbana (Flåm – Myrdal)
- Arendalsbanen (Nelaug – Arendal), opereres i dag som sidespor.

### *Ikke fullgod dekning ved utkjørsignaler*

Dagens norske ATC-system, enten det er DATC eller FATC, har en svakhet ved at de ikke greier å hindre tog som kjører mot “stopp” i utkjørsignal fra å komme inn i togveg for motgående tog hvis stasjonen ikke er utrustet med ATC-kryssingsbarriere. Det er ikke alle stasjoner som har denne funksjonalitet, men de fleste stasjoner i Østlandsområdet med passasjerutveksling som også er faste kryssingsstasjoner er utrustet med systemet.

### *Kun punktvis oppdatering*

I motsetning til nødfrakobling, GSMR-nødstopp og ERTMS kan dagens ATC-system, enten det er DATC eller FATC, kun gi oppdatert informasjon til toget ved punkter i sporet utrustet med baliser.

## 5.3 GSM-R

### 5.3.1 Fordeler

GSM-R er et jernbanededikert kommunikasjonssystem som er landsdekkende og dermed dekker alle banestrekninger og tog. GSM-R er også et internasjonalt togradsystem og er det valgte system for EU-landene gjennom deres interoperabilitetsdirektiv og tilhørende TSI-er (TSI = Tekniske spesifikasjoner for Interoperabilitet), og vil inngå i det nye ERTMS-systemet for sikring og styring av togtrafikk i Europa.

Gjennom GSM-R kan det sendes prioriterte nødstoppmeldinger fra alle personer i trafikken samt sikkerhetsansvarlig banepersonale som er ute på linjen. Meldingene kan raskt følges opp med nærmere informasjon om hva saken gjelder.

Bruken av GSM-R og hva som skal gjøres ved nødstopp, og ellers ved mangler og feil på systemet, er klart regulert i SJTs togframføringsforskrift og JBV's trafikkregler. Fra lokomotivførerens side er det også mindre motforestillinger mot å stoppe ved GSM-R nødansrop siden andelen “falske alarmer” er mindre enn ved nødfrakobling. Siden det ikke medfører bortfall av KL-spenning er det heller ikke noe problem å kjøre videre når hendelsen er utredet.

Roamingavtale med Telenor gjør at tilgjengeligheten for systemet de fleste steder er god også ved bortfall av basestasjoner i GSM-R systemet.



### 5.3.2 Ulemper og svakheter

Ved enkeltsituasjoner har utfall av sentralen i Trondheim medført stopp i togtrafikken over hele landet. Her gjøres det arbeider for å bedre robustheten. I tillegg har det vært en del utilsiktede og anonyme GSM-R-nødanrop ved feiloperasjoner av telefonen.

Ved enkelte lokale områder er det erfart dekningshull på GSM-R systemet. Ofte er områdene svært lokaliserte og årsaken er interferens fra basestasjoner hos kommersielle teleaktører. JBV har kartlagt dette /19/ og gjør kontinuerlig tiltak for å avhjelpe problemene.

Problemene er størst for stasjonære forhold og håndholdte terminaler, dvs. svake signaler og interferens ved håndholdte telefoner på plattform. Det kan ikke utelukkes at det finnes dekningshull ved signaler og dette kan være problematisk for å etterspørre og motta muntlig kjøretillatelse for å passere signal som feilaktig viser stopp. I /19/ vil det i omtalen av det enkelte dekningshull som regel nevnes at det aktuelle dekningshull ikke representerer noe problem for tog i bevegelse, dvs den togmonterte radioen har styrke til å motta signaler fra basestasjonen, eller at toget raskt vil være ut av dekningshullet ved kjøring.

En annen ulempe i forhold til nødfrakobling er at det tar litt tid å sette opp et GSM-R nødanrop, men det er normalt kun snakk om 5 – 10 sekunder. Et prioritert enkeltoppkall kan gå raskere, og for togleder som ønsker rask kontakt med et enkelt tog vil prioritert oppkall være raskeste metode.

Fra personale ute i trafikken etterlyses det ved enkelte anledninger muligheten for å gjøre prioritert enkeltoppkall til togleder. Dette kan være en fordel ved observasjon av nødsituasjoner i trafikken eller langs sporet som det kan være viktig å få tatt aksjon på raskt, men som kanskje ikke trenger noen nødstopps-aktivering av mange tog.

Nødanrop internt i GSM-R nettet har krav til en maksimum oppkoblingstid. Dette overholdes ikke alltid i dag.

## 6 SCENARIER OG RISIKOREDUKSJON VED NØDFRAKOBLING

### 6.1 Risikoscenarier for bruk av nødfrakoblingssystemet

#### 6.1.1 Sammenstøt på linjen fordi tog passerer signal i stopp

##### 6.1.1.1 Fjernstyrt strekning

Det alvorligste av disse er at tog kjører forbi et utkjørsignal i stopp på en kryssingsstasjon og toget kommer ut på linjen hvor et motgående tog har kjørt fra eller et tog i samme retning ikke er kommet inn til nabostasjonen, dvs. scenarier som kan lede til ulykker tilsvarende Tretten, Åsta og Lillestrøm. Dagens ATC-system sikrer på en god måte mot slike hendelser hvis toget har funksjonell ATC og tilstrekkelig bremseevne. Hvis det er snakk om et tog uten virksom ATC vil nødstoppmelding med GSMR være en klarere melding til togene om at de skal stoppe. Hvis problemet er bremsesvikt vil verken ATC, GSM-R-nødstopp eller nødfrakobling ha noen innflytelse. Etter at ATC er installert på alle fjernstyrte strekninger er scenarier som nevnes over sjeldne. Dette går også fram av oversikten over trafikkstyringhendelser i Vedlegg 1 som er nærmere omtalt i kapittel 6.2.

##### 6.1.1.2 Manuelt styrt strekning

På manuelt styrte strekninger gir et utkjørsignal som viser klarsignal ikke kjøretillatelse. Her skal toget i tillegg ha personlig avgitt kjøretillatelse fra stasjonens togekspeditør, samt at togpersonalet ved kryssinger skal verifiseres at kryssende tog er kjørt forbi.

Om lokfører kjører uten å ha fått kjøretillatelse, kan TXP ta nødfrakobling eller sende GSMR-nødanrop. Det siste gir klare stoppmelding til toget og kan brukes uavhengig av om strekningen eller toget er elektrifisert.

En annen og minst like sannsynlig faresituasjon er at TXP gir klarsignal til tog mot besatt strekning pga. feil med togmeldingene og føring av togmeldingsbok, ref hendelse Roa – Gran i 1996. I en slik situasjon er det kanskje mindre sannsynlig at GSM-R eller nødfrakobling benyttes, men også her vil GSM-R-Nødstopp være det sikkerhetstiltaket som har allmenn funksjonalitet uavhengig av banens energiforsyning og togets framdriftssystem, og som gir klare informasjon til lokfører om hvilket tiltak han skal iverksette. Siden slike manuelt styrte strekninger normalt mangler ATC og utrustning for automatisk detektering av sporbelegg, er nødfrakoblingssystemet en viktigere sikkerhetsbarriere på disse strekningene enn på fjernstyrte strekninger.

#### 6.1.2 Sammenstøt på stasjon

Vedlegg 1 presenterer en tabell over ulykker og hendelser i togtrafikken fra 1970 til dags dato. Tabellen viser at mange hendelser har skjedd på stasjoner hvor to tog har støtt sammen under inn-/utkjøring eller i forbindelse med skiftebevegelser. Her er ATC langt mindre effektiv enn for hendelser på linjen mellom stasjoner. Dette skyldes blant annet at det mangler sikkerhetsavstander til konfliktpunkt bak de fleste utkjørsignaler, samt at dvergsignaler og skiftesignaler som styrer skifteaktivitet ikke har ATC-dekning på samme måte som hovedsignaler.

Nøkkelen til effektiv inntreden fra eksterne i slike situasjoner er evne til å diagnostisere hva som holder på å skje. For togleder kan det være vanskelig siden han/hun kun har indikeringer på en skjerm å forholde seg til og ikke ser hva som skjer ute på stasjonsområdet. Som regel kommer da



kunnskapen for sent til å gjøre noe. En lokal TXP vil i noen hendelser ha mulighet for å gripe inn på et tidligere tidspunkt.

For dette scenariet kan ytterligere utbygging av ATC-kryssingsbarriere bidra til risikoreduksjon mens både NFK og GSMR-nødstopper blir sannsynligvis for trege. I tillegg er budskapet ved NFK-aktivering for uklart.

### 6.1.3 Andre trafikkfarer

#### 6.1.3.1 Sporet er ufarbart/ evakuering av tog mot ikke sperret spor

Det kan komme melding til togledere eller togekspeditører ved stasjoner om at jernbanelinja ikke er farbar på grunn av ras, trefall, utglidninger eller objekter i sporet, for eksempel fra et avsporet tog i nabospor på dobbelsporet strekning. Det samme ønske om umiddelbar stopp av trafikk i nabospor kan oppstå ved evakuering av brennende tog.

I slike situasjoner er det viktig å få gitt eventuelle tog på veg mot stedet beskjed om å stoppe. GSMR-Nødstopper vil være det sikkerhetstiltaket som har allmenn funksjonalitet uavhengig av banens energiforsyning og togets framdriftssystem, og som gir klareste informasjon til lokfører om hvilket tiltak han skal iverksette. Ikke minst vil det være tilfelle hvis trafikkpersonale i andre tog ser farer som de ønsker å ta aksjon på. Da kan de aktivere GSM-R- nødstopper direkte, mens bruk av nødfrakobling uansett vil kreve GSM-R oppkall til togleder eller togekspeditør ved en stasjon. Skjer det på en betjent stasjon kan selvfølgelig Txp aktivere nødfrakobling umiddelbart.

Frakobling av banestrømsmatningen som resultat av nedrevet kontaktledning kan i mange slike hendelser skje som følge av den hendelsen som gjør sporet ufarbart og kan komme uansett. Det er dog ikke noe man kan regne med og krever jording på begge sider for å være sikker utkobling.

#### 6.1.3.2 Løpsk tog eller bevisstløs fører

For tog med manglende eller utilstrekkelig bremskraft har nødfrakobling ingen positiv effekt, i verste fall kan det medføre at tog mister bremskraft ved bortfall av tilbakematende el-bremse. Hvis det er fare for sammenstøt med andre tog må det forsøkes rutet inn på et spor hvor sammenstøt ikke skjer eller hvor toget kan avspores med minst mulig konsekvenser.

Ved bevisstløs fører er det viktig å få stoppet toget. SIFA-utrustningen om bord i toget vil normalt gjøre dette, og for persontog kan annen togbetjening gripe inn. I tillegg vil ATC gripe inn og tilsette bremses og bringe toget til stopp hvis toget kjører ut over tillatt hastighet på ATC-utrustet strekning.

Umiddelbart kan nødfrakobling synes som et fornuftig tiltak om man ønsker å stoppe toget og SIFA ikke har grepet inn. Det vil over tid bringe toget til stopp for horisontalt spor eller stigning, men ikke om det er fall. Men i stigning vil toget høyst sannsynlig begynne å rulle bakover. Om det ikke sporer av, vil toget først komme til ro når det har funnet et lokalt lavpunkt som det ikke kommer ut av med innehavende bevegelsesenergi.

### 6.1.4 El-sikkerhet

På grunn av den høye spenningen er kontaktledningen farlig å komme i berøring med eller i nærheten av. Om man ikke greier å hindre folk å komme i posisjoner hvor kontaktledningen kan berøres, kan nødfrakobling være et virksomt sikkerhetstiltak hvis det er mulig å observere/ oppdage situasjonen. Utsatte personer kan være personer ansatt i JBV, trafikkoperatør, personer

som gjør oppdrag for disse eller andre personer som med eller uten vitende kommer i nærheten av KL-anlegget og dets forsyningsledninger. For denne faren kan nødfrakoblingssystemet ofte være det beste og raskeste tiltaket. Dette er diskutert nærmere i kapittel 6.4.

## 6.2 Driftserfaringer - Trafikksikkerhet og trafikkstyringshendelser

Vi har gjennomgått pass-hendelsesstatistikk rapportert av SHT /6/. I tillegg har vi Vedlegg 1 presentert en oversikt over ulykker og hendelser i togtrafikken med relevans til trafikkstyring siden 1970, delvis innhentet fra et annet prosjekt /10/, og delvis supplert med hendelser beskrevet i SHT-rapporter.

### 6.2.1 Pass-hendelser

SHTs rapport /6/ inneholder en oversikt over hendelser der tog har passert signal i "stopp" uten tillatelse (passhendelse) i perioden 2002-2008. Rapporten tar utgangspunkt i data innrapportert til Statens havarikommisjon for transport (SHT) gjennom et utvidet spørreskjema for passhendelser. Det viste seg at mange passhendelser ikke var innrapportert, noe som gjorde den statistiske delen av rapporten er begrenset.

Noen av tabellene fra SHT-rapporten er gjengitt i Vedlegg 3 og vi skal gjengi noen av konklusjonene som kan gjøres basert på disse tabellene:

1. Totalt er det registrert 539 pass-hendelser i årene 2002- 2008. Det tilsier i gjennomsnitt 77 hendelser per år.
2. Av hendelsene er 109 registrert for "Arbeidsmaskiner" (20,3%) som er en stor overrepresentasjon i forhold til det antall togkilometer som er estimert for disse.
3. Passhendelser ved ulike signaler som andel av totalen:
  - a. Passering av dvergsignaler representerer: 178 hendelser, 33 % av totalen.
  - b. Passering av innkjørhovedsignaler: 110 hendelser, 20.4 % av totalen.
  - c. Passering av utkjørsignaler (størst farepotensiale): 101 hendelser, 18.7 % av totalen.
4. De fleste hendelsene totalt skjer i Østlandsområdet. Oslo S er den stasjonen med flest passhendelser, som knapt er noen overraskelse siden det er klart den stasjonen med flest signalpasseringer av alle typer. Deretter kommer Lillestrøm, Skøyen og Asker.

Ved Jernbaneverkets nett er høyeste lovlige hastighet ved skifting 40 km/t. Ved Oslo S og mange andre stasjoner på Jernbaneverkets nett er tillatt hastighet over stasjonene begrenset til 40 km/t. I slike tilfeller representerer nødfrakobling ingen ytterligere begrensning enn det som er maksimalt tillatt hastighet i utgangspunktet.

Dette gjelder ifølge Network Statement blant annet følgende stasjoner:

- Sentrale deler av Oslo S: 40 km/t
- Drammen: 40 km/t
- Kongsberg: 40 km/t
- Nelaug: 40 km/t
- Kristiansand: 20 km/t
- Stavanger: 40 km/t
- Moss: 35 km/t
- Fredrikstad: 40 km/t
- Halden: 40 km/t

- Kongsvinger: 40 km/t
- Trondheim: 30 km/t

Samt flere som ikke er nevnt.

De fleste passhendelsene medfører at tog som passerer hovedsignal uten kjøretillatelse glir forbi signalet pga. glatte skinner, signalet blir revet, eller blir tatt i nødstop av ATC, uten ytterligere konsekvenser. Ved direkte forespørsel til Hans Bjørnseth i SHT som har vært ansvarlig for utarbeidelsen av rapport /6/ kunne han ikke erindre at det var rapportert passhendelser hvor toget etter passering av restriktivt signal i hovedsignal hadde fortsatt som ingenting hadde skjedd.

## 6.2.2 Individuelt rapporterte hendelser

Vedlegg 1 viser en tabell med nøkkelinformasjon om “trafikkstyringhendelser” på JBV's nett siden 1970. Med trafikkstyringhendelser forstås hendelser hvor tog har støtt sammen eller vært på veg til å gjøre det uten forutgående annen hendelse. Totalt er det listet 28 ulike trafikkstyringhendelser i Vedlegg 1. Av disse er det kun 1 hendelse hvor vi vet at nødfrakoblingssystemet har hatt signifikant påvirkning på hendelsen. Det er også brukt ved andre hendelser, men det er usikkert om det har hatt noen effekt.

### 6.2.2.1 Hendelser hvor NFK er brukt

1. **Dal-Bøn, 1984:** I 1984 var 2 tog på kollisjonskurs mellom Dal og Bøn. ATC var installert på banen, men det toget som passerte stoppsignal var ikke utrustet med ATC. Ingen togradioforbindelse. Nødfrakobling av kontaktledning ble foretatt og noen alvorlig ulykke skjedde ikke. (I dag, 2011, er det krav om at alt materiell skal ha virksom ATC når det settes i trafikk for dagen.)
2. **Lysaker, 1990:** Ved Lysakerulykken i 1990 passerte et vestgående lokal tog stoppsignal på Skøyen og fortsatte i motgående hovedspor mot Lysaker hvor det var et lokaltog på veg mot Oslo. Det inngående lokaltoget bremsset før sammenstøtet, mens det vestgående toget ikke gjorde det. Oppbremsingen kan ha vært et resultat av nødfrakobling og spenningsbortfall, men det kan også skyldes signalfall for innkjørhovedsignal til Skøyen som følge av det motgående toget. Det var ikke ATC-dekning på Oslo S og Skøyen når hendelsen skjedde og det var heller ingen togradioforbindelse.
3. **Asker, 2004:** Nødfrakobling ble tatt av TXP Asker da han pga teknisk feil kom i skade for å legge om en sporveksel i en låst togveg for tog 64 fra Liertunnelen og inn på Asker stasjon. Tog 64 stoppet før innkjørhovedsignal B422 ved Asker og årsak til dette synes å være at kjørsignalet falt da sporvekselen ble lagt om. Bortfall av KL-spenning var kanskje med på å klargjøre alvoret i hendelsen, men tog skal uansett forsøke å stoppe foran signaler som blir revet foran toget (SHT. JB-rapport 4/2006).

### 6.2.2.2 Kontrafaktiske hendelser hvor NFK kunne virket

Med dette mener vi hendelser hvor NFK kunne ha virket om det var brukt eller vært installert, men hvor andre tiltak eventuelt ble brukt, eller ulykken ikke kunne avverges.

1. **Hamar – Ottestad, 2000:** Et togradiooppkall forhindret et tog å kjøre inn på en besatt strekning det hadde fått kjørsignal til, og en mulig ulykke ble avverget. Linjeblokken var utkoblet og det ble stilt kjørsignal (grønt) fra begge sider og ATC hadde ingen sikkerhetsfunksjon. Et nødfrakoblingssystem eksisterte på strekningen og hadde kanskje

opnådd samme resultat som togradiooppkallet, men det ble ikke brukt og ville medført større trafikkforstyrrelse.

2. **Åsta, 2000:** Sammenstøt på Rørosbanen som er en dieseldreven bane, av den grunn var nødfrakobling helt irrelevant. Men hendelsen kunne sannsynligvis ha vært avverget eller redusert om det hadde vært en elektrisk bane med system for nødfrakobling. Det samme gjelder om det hadde vært ATC-ved Rudstad stasjon eller togradiodekning.

### 6.2.2.3 Andre hendelser

De andre nyere hendelsene (etter 2000) listet i tabellen i Vedlegg 1, er av en slik karakter at en nødfrakobling ikke hadde vært effektiv av ulike grunner. For de fleste av hendelsene, unntatt hendelsen Alnabru – Sjursøya, har det heller ikke vært store alvorlige konsekvenser.

Interessant er det at ved ca. 3-4 av hendelsene (10 – 15 % av hendelsene) i Vedlegg 1 var det tog uten elektrisk traksjon som eventuelt skulle stoppes på en elektrifisert strekning og nødfrakobling ville uansett ikke virket. Dette samsvarer med data fra /6/ hvor banemaskiner er overrepresentert i forhold til trafikknivå ved passhendelser.

Et par av tilfellene i Vedlegg 1 omfatter også tog uten brems, eller med sterkt redusert bremsevne hvor eventuelt personale om bord er fullt klar over faresituasjonen. I slike situasjoner hjelper verken nødfrakobling, ATC eller GSM-R nødstop.

## 6.3 Pålitelighet av nødfrakoblingssystemet

### 6.3.1 Teknisk pålitelighet

Feilfrekvensen til nødfrakoblingssystemet er i teknisk regelverk definert som andel feilede frakoblingsforsøk i forhold til antall ganger nødfrakoblingsutløsning er prøvd. Feilfrekvensen inkluderer utløsning fra trykknapper, kontrollutrustning i stasjon og utløsning fra togleder. Feilfrekvensen på nødfrakoblingssystemet skal være mindre en 0,005 ifølge Teknisk regelverk /2/. Nødfrakoblingssløyfa testes regelmessig, men stort sett i perioder med lav trafikk, og erfaringene er at funksjonaliteten når den er innkoblet er god.

Det er reist spørsmål med om nødfrakoblingssløyfa fungerer like godt ved stor trafikk da magnetfeltet rundt kontaktledningen i slike situasjoner kan indusere spenninger i nødfrakoblingssløyfa slik at reléer ikke faller ved aktivering, men vi har ikke fått informasjon om at slike hendelser har skjedd i virkeligheten.

Tilgjengeligheten til nødfrakoblingssløyfa inngår ikke i ovennevnte pålitelighetskrav. Ved feil på sløyfa må den enkelte ganger kobles vekk for ikke å få kontinuerlig frakobling av kontaktledningen og full stans i togtrafikken. Slike feil kan være vanskelig å lokalisere på grunn av nødfrakoblingssløyfenes lange utstrekning og den kan enkelte ganger bli liggende ute i mange dager, kanskje uker i ekstremtilfeller. 1-2 % utilgjengelighet er derfor ikke et urimelig anslag.

### 6.3.2 Funksjonell pålitelighet

I realiteten er den funksjonelle påliteligheten inkludert muligheten for aktørene til å oppdage situasjonen, samt gjøre de riktige tiltak gitt nødfrakobling, en helt annen. Sannsynligheten for at systemet ikke vil oppnå tilsiktet funksjon i forhold til å stoppe tog og skift i forbindelse med trafikkstyringshendelser er satt sammen av mange bidrag, hvorav de viktigste er:

1. Togleder eller togekspeditør oppdager ikke hendelsen før det er for sent å gripe inn. Det vurderes at en lokalt togekspeditør har noe bedre mulighet for å gripe inn tidsnok siden han kan direkte observere hva som er i ferd med å skje i motsetning til togleder som kun har indikeringer på skjerm og tilhørende alarm for å identifisere situasjonen. Spesielt ved utkjøring fra stasjon med signal i stopp er det svært kort tid til rådighet. Et kvantitativt estimat på sannsynlighet for tidsnok inngripen er:
  - a. Togleder: 0,6
  - b. Lokal togekspeditør: 0,8
2. For at nødfrakobling skal ha noen effekt er det nødvendig at helst begge tog er elektrisk drevne. Dette er ikke alltid tilfelle, blant annet er alle Jernbaneverkets arbeidsmaskiner dieseldrevne og disse har et kilometerløp på ca 5 % av det totale antall togkilometre på nettet og det er rimelig grunn til å tro at denne typen tog og maskiner i tillegg får hyppigere stoppsignal enn andre tog. Arbeidsmaskiners andel av passhendelser er 20 % /6/. På de fleste elektriske strekninger framføres det i tillegg dieseldrevne kommersielle tog. Et forsiktig anslag på andelen elektriske tog ved nødfrakoblingshendelser er: 0,85
3. Ved feil på nødfrakoblingssløyfa må den enkelte ganger kobles vekk for ikke å få kontinuerlig frakobling. Siden slike feil kan være vanskelig å lokalisere kan nødfrakoblingssløyfa enkelte ganger bli liggende ute i mange dager og kanskje uker. 1-2 % utilgjengelighet er ikke utenkelig. Vi anslår derfor driftstilgjengeligheten til sløyfa til: 0,985.
4. Teknisk pålitelighet til funksjonell nødfrakoblingssløyfe som beskrevet under 6.3.1: 0,995
5. Lokførers aksjon. Selv om regelverket klart krever at lokomotivfører skal redusere hastigheten til sikthastighet og maks 40 km/t når kontaktledningsspenningen forsvinner er det flere forhold som gjør at lokomotivfører kanskje drøyer med å gjennomføre et slikt tiltak. Aktivert nødfrakobling står for 1 – 3 promille av alle kontaktledningsfrakoblinger, og når kontaktledningsspenningen forsvinner er det ikke nødfrakobling lokomotivføreren først tenker på. Lokføreren vil derfor ofte avvende situasjonen før hastigheten reduseres for å se om det kommer gjeninnkoblinger, eller for å finne et hensiktsmessig sted å stoppe i forhold til videretransport av reisende. Påliteligheten av lokføreren umiddelbare hastighetsreduksjon må derfor anslås relativt lav: 0,6.

Gitt ovennevnte tall vil den funksjonelle påliteligheten til nødfrakoblingssløyfa med tilhørende handlinger som et sikkerhetstiltak til å avverge sammenstøt ved feil i trafikkstyringen være omtrent som følger:

- Aktivert av togleder: 0,30
- Lokal togekspeditør: 0,40

Når man også vet at nødfrakobling ikke er den først prioriterte aksjon, i alle fall ikke for togleder, er nytten av systemet for å avverge sammenstøt ved feil i trafikkstyringen svært begrenset.

### 6.3.3 Effekt på PLL

Med PLL forstås “probable loss of life” eller “forventet tap av menneskeliv”. PLL-verdier for ulike uhellsscenarioer med dagens ATC og GSM-R eksklusiv effekt av NFK er beregnet i /19/ basert på 2 uaktsomme rødlyspasseringer per år. Vi vil bruke basis fra disse beregningene for en grov kvantifisering av effekten på PLL av nødfrakoblingssystemet for sammenstøtfare. For de

andre identifiserte farehendelsene fra /19/ forutsettes vil et GSM-R anrop til togleder være nødvendig for å be om nødfrakobling og da vil det være mer effektivt å sende GSMR-nødstoppmelding.

Forutsetningene er som følger:

- 80 % av rødlyspasseringer forekommer på fjernstyrt elektrifisert strekning
- 5 % på elektrifisert strekning uten fjernstyring og ATC.
- De resterende 15 % av trafikken er da på ikke-elektrifisert strekning hvor NFK uansett ikke vil ha noen funksjon.
- Der er antatt at 99 % av togene har virksom ATC for fjernstyrte strekninger og 0 % for manuelt styrte strekninger.

Det neste ulykkeshindrende tiltak antas å være GSM-R nødstop. Det viktigste suksesskriteriet her er om hendelsen oppdages tidnok til at ulykken kan avverges og er lik for GSM-R og NFK:

- Andel som oppdages tidnok til at GSM-R nødstop eller NFK kan virke ulykkeshindrende:
  - Fjernstyrt strekning: 0,6
  - Lokalstyrt strekning: 0,8
- Pålitelighet av GSM-R: 0,99
- Pålitelighet av NFK inkludert nedetid av NFK, dieseltog etc: 0,8
- Pålitelighet av lokførers hastighetsreduksjon ved spenningsfrakobling: 0.6

Med ovennevnte tall kan man beregne sannsynlighet for PLL-hendelse med og uten nødfrakobling for fjernstyrte og ikke fjernstyrte strekninger som vist i Tabell 5.

**Tabell 5: Beregning av PLL for nødfrakobling**

	Fjernstyrt strekning	Lokalstyrt strekning	Sum
Antall rødlyspass	1,6	0,1	1,7
P (Ulykke med NFK)	0,00336	0,0103	0,01367
P (Ulykke uten NFK)	0,00646	0.0198	0,0263
P (Forskjell)	0,0031	0.0095	0,0126

Hvis vi gir hver hendelse en konsekvens på 2 døde gir ovennevnte beregninger følgende årlig effekt på PLL-verdien:

På fjernstyrt strekning med ATC (eller ERTMS): 0,0062

På lokalstyrt strekning uten ATC: 0,0195

Som man kan se er risikoen først og fremst knyttet til lokalstyrte strekninger og det er på disse strekningene at risikoøkningen er størst ved fjerning av nødfrakoblingsfunksjonen og hvis man bygger om dagens lokalstyrte strekninger til fjernstyrte strekninger med linjeblokk og ATC vil det mer enn kompensere for tap av NFK.

Effekten på PLL av nødfrakobling er i dag relativt liten for trafikkstyringshendelser, og vesentlig større vedrørende el-sikkerhetseffekten. Se kap 6.4.

## 6.4 El-ulykkeshendelser

### 6.4.1 Personkontakt med spenningsatt kontaktledning

Nødfrakobling av kontaktledningen kan være et middel til å unngå ulykker og skader knyttet til strømgjennomgang og lysbuer mot personer som kommer i kontakt med eller for nær en spenningsatt kontaktledning. For å undersøke omfanget av slike hendelser har vi gått igjennom ulykkesoversikt fra DSBs (Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap) og det tidligere Produkt- og elektrisitetstilsynet når det gjelder el-sikkerhetsulykker /9/.

Gjennomgangen har avdekket 14 ulykker, fra 1998-2011, hvor Jernbaneverkets kontaktledning har vært involvert. En oversikt over ulykkene samt to hendelser hvor nødfrakobling bidro til å unngå mulig skade er vist i Vedlegg 3.

To av ulykkene har gitt dødsfall, dvs. hendelse 9 og 12. Ofte har hendelser med alvorlige konsekvenser skjedd ved klatring på materiell under spenningsatt kontaktledning. I andre av hendelsene har ofrene fått svært alvorlige skader med varige men og i mange tilfeller amputering av ben eller armer. Dette gjelder blant annet hendelsene 3, 6, 7, 10, 13 og 15. Blant hendelsene med lykkelig utgang er hendelsene 1 og 5:

1. Ved en avsporing av elektrisk lokomotiv på Kongsvinger var kontaktråden kommet under strømvatageren uten at det var skjedd automatisk frakobling. For å sikre rømning fra loket av togpersonalet tok TXP, i samråd med lokpersonalet, nødfrakobling av kontaktledningen.
5. En paraglider på feil kurs ble hengende i kontaktledningen på Voss stasjon og hvor det ble tatt nødfrakobling og ingen personskade skjedde.

Ved hendelsen på Voss er det grunn til å tro at nødfrakobling kan ha reddet personens liv, eller i alle fall avverget alvorlig skade. Det samme kan være tilfelle ved hendelse nr 1 på Kongsvinger stasjon, men her er det noe mer usikkert på om det kunne ha vært tid til å gjennomføre frakobling fra el-driftsentral.

I følge Frode Kyllingstad i DSB var Jernbaneverkets kontaktledningsanlegg en vesentlig bidragsyter til el-sikkerhetsdødsfall i Norge. Det er ca. 1 dødsfall årlig pga. el-sikkerhet i Norge og 15 – 20 % av disse kommer fra Jernbaneverkets anlegg. I Sverige er ifølge Frode Kyllingstad både antall dødsfall og det prosentvise bidraget fra jernbanens kontaktledningsanlegg høyere. Dette synes bekreftet av informasjonsansvarlig Bodil Sonesson i Banverket som i 2009 sa til TT at det på det svenske jernbanenettet skjedde slike ulykker et par ganger i året.

### 6.4.2 Kontaktledningsneddriving og automatisk gjeninnkobling

Årlig er det ca 150 kontaktledningsfeil i form av neddrivninger o.l. ved Jernbaneverkets nett i følge JBV's årsrapporter. Ulike vern vil sikre at kontaktledningsspenningen automatisk kobles ut ved nedfall eller andre feil som kan være kortslutninger av fugler og klatrende dyr.

Når ulike vern aktiverer utkobling av kontaktledningen gjøres automatisk gjeninnkobling. Opptil 3 automatiske gjeninnkoblingsforsøk skal foretas dersom effektbryteren er utløst av distansevern, overstrømsvern, 100 Hz vern eller underspenningsvern på et utgående linjefelt. Første gjeninnkobling foretas 5 s etter at effektbryteren er utløst og deretter henholdsvis 30 s og 180 s

etter at forutgående gjeninnkoblingsforsøk er avsluttet. Hvis tredje gjeninnkoblingsforsøk er mislykket skal bryteren blokkeres slik at ny innkobling bare kan gjøres etter en deblokking og en ny inn-kommando er gitt fra kontrolltavle/fjernkontroll. I de fleste situasjoner er automatisk innkobling ufarlig for mennesker, spesielt i forbindelse med kortslutning pga. fugler eller klatrende dyr. Når spenningen kobles fra slukker lysbuen, kortslutningsobjektet faller fra, og ved gjeninnkobling er anlegget som normalt.

I forbindelse med nedfall/nedrivning av kontaktledning på stasjon hvor toget står ved plattform, og spesielt om toget har passasjerutveksling, kan den automatiske innkoblingen være farlig. I slike tilfeller hender det at togpersonalet ber om frakobling av kontaktledning for å hindre gjeninnkoblings-forsøk, spesielt om det er togsett hvor de ikke har kontroll på dørene. Ofte gjøres dette ved nødfrakoblingsknappen fordi den er enklest tilgjengelig for togleder eller tog-ekspeditør. Men nødfrakobling er ingen tilstrekkelig sikring av den nedfalte ledningen. For at den skal være sikker kreves det forskriftsmessig jording på begge sider.

Vi har fått informasjon om to slike hendelser hvor det er tatt nødfrakobling ved nedfalt kontaktledning, ved Kongsvoll på Dovrebanen og ved Hauketo på Østfoldbanen. Dette er neppe noen full liste, siden det er godt over 100 kontaktlednings-nedrivninger på Jernbaneverkets banenettet hvert år.

I DSBs oversikt over el-ulykker vi har vært igjennom kan vi ikke finne dødsfall eller personskade på bakgrunn av nedreven kontaktledning de siste 10 år. Om dette da kan tilskrives nødfrakobling, eller at situasjonen med nedrevet kontaktledning ikke er så farlig som man tror, er usikkert.

Vi kjenner også andre hendelser hvor nødfrakobling er brukt i el-sikkerhetsøyemed, f.eks. ved avsporing på Kongsvinger stasjon 31. mai. 2011, hvor nødfrakobling ble brukt av TXP på stasjonen for å sikre evakuering av lokpersonalet i en situasjon hvor kontaktledningen lå under lokomotivets strømvagter. Hendelsen er beskrevet under kap 6.4.1.

## 6.5 Vurdering mot akseptkriteriene

### 6.5.1 Trafikksikkerhet

Nødfrakoblingssystemet synes å ha svært liten operativ funksjon i dagens sikkerhetsregime. Dets funksjon her er overtatt av ATC-installasjoner og GSM-R-nødstop. Det framgår også av jernbanetilsynets trafikkstyringsforskrift /7/ og jernbaneverkets tilhørende trafikregler /8/. Disse stiller ingen krav til nødfrakoblingssystemet.

På grunn av liten eller manglende bruk av systemet i trafikksikkerhetsøyemed kan det være vanskelig å evaluere virkningen av å fjerne systemet på en kvantitativ måte. Dette er forsøkt gjort i kap 6.3.3 og den viser en liten risikoøkning. Det bør ikke herske noen tvil om at JBVs akseptkriterier for samfunnsrisiko og individrisiko ref. Tabell 2 kan opprettholdes uten nødfrakoblingssløyfa.

Den svake risikoøkningen er først og fremst på strekninger uten fjernstyring, og totaløkningen kan enkelt kompenseres ved å fjernstyre gjenværende elektrifiserte baner med persontrafikk.

Sikkerhetsstyringsforskriftens /17/ krav om sikkerhetsstyring og kontinuerlig forbedring bør derfor enkelt kunne tilfredsstilles ved at midler som frigis fra investering og drift av nødfrakoblingssløyfa kan brukes på mer sikkerhetseffektive tiltak hva gjelder trafikksikkerhet.



## 6.5.2 El-sikkerhet

Det er usikkert om SJT akseptkriteriene ikke gjelder for el-sikkerhetshendelser da dette er et fagområde som ikke ligger under Jernbaneloven og Statens Jernbanetilsyn, men under El-tilsynsloven og Direktoratet for sikkerhet og beredskap.

El-tilsynsloven henviser til internkontrollforskriften for systematisk oppfølging av intern sikkerhetsstyring.

Vi er også usikre på i hvilken grad JBV's generelle akseptkriterier fra Sikkerhetsstyringshåndboka gjelder for El-sikkerhet.

## 6.6 Usikkerhet ved analysen

Analysen er i liten grad kvantitativ og beregning av matematisk usikkerhet er ikke relevant. Når det gjelder rapportens konklusjon vedrørende betydning for trafikksikkerhet synes den robust. Da ingen av de intervjuede personer har brukt nødfrakoblingssystemet eller kjente nyere bruk av systemet for det formålet. Heller ikke ved gjennomgang av ulykkesrapporter er det funnet hendelser hvor det er klargjort at man gjennom nødfrakobling har unngått eller redusert omfanget av trafikkstyrings-ulykke i perioden etter 2000. Konklusjonen på dette området synes derfor robust.

Når det gjelder el-sikkerhetsulykker er det mer uklarhet rundt godheten og nytten av systemet. Vi kjenner noen hendelser hvor nødfrakobling er brukt av togekspeditør for å forhindre strøm-gjennomgang og lysbue på mennesker, men vi har ingen fullstendig oversikt over bruken for dette formålet, og i enda mindre grad hvilken effekt nødutkoblingen har hatt for konsekvensen av slike hendelser.

På den annen side har vi gjennom el-ulykkesoversikten fra Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB), opplysninger om el-ulykker pga. Jernbaneverkets kontaktledningsanlegg og denne viser mange svært alvorlige el-ulykker ved jernbanens KL-anlegg i perioden 1998 – 2010. Dette kan oppfattes som at dagens system ikke er veldig effektivt for denne typen ulykker.

## 7 NYTTE/KOSTVURDERINGER AV NØDFRAKOBLINGSSYSTEMET

Nytte-/kostvurderingen kan baseres på antall ulykker/menneskeliv spart sammenlignet med kostnadene for å opprettholde nødfrakoblingssystemet, samt kostnadene for å installere nødfrakoblingssløyfer langs nye jernbanestrekninger.

I forrige kapittel ble risikoreduksjonsbidraget fra nødfrakoblingssystemet vurdert. Basert på ulykkeshendelser de siste 10 – 15 år og spesielt etter at GSM-R ble introdusert, vil det først og fremst være El-ulykkeshendelsene som kunne vært forhindret med nødfrakobling, eller et eventuelt oppgradert system for nødfrakobling.

Ulykker i forbindelse med KL-anlegget har som oftest meget alvorlige konsekvenser, ettersom spenningen i kontaktledningen er høy. Dødsfall skjer relativt ofte, og ellers er det ofte behov for amputering av armer eller bein. I forbindelse med nytte-/kostnadsvurdering av sikkerhetstiltak i vegtrafikken har TØI i sin Trafikksikkerhetshåndbok /10/ publisert kostnader for dødsfall og personskader ved ulykker. Disse er som spesifisert under og vil brukes i kostnadsvurdering av el-sikkerhetsulykker:

	Drept	Meget alvorlig skadet	Hard skadet
Total ulykkeskostnad	30 220 000 kr	22 930 000 kr	10 590 000 kr
<i>Hentet fra Trafikksikkerhetshåndboken /10/</i>			

### **Erfart nytte:**

Ut fra kjent bruk av nødfrakoblingssystemet i forbindelse med el-sikkerhetshendelser, Voss 2007 og Kongsvinger 2011, antar vi at nødfrakoblingssystemet har reddet 1 menneskeliv i perioden etter 2000. Dette gir da en nytte på NOK 30,2 millioner ifølge tallene over.

### **Nyttetap i ikke-avvergede ulykker:**

Kostnadene ved dagens el-sikkerhetsulykker i forbindelse med Jernbaneverkets kontaktledningsanlegg kan beregnes basert på DSBs rapportering av el-ulykker og TØI skadestall. Hvis vi hadde avverget alle typer El-ulykkeshendelser i forbindelse med kontaktledningsanlegget i årene 1998-2010 (vi tar kun hensyn til skader på mennesker), vil følgende skader vært spart: 2 døde, 6 personer meget alvorlig skadet og 4 personer hardt skadet.

De totale ulykkeskostnadene basert på disse hendelsene kan beregnes ved å ta utgangspunkt i kostnader per skadetilfelle. De totale kostnadene for ulykkene i årene 1998-2010 vil grovt beregnet bli:

2 x Drepte personer	60 440 000 kr
6 x Meget alvorlig skadet	137 580 000 kr
4 x Hardt skadet	42 360 000 kr
<b>Totale kostnader ved El-ulykker</b>	<b>240 300 000 kr</b>

Dette resulterer i en årlig ulykkeskostnad på 20 millioner kroner og noen av disse sørgelige personlige tap og samfunnsmessige kostnader kunne kanskje vært spart med styrket el-sikkerhet knyttet til Jernbaneverkets anlegg.

De ovennevnte tall er grove estimat, men det ligger et potensiale her for å etablere samfunnsøkonomiske løsninger for å bedre el-sikkerhet ved jernbanens anlegg. I hvor stor grad



---

nødfrakobling kan bidra til dette er uklart, men det er åpenbart at det skjer el-sikkerhetsulykker langs jernbanens anlegg som det er vanskelig, og svært kostnadskrevenende, å sikre seg mot.

***Kostnadene ved nødfrakobling:***

Kostnadene for å opprettholde dagens nødfrakoblingssystem, samt å bygge opp nye nødfrakoblingssløyfer på ny infrastruktur, er ikke kjent. Det vil være nødvendig å innhente pålitelige kostnadstall fra Jernbanelverket for å utføre en grundigere nytte- og kostnadsvurdering av nødfrakoblingssystemet.

## 8 KONKLUSJONER OG ANBEFALINGER

### 8.1 Dagens bruk

#### 8.1.1 Trafikksikkerhet

Intervju med togledere, el-driftspersonell og kjørende personale viser at nødfrakoblingssystemet i dag ikke brukes for å unngå sammenstøt og andre trafikkstyringshendelser.

ATC hindrer de fleste slike hendelser i dag, og de som ikke tas av ATC vil man normalt bruke GSM-R nødstoppe eller prioritert oppkall for å stoppe toget eller gi toget nødvendig informasjon for å unngå hendelsen.

En svakhet ved nødfrakoblingssystemet er at man ikke når dieseldrevet materiell og at selve frakoblingen er et uklart signal til lokomotivføreren. Tall vi har mottatt for et banesjefs-distrikt viser over 350 kontaktledningsfrakoblinger i et år innenfor banesjefens geografiske distrikt. Av disse var ingen reelle nødfrakoblinger. Tilsvarende tall vises fra et banedistrikt i Sverige /12/ for noen år tilbake hvor kun 12 av 10000 frakoblinger var nødfrakoblinger.

Når kontaktledningen blir spenningsløs er derfor ikke nødfrakobling det som er fremst i lokomotivførers sinn. Han vil ofte vente med å foreta hastighetsreduksjon for å se om det kommer en vellykket gjeninnkobling, og hvis den uteblir vil han forsøke å stoppe ved et sted som ligger best mulig til rette for et langvarig opphold, og hvor reisende kan hentes med buss.

Som trafikksikkerhetsverktøy er derfor nødfrakoblingssystemets funksjon overtatt av andre sikkerhetsinstallasjoner som ATC og GSMR-nødstoppe.

#### 8.1.2 El-sikkerhetsfrakoblinger

De andre systemene som har overtatt nødfrakoblingssystemets oppgave i trafikksikkerhetsøyemed dvs. ATC og GSMR-nødstoppe har ikke den samme gode funksjon som nødfrakoblingssystemet når det gjelder el-sikkerhetssituasjoner. Dette kan gjelde nødfrakobling av nedre ven kontaktledning ved plattform for å unngå unødvendige gjeninnkoblingsforsøk.

En sikkerhetsmessig viktigere funksjon er nødfrakobling som middel til rask spenningsfrakobling av kontaktledningen når personer er i fare for å få strømgjennomgang eller lysbuevirkning. Her har nødfrakobling høyst sannsynlig reddet menneskeliv, også de senere år (2007).

Sett over noen år skjer det et ikke-ubetydelig antall slike ulykker langs jernbanen i Norge, ofte med svært alvorlige konsekvenser. Det ville være samfunnsmessig gunstig å kunne unngå disse ulykkene. Problemet er å kunne oppdage hendelsene på en god og kostnadseffektiv måte med den sparsomme bemanning det i dag er ved stasjoner og langs linjen. Det lar seg kanskje gjøre på henstillingsområder for tog, men er tilnærmet umulig langs hele det lange linjenettet.

Med hensyn til denne funksjonaliteten synes det fornuftig å styrke sikkerheten. Det er dog mer uklart i hvilken grad dette kan styrkes gjennom eksisterende struktur og funksjonalitet på nødfrakoblingssløyfa. Dette er utdypet nærmere i kapittel 8.2.1.

## 8.2 Anbefalinger

### 8.2.1 Framtidig status for nødfrakoblingsløyfa

Nødfrakoblingsløyfa i dagens form som en fysisk kabel langs banen med aktiveringsorganer ved stort sett ubetjente stasjoner er et utdatert konsept, ikke minst som trafikksikkerhetsverktøy. Det er selektivt i sin virkning (når ikke dieselmateriell), og sender uklare signaler med stor sannsynlighet for feiltolkning ombord på toget. Funksjonaliteten som trafikksikkerhetsverktøy er i all hovedsak overtatt av GSM-R-nødanrop.

På elektrifiserte strekninger uten fjernstyring, hvor togtrafikken styres gjennom manuelle togmeldinger og stasjonene er betjent med lokale togespeditører, synes det fornuftig å opprettholde nødfrakoblingsløyfa, siden disse strekningene ikke har ATC-dekning. I dag gjelder dette:

- Østfoldbanens Østre linje
- Roa – Gjøvik
- Flåmsbana
- Arendalsbanen.

I el-sikkerhetssammenheng er problemet at de steder med størst behov for å kunne aktivere nødfrakobling enten ikke er døgnbemannet eller ikke er utstyrt med aktiveringsorgan. Her bør man, helt uavhengig av nødfrakoblingsløyfas framtidige status, se på om det er mulig å styrke denne funksjonaliteten eller el-sikkerheten generelt.

### 8.2.2 Vurdere mulighet for lokal nødfrakobling

Spesielt i forhold til å styrke el-sikkerheten i forbindelse med Jernbaneverkets kontaktledningsanlegg, anbefales at JBV vurderer muligheten for å opprettholde en lokal frakoblingsmulighet for bemannede stasjoner og sporområder.

Vi tenker da i første rekke på en mulighet for TXP ved større bemannede stasjoner, å ha mulighet for å koble ut det lokale sporområdet ved stasjonen, eller om en sikkerhetsvakt skal ha tilsvarende mulighet på et hensettingsområde. For hensettingsområder kan man også tenke seg mulighet for en sentral overvåkingssentral ved hjelp av kamera, mulighet for høyttaleranrop og i siste instans nødfrakobling.

Det bør kanskje undersøkes mulighetene og effktene av om GSMR nødstopp kan aktivere nødfrakobling avstørre eller mindre kl-områder.

### 8.2.3 Forbedringer av GSMR

Dagens GSM-R system, som med GSM-R nødstoppfunksjonen i stor grad har overtatt nødfrakoblingssystemets tidligere funksjon, har stort sett fått godt skussmål i de intervjuene vi har gjort i forbindelse med dette oppdraget. Men det har framkommet noen forslag til forbedringer:

1. I en del hendelser hvor det er behov for å komme gjennom med en rask melding kan det ofte være unødvendig, og kanskje litt upassende, å aktivere GSM-R-nødstopp, f.eks. ved påkjøring av person i sporet, om man oppdager dyr eller personer i sporet på dobbeltsporede strekninger, eller personer som synes å klatre på rullende materiell eller master. I slike tilfeller kan et prioritert oppkall til togleder være både raskere og mer formålstjenlig. Dette kan i noen



tilfeller forhindre el-ulykker mot personer. Fordelen må vurderes opp mot eventuelle ulemper ved at lokomotivførere kan "snike i køen".

2. I enkelte tunneler og andre uveisomme steder er GSM-R sendere matet med elektrisitet fra kontaktledningen over omformere. I intervjuene ble det fra enkelte intervjuobjekter fortalt at batterikapasiteten ved noen av disse senderne er utilstrekkelig i forhold til det oppkoblede forbruket ved et matebortfall, og batteriene tappes ut på ca. 1 time. Dette kan være svært uheldig ved en alvorlig ulykke f.eks i tunnel som medfører utkobling av kontaktledning og behov for stor redningsinnsats. Når redningspersonell endelig kommer til stedet kan man da risikere at kommunikasjonen raskt faller ut. Dette bør forbedres og kan kanskje løses ved en mer gjennomtenkt filosofi for hvilke brukere som trenger å være oppkoblet når basestasjonen arbeider på batteriforsyning.

Det kan finnes andre tekniske svakheter som bør utbedres før GSM-R gis en sterkere posisjon blant Jernbanelverkets sikkerhetssystemer.

#### **8.2.4 Styrking av ATC**

Når det gjelder styrking av trafiksikkerheten vil en ytterligere utbygging av fjernstyring med ATC-dekning og ikke minst ATC-kryssingsbarriere på stasjoner med passasjerstopp være et fornuftig tiltak som synes å gi større sikkerhetsnytte i forhold til togframføring enn det som kan oppnås med dagens nødfrakoblingssystem.

## 9 REFERANSER

- /1/ Jernbaneverket, *Arbeidsgruppe for revisjon av nødfrakoblingskonseptet*, Rapport med grunnlag i sikkerhets- og pålitelighetsanalyser fra SINTEF, 1997
- /2/ Jernbaneverket, *Teknisk regelverk, Banestrømforsyning/546Prosjektering/Nødfrakobling*, 2011, url: <https://trv.jbv.no/wiki/Banestr%C3%B8mforsyning/Prosjektering/N%C3%B8dfrakobling>
- /3/ Jernbaneverket, *Slik fungerer jernbanen, en presentasjon av trafikksystemets infrastruktur*, 2011
- /4/ Statens jernbanetilsyn, *Ulykkesstatistikk 2009, 2008, 2007*  
<http://www.sjt.no/no/Statistikk/Ulykkesstatistikk/Ulykkesstatistikk-200X>
- /5/ Jernbaneverket, *Sikkerhetshåndboken*, 17. August 2011
- /6/ Statens Havarikommisjon, *Temarapport om passhendelser*, JB 2009/09, Ugitt 2009
- /7/ Forskrift om togframføring på det nasjonale jernbanenettet (togframføringsforskriften) FOR-2008-02-29-240. Samferdselsdepartementet ved Statens Jernbanetilsyn.
- /8/ Trafikkregler for Jernbaneverkets nett. Jernbaneverkets Styringssystem Dok.nr. i ProARc: STY-5082.
- /9/ Direktoratet for Samfunnssikkerhet og beredskap (DSB). Samledokument av El-sikkerhet nr 55-79 oversendt av Frode Kyllingstad, DSB.
- /10/ DNV-Rapport nr 2000-3350, rev 4. Risikoforhold knyttet til framføring uten ATC, utført for Jernbaneverket, 2000.
- /11/ Transportøkonomisk Institutt, *Sikkerhetshåndboken*, html: <http://tsh.toi.no/index.html?21294>
- /12/ Banverket; Diskussionsunderlag beträffande nödförkoppling av kontaktledningen och knapp för nödförkoppling. Remissutgåva. Dato 2004-01-21.
- /13/ Öresundsbron – Nödförkoppling av kontaktledningen på Öresundsforbindelsen. Öresundsbrn. København 4 februari 2008.
- /14/ Jernbaneverket, Teknisk regelverk, Signaler/Prosjektering. Kap 10 ATC, <https://trv.jbv.no/wiki/Signal/Prosjektering/ATC>
- /15/ Jernbaneverket, Teknisk regelverk, Tele//Prosjektering. Kap 8, Telefon- og datakommunikasjonssystem for togframføring. [https://trv.jbv.no/wiki/Tele/Prosjektering\\_og\\_bygging/Telefon\\_og\\_datakommunikasjonssystem\\_for\\_togfram%C3%B8ring](https://trv.jbv.no/wiki/Tele/Prosjektering_og_bygging/Telefon_og_datakommunikasjonssystem_for_togfram%C3%B8ring)
- /16/ Forskrift om krav til jernbaneforetak på det nasjonale jernbanenettet (sikkerhetsforskriften). FOR 2005-12-19 nr 1621
- /17/ Forskrift om sikkerhetsstyring for jernbanevirksomheter på det nasjonale jernbanenettet (sikkerhetsstyringsforskriften). FOR 2011-04-11 nr 389
- /18/ Statusrapport i forbindelse med GSM-R dekningsutbedring, Mai 2011 – Beskrivelse av



- 
- kjente problemer og tiltak knyttet til GSM-R dekning. Jernbaneverket JBV Bane Nett, Drift og vedlikehold. Datert 05.06.2011.
- /19/ Jernbaneverket; GSM-R systemet – Vurdere gevinsten ved et SIL-1 sertifisert GSM-R system. Dokument nr: TE.808180-000.
- /20/ Klatret på lokomotiv – døde av elektrisk støt. VG NETT 30.09.2009 kl 22.15.
- /21/ Liste over rapporterte forsinkelser pga feil på banestrømforsyning og kontaktledning. Mottatt fra Jernbaneverket ved Frank Tormod Martinsen.
- /22/ Jernbaneverket, Årsrapport 2010, Oslo 11. mars 2011.
- /23/ Jernbaneverket, Teknisk regelverk, Banestrømforsyning/548 Vedlikehold /Nødfrakobling, 2011, url:  
<https://trv.jbv.no/wiki/Banestr%C3%B8mforsyning/Vedlikehold/N%C3%B8dfrakobling/sutrustning>





## VEDLEGG

---

### 1

## OVERSIKT OVER ULYKKER OG NESTENULYKKER FRA 1971-2010



## MANAGING RISK

Sted	Tid	Type ulykke	Personer drept/skadd		Driftsform	ATC	NFK brukt
			Drepte	Skadde			
Alnabru - Loenga	Mars 2010	Vognstamme i utilsiktet drift (løpsk vognstamme) fra Alnabru skiftestasjon til Loenga og ut mot Oslo havn, Sjørsøya. Vognstammen var uten lokomotiv personale og tilsatte bremseser.	3	4	CTC	Ja på banen men ikke vognstammen	Nei, og det ville ikke hatt noen betydning for den løpske vognstammen.
Koppang stasjon	Des. 2009	Flankekollisjon mellom godstog 5741 og persontog 2387. Godstoget startet å kjøre fra spor 2 på signalbildet som gjaldt for spor 1. Feilen ble oppdaget av begge togene og nødbrems ble aktivert.	0	0	CTC & Dieseldrift	Ja	Nei, dieselstrekning. NFK irrelevant
Katterat stasjon	Feb. 2009	Sammenstøt tog mot tog. Arbeidstog 59007 kjørte inn i malmtog 9909. Lokfører satte toget i bevegelse før tillatelse fra togleder var gitt.	0	0	CTC, Dieseldreven arbeidsmaskin	Ja	Nei, og ville ikke ha virket pga dieseldrevet arbeidstog.
Asker-Sandvika	Feb. 2006	Avsporing. Flytog nr. 3805 kjørte mot utkjørsignal i stopp fra Asker stasjon. Toget fikk ATC-brems som ble oppfattet som driftsbrems, og kjørte derfor videre og sporet av ved sporveksel 309. Feil i indikasjoner på ATC. <i>Ikke enkeltfeil.</i>	0	0	CTC, men lokal TXP ved Asker stasjon	Ja, og ATC stoppet toget men gav feil melding om årsak.	Nei, for knapp tid
Drammen-Asker	Aug. 2004	Nestenulykke. Innkjørhovedsignal for tog nr. 64 var "kjør" inn på Asker stasjon. <i>Ved en feilhandling kom TXP bort i stillerpanelet og i motsetning til hva som skal være status for en lagt togvei ble en sporveksel omlagt i en stilt togvei.</i> "Kjør" i innkjørhovedsignal falt i stopp ifm sporvekselomlegging	0	0	CTC men lokal TXP ved Asker stasjon	Ja	Ja, kontakledning ble nødrakoblet av TXP, men toget stoppet før innkjørhovedsignal pga signalfall ved vekselomlegging.
Dombås	Okt 2003	Under kryssing mellom togene 5708 og 5701 på Dombås stasjon kom det til sammenstøt mellom togene i søndre ende på stasjonen. Tog 5708 hadde under tog 5701 sin innkjøring beveget seg utenfor middel pga blinkende middelkontrollampe og felles utkjørsignal. Hastighet i kollisjon 22 km/t	0	0	Lokal Txp	Ja, men hadde ingen funksjon i hendelsen	Nei TXP oppdaget kanskje ikke hva som skjedde, og det hadde kanskje ikke hatt noen innflytelse på hendelsen.
Heggedal	Okt. 2002	Under kryssing mellom togene 1129 og 2217 på Heggedal stasjon startet tog 1129 fra spor 3 før tog 2217 var kommet inn på stasjonen. Txp var ikke tilstede på plattformen ved tog 1129s ankomst og lokfører i 1129	0	0	Lokal Txp	Nei	NFK ble ikke brukt så langt SHT rapport 1/2003 beskriver hendelsen.



Sted	Tid	Type ulykke	Personer drept/skadd		Driftsform	ATC	NFK brukt
			Drepte	Skadde			
		trodde at stasjonen var ubetjent og at det ikke var kryssing. Stasjonen var uten utkjørsignaler. Lokfører i tog 1129 oppdaget at sporvekslen i A-enden lå feil og bremsset. Toget stoppet rett før middel mot spor 2 samtidig med at tog 2217 passerte i spor 2.					
Nittedal stasjon	April 2001	Flankekollisjon. Tog 280 kjørte fra Nittedal stasjon mot utkjørsignal i stopp, og skulle kryss med tog 213 fra Gjøvik. Selv med innkoblet ATC kom toget så langt forbi utkjørsignalet at tog 280 havnet i "middel" for nabospor, og skrapte langs hele siden av tog 213.	0	0	CTC og ubetjent stasjon	Ja, men for kort avstand fra signal til konfliktpunkt	Nei, for kort tid fra hendelsen kunne vært oppdaget til sammenstøt.
Hamar-Ottestad	Sept. 2000	Nestenulykke; feil med togekspedering, samt feilaktig forvisning om ankomst av kryssende tog. <i>Feil fra TXP på Hamar og lokfører i sydgående tog. ATC var i drift på Hamar. Utkjørsignal var stilt til grønt både på Hamar og Ottestad.</i>	0	0	Lokal TXP; linjeblokk ute av drift på strekningen.	Ja, ved Hamar utkoblet Akersvika-Stange	Nei. Tog ved Ottestad ble holdt tilbake ved oppkall på togradio (Scannet)
Lillestrøm	April 2000	På grunn av redusert bremseeffekt og for stor hastighet passerte Gt 5781 innkjørsignal på Lillestrøm i stopp og kolliderte med Gt 5713 som sto med bakenden mellom innkjørhovedsignal og første sporveksel på Lillestrøm. Gt 5781 hadde en hastighet på 62 km/t ved sammenstøtet	0	0	CTC	Ja	Nei, og det ville ikke ha hjulpet til å unngå ulykken eller redusere konsekvensene.
Åsta	Jan 2000	To tog støtte sammen ved Åsta på Rørosbanen mellom stasjonene Rudstad og Rena. Offentlig granskning. Ulykkesårsaken er ikke 100 % kartlagt. Ved ulykkestidspunkt hadde ikke banen ATC eller togradio. Både ATC og togradio kunne kanskje hver for seg forhindre ulykken. <i>Enkeltfeil</i>	19	?	CTC, Dieseldrift	Nei, var ikke installert	Nei, dieselstrekning og NFK irrelevant
Skøyen	Jan 1999	Sammenstøt mellom tomtog og persontog på Skøyen stasjon. <i>Uoppmerksomhet av lokfører ved skiftebevegelse: "Varsom skifting". Enkeltfeil.</i>	0	1	Stasjon med CTC, skifteaktivitet	Ja, men ATC dekker ikke skiftebevegelser	Nei, umulig å oppdage for togleder. Uansett max. 40 km/t ved skiftebevegelse
Roa – Lunner	Sept 1996	Tog mot arbeidsmaskin; Feil med tog-ekspedering pga. vaktskifte, samt manglende bruk av sperremiddel på	0	12	Lokal TXP; grensestasjon	Ja, ved utkjør Roa stasjon	Nei, tog kjørte på feilaktig stilt grønt signal



Sted	Tid	Type ulykke	Personer drept/skadd		Driftsform	ATC	NFK brukt
			Drepte	Skadde			
		togtelegraf. <i>Feil hos av- og påtroppende TXP.</i>			mot FJS		
Asker	Jan 1995	Tog 1141 kjørte mot utkjørsignal i stopp etter feilaktig avgitt avgangssignal fra togfører. Avsporing i dekningsveksel. <i>Ikke enkeltfeil.</i>	0	0	Lokal Automatisk linjeblokk	Ja	Nei, tog direkte avledet ved dekningsveksel.
Bolna	Nov 1994	Tog mot tog i flanke; kryssing med overlangt tog. TXP feilbedømte middel. <i>Enkeltfeil.</i>	0	0	Dieseldrift; lokal TXP; enkelt innkjør-signal.	Nei, ikke installert	Nei dieselstrekning og NFK irrelevant, men ville uansett ikke vært effektivt
Nordstrand	Okt 1993	Løpsk diesellokomotiv mot tog pga. feilbetjening av bremses. Enkeltfeil, men bedre kommunikasjon til togleder eller alarm hos togleder kunne kanskje avverget eller redusert ulykken.	5	6	CTC: lokfører oppnådde ikke telefonkontakt med togleder.	Ja, men lok uten bremses.	Nei, men ville uansett ikke virket siden det her var snakk om diesellok uten bremses.
Morskogen	Jan 1992	Løslokomotiv mot tog ved assistanse til tog med maskinhavari. Stoppsignal ikke satt ut av togfører i havarert tog samt for stor hastighet på ass. Lok. <i>Ikke enkeltfeil.</i>	0	1	CTC; Ass. lok mot tog på linjen	Irrelevant	Nei, og kunne ikke vært brukt siden det var tilsiktet at løsløk skulle kjøre i kontakt med havarert tog.
Bergsgrav	Feb. 1991	Persontog kjørte mot signal i "stopp" ved utkjørhovedsignal O på Bergsgrav stasjon. <i>Togfører gav avgangssignal mot hovedsignal i stopp. Ikke enkeltfeil.</i>	0	0	Dieseldrift; CTC	Nei	Nei, ikke installert, dieseldreven bane
Lysaker (Vækerø)	April 1990	Sammenstøt pga. at vestgående tog passerte hovedsignal i stopp ved Skøyen og fortsatte i motgående hovedspor mot Lysaker hvor det var et motgående tog på veg. <i>Enkeltfeil.</i>	5	Ca. 30	CTC – Skøyen. Automatisk linjeblokk mot vest. Lysaker ubetjent.	Nei	Ja, men ikke effektiv. Kun 1 av togene hadde innledet bremsing ved sammenstøt.
Holstad-Ås	Okt 1988	Tog mot tog; ureglementert kjøring forbi utkjørsignal i stopp pga. feilaktig forståelse av samtale med togleder. Enkeltfeil, men uheldig påvirkning mellom personale på lok. Godstog med lokfører som togfører.	0	5	CTC, feil med signalanlegg/sp orveksel	Ja, men irrelevant	Nei, kunne ikke bli oppdaget av togleder før det var for sent
Hakadal	Nov 1985	Sammenstøt mellom arbeidstog og Bergensbanens ekspresstog. "Slipetog" kjørte ut fra spor 2 i Hakadal mot stopp i utkjørsignal. Bfm. ga fører av slipetog (italiener)			CTC, dieseldrevet slipetog	Nei, men kunne kanskje ikke ha	???. Ville uansett ikke virket pga for kort tid fra mulig oppdagelse til



Sted	Tid	Type ulykke	Personer drept/skadd		Driftsform	ATC	NFK brukt
			Drepte	Skadde			
		ordre om kjøring da utkjørhovedsignalet for spor 1 ble stilt i "kjør" for tog 64. <i>Feil fra Bfm; enkeltfeil.</i>				forhindret sammenstøt.	sammenstøt.
Straumsnes	Juli 1985	Tog mot tog; passering av utkjørsignal i stopp. Signal om framtrekk fra togfører ble feilaktig tolket som avgangssignal av lokfører. <i>Enkeltfeil.</i>	0	3	CTC	Nei, under installasjon	?? Uansett kanskje oppdaget for sent.
Holmlia - Kolbotn	Mai 1985	Tog mot tog. Feil i togekspedering (manglende omlegging av veksler). Lokfører hadde ordre om kjøring forbi utkjørsignal i stopp men ikke for kjøring på uriktig spor som ble resultatet. <i>Ikke enkeltfeil.</i>	0	4+	Lokal TXP, linjeblokk ute av drift	Nei	Nei
Dal-Bøn	Okt 1984	Nestenulykke. Etter stopp for passasjerutveksling på Dal kjørte tog 1621 forbi utkjørsignal i stopp og ut på blokkstrekningen mot Bøn hvor ekstra kistog fra Hjerkin var underveis. <i>Togfører hadde gitt avgangssignal i stopp i utkjør. Ikke enkeltfeil.</i>	0	0	CTC	Ja på banen, nei for materiell	Ja, og det forhindret sammenstøt.
Tretten	Feb 1975	Tog mot tog. Feilaktig kjøring forbi utkjørsignal i stopp etter avgangssignal fra togfører som hadde plikt til å sjekke utkjørsignal. <i>Ikke enkeltfeil.</i>	27	25	CTC	Nei	??, ikke lokalt. Togleder oppdaget ikke hendelsen før det var for sent.
Vigrestad - Brusand	Juli 1974	Sammenstøt pga. passering av utkjørsignal i stopp (stoppende tog). <i>Togfører har sannsynligvis gitt avgangssignal mot stopp.</i>	1	??	CTC	Nei	??, ikke lokalt og togleder oppdaget ikke hendelsen før det uansett var for sent.
Åneby	Sept 1971	Sammenstøt; etterfølgende tog mot arbeidsmaskin. Feil med togmeldingene. <i>Enkeltfeil?</i>	0	6	Lokal TXP med manuelle togmeldinger.	Nei	Nei, ikke installert



## VEDLEGG

---

### 2

## SKISSE PÅ INTERVJUSPØRSMÅL

	Spørsmål	Delspørsmål
0	<b>Introduksjon til tema og bakgrunn</b>	
1	<b>Navn</b>	
2	<b>Stilling</b>	
3	<b>Driftsområde</b>	
4	Hvilke systemer vet du eksisterer i dag for togleder eller for utenforstående for å stoppe tog på linja i nødsituasjoner?	
5	Har du erfart bruk av noen av dem? I tilfelle, hvor ofte og hvilke systemer?	
6	Kan du gi noen synspunkter på fordeler og ulemper på disse systemene?	
7	Hvilke synspunkter har du på følgende systemer (bruksbetingelser, svakheter, fordeler):	ATC, GSM-R nødstop, Nødfrakobling, SIFA
8	Er du kjent med svakheter/mangler ved systemet?	
9	Har du noen synspunkter på disse påstandene?	<p>ATC finnes ikke på manuelt styrte strekninger (ikke fjernstyrte). Hvilke er dette?</p> <p>Det finnes dekningshull på GSM-R. Hvor alvorlig er det? Hvor omfattende?</p> <p>Nødfrakobling er kun effektivt på elektrifiserte strekninger og for kjøretøyer med elektrisk fremdrift. Banekjøretøyer er dieseldrevne og dieseldrevne kommersielle tog kan også fremføres på elektrifiserte strekninger (i dag ca. 5-10 % avhengig av strekning).</p> <p>Nødfrakoblingssystemet kan være koblet ut/eller ha feil, i kortere eller lengere tid uten at det påvirker togtrafikken, så lenge togleder er informert.</p>
10	Har du forslag til forbedringer av noen av disse systemene? I så fall hvilke?	
11	Kan du rangere viktigheten av disse systemene?	
12	Følgende hendelser har oppstått de siste 20 år. Ble nødfrakobling forsøkt brukt? a) Hvis ikke, hvorfor? b) Hvis brukt, hvordan påvirket det ulykkeshendelsen?	<p><b>Kolbotn</b>; sammenstøt mellom 2 tog, begge elektrisk drevne (flere personer alvorlig skadd).</p> <p><b>Holstad</b>; sammenstøt mellom 2 tog, elektrisk drevne tog, feil på signalanlegg, 1 tog kjørte feilaktig mot rødt, misforstått samtale med togleder (flere personer alvorlig skadd).</p> <p><b>Nordstrand</b>; diesellokomotiv uten funksjonelle bremsere rullet bakover mot elektrisk drevet lokaltog som ble truffet ved Nordstrand (en håndfull, drepte og flere skadde).</p> <p><b>Lysaker – Skøyen</b>; sammenstøt mellom 2 lokaltog ved Vækerø (en håndfull drepte og flere skadde). Begge tog elektrisk drevne, ikke ATC.</p> <p><b>Andre hendelser?</b></p>
13	Hva er dine synspunkter på å fjerne nødfrakobling? Og er det andre tiltak som bør gjøres på andre systemer hvis det fjernes.	



## VEDLEGG

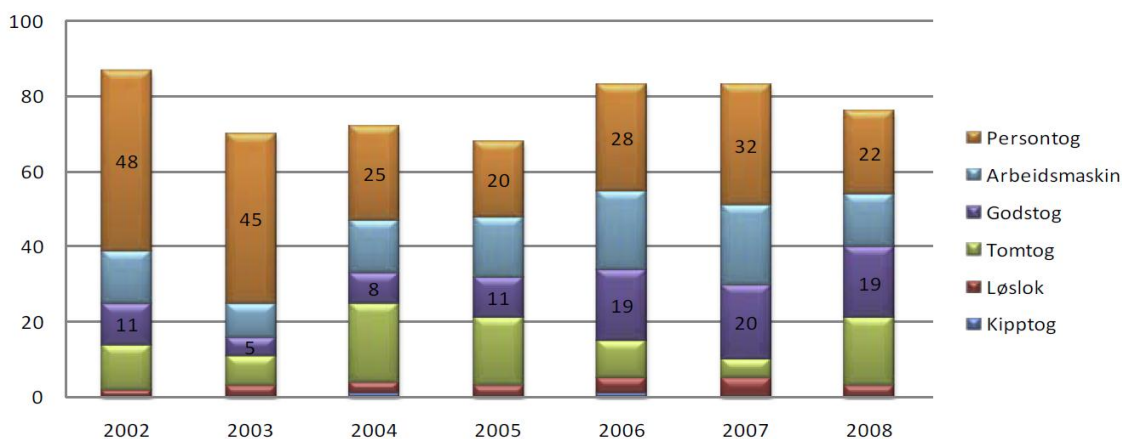
---

### 3

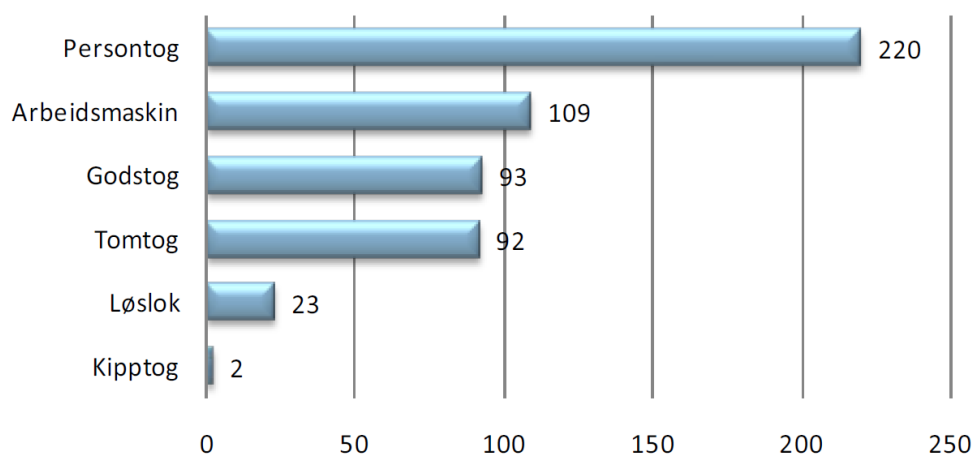
## RAPPORTERTE PASSHENDELSER 2003-2008



Under vises antall passhendelser pr. togtype for årene 2002-2008. Grafene og tabellen er hentet fra "Temarapport om passhendelser", utgitt av Statens havarikommisjon for Transport (ref. /6/). Denne statistikken viser at arbeidsmaskiner står for om lag 20 % av alle passhendelser, noe som er en relativt høy andel med tanke på at arbeidsmaskiner utgjør 4-6 % av togkilometerne som kjøres årlig (ref. /4/). Figur 6 viser antall passhendelser pr. år og pr. togtype. Figur 3 viser totalt antall passhendelser fordelt på togtypene. Figur 7 viser også at arbeidsmaskiner har halvparten så mange passhendelser som persontogene, til tross for at togkilometerne kjørt av arbeidsmaskiner tilsvarer 6 % av togkilometerne kjørt av persontog (ref. /4/).



**Figur 6: Passhendelser pr. år, pr. togtype (2002-2008), kilde: SHT**



**Figur 7: Totalt antall passhendelser i intervallet 2002-2008 pr. togtype, kilde: SHT**

De fleste passhendelsene som er registrert er innenfor stasjonsområder, hvor togene skal ha sikthastighet (maks 40 km/t). Det er imidlertid en stor andel av passhendelsene som gjelder for utkjør hovedsignal og innkjør hovedsignal. Disse passhendelsene kan potensielt føre til større ulykker, ettersom togene har mye større hastighet etter utkjørsignal og før innkjørsignal. Tabellen i Figur 8 viser oversikt over signaler med 3 eller flere passhendelser fra 2002-2008. Figur 8 viser at antall passhendelser for arbeidsmaskiner ved innkjør og utkjør hovedsignal er relativt store sammenlignet med passhendelsene for persontog.

Sted	2004	2005	2006	2007	2008	Sum pr. signal	Sum total for stasjon/sted/blokkpost
<u>Oslo s</u>	8	3	10	11	9		41
Dvergsignal 602			1	1	1	3	
Dvergsignal R 413	1				2 <sup>a</sup>	3	
Dvergsignal R 452	1 <sup>b</sup>			2	1 <sup>b</sup>	4	
Indre hovedsignal 212			3		1	4	
<u>Lillestrøm St</u>	8	7	4	10	1		30
Dvergsignal 1411		2	1	1	1	5	
Dvergsignal 1424	2	2				4	
Indre hovedsignal 1203			1	2		3	
<u>Skøyen St</u>	1	5	10	6	5		27
Dvergsignal 14		1	1	1		3	
Dvergsignal 35				2	1	3	
<u>Asker St</u>		3	5	2	2		12
Indre hovedsignal 4666		1	2			3	
<u>Gardermoen St</u>	3	1	1	2	1		8
Dvergsignal 1747	2	1	1			4	
<u>Kornsjo St</u>	2	3	1	1			7
Innkjør hovedsignal B 472	2	2	1	1		6	
<u>Elisenberg Bp</u>		1	2		2		5
<u>Blokksignal 161</u>		1	1		1	3	
<u>Fredrikstad St</u>				4	1		5
Dvergsignal R 2				3		3	
<u>Lysaker St</u>	2	3					5
Dvergsignal 74	2	1				3	
<u>Toffe Bp</u>			1	2	1		4
<u>Blokksignal 58</u>			1	2	1	4	
<u>Filipstad skiftestasjon</u>	2	1			1		4
Dvergsignal 89	2				1	3	
<u>Berg St</u>				3			3
Utkjør hovedsignal 424				3		3	
<u>Engervannet Bp</u>	1	1		1			3
<u>Blokksignal 446</u>	1 <sup>c</sup>	1		1		3	

a) Manglet R, men antar det er snakk om R413

b) Manglet R, men antar det er snakk om R452

c) Manglet signalnummer, men antar at det er snakk om 446

**Figur 8: Signaler med 3 eller flere passhendelser de siste 5 år, kilde: SHT.**

	Kipptog *	Løsløk	Tomtog	Godstog	Arbeidsmaskin	Persontog	Sum
Blokk-signal			4	4	14	21	43
Dverg-signal		12	61	14	14	77	178
Flagg					1		1
Indre hoved-signal	1	3	8	2	13	18	45
Innkjør hoved-signal	1	5	6	36	25	37	110
Ukjent		1	6	7	17	30	61
Utkjør hoved-signal		2	7	30	25	37	101
<b>Sum</b>	<b>2</b>	<b>23</b>	<b>92</b>	<b>93</b>	<b>109</b>	<b>220</b>	<b>539</b>

\*maskin som henter / setter ut materiell og returnerer til samme sted.

**Figur 9: Passhendelser fordelt på signaltipe og togtype, kilde: SHT.**



## VEDLEGG

---

### 4

### EL-SIKKERHETSHENDELSER, 1998-2010



Publikasjonen El-sikkerhet/9/ utgitt av DSB har oversikt over el-sikkerhetshendelser i Norge.

Vi har gjennomgått denne publikasjonen for perioden 1998 – 2010 med tanke på å skaffe oversikt over personulykker med strømgjennomgang og lysbue i forbindelse med Jernbaneverkets kontaktledningsanlegg. Rapporterte hendelser er listet i tabellen under.

2011
<p><b>Nødfrakobling av kontaktledningsspennin ifm avsporing av lokomotiv på Kongsvinger stasjon (1)</b></p> <p>31.05.2011 kl 21.05 sporet et lokomotiv av på Kongsvinger stasjon. I forbindelse med avsporingen kon kontaktledningens kontakttråd under strømvtageren og siden det ikke skjedde automatisk frakobling var det fare for at lokomotivets vognkasse var spenningsatt.. Togespeditor på Kongsvinger tok derfor nødfrakobling for å sikre lokpersonalet en sikker rømmingsveg fra lokomotivet.. Kilde: <i>Txp Roy Dalen ved Kongsvinger st.</i></p>
2009
<p><b>Lastebilkran kom i berøring med jernbanens kontaktledning under lossing av jernbanesviller på en jernbanestasjon (2)</b></p> <p>18. juli ca. kl. 08.00 ble det registrert høye smell fra området rundt en jernbanestasjon.</p> <p>Det viste seg at krana på en lastebil fra et transportselskap som holdt på å losse jernbanesviller hadde kommet i berøring med jernbanens kontaktledningsanlegg og derved laget lysbuekortslutning mot jord.</p> <p>Kontaktledningsanleggets systemspenning var 15 kV. Lastebilsjåføren som betjente krana greidde å svinge krana unna den spenningsførende kontaktledningen før han gikk ned av lastebilen, tilsynelatende uskadd. Det oppsto imidlertid skader på lastebilen, blant annet eksploderte dekkene. Det oppsto også lysbueskader på kontaktledningen.</p> <p>Lastebilsjåføren ble sendt til sykehus for kontroll, men ingen skader ble påvist. Det fremgår at lossing av svillene egentlig ikke skulle ha foregått på stedet, men på grunn av problemer med parkerte biler ble lastebilen omdirigert til stedet hvor skaden/ulykken skjedde. Det ble i den forbindelse ikke gjort noen risikovurdering eller sikkerhetsvurdering rundt elsikkerhet av godkjent leder for elsikkerhet.</p> <p>Det ble etterpå holdt et evalueringsmøte som har resultert i tiltak både hos driftsselskap for kontaktledningsanlegget og transportselskapet som eide lastebilen.</p>
<p><b>Mann ble alvorlig skadet av lysbuekortslutning og strømgjennomgang da han kom i berøring med kontaktledning for jernbane (3)</b></p> <p>10. juni ble en 33 år gammel mann alvorlig og livstruende skadet av lysbuekortslutning og strømgjennomgang i det han kom i berøring med en 15 kV kontaktledning på taket av et hensatt tog.</p> <p>Selve ulykken som skjedde ca kl.00.35 om natten er dokumentert ved en videofilm fra overvåkingskamera. Togsettet sto på et inngjerdet og avsperrt område.</p> <p>Det er funnet et oppklipt hull i gjerdet som tyder på at mannen har kommet inn på området gjennom dette. Han har så tatt seg fram mot togsettet og først krabbet under dette før han så har brutt seg inn i en vogn. Han har deretter tatt seg opp på taket av togsettet ved å klatre opp mellom to vogner. På taket av togsettet har han så kommet i berøring med 15 kV kontaktledning og lysbuekortslutning har oppstått. Det er observert både smell og lysglimt fra togsettet og bryterfall kl. 00.35.</p> <p>Av videofilmen kan en se at mannen ligger brennende på taket av togsettet før han ruller ned og faller på bakken hvor han blir liggende og brenne. Brann/redning og ambulanse ble tilkalt og ankom ca en halvtime etter at ulykken skjedde. Det fremgår at mannen er ble sendt til sykehus med alvorlige og livstruende brannskader.</p> <p>Han overlevde, men har fått amputert begge ben og er i skrivende stund på sykehus for rehabilitering. Det fremgår at det var høyspennings advarselskilt på gjerdet like ved det oppklipte hullet hvor en antar at mannen har tatt seg inn på området. Videofilmen viser også at mannen nærmet seg togsettet fra den kanten hullet i gjerdet var.</p>



<p>Dessuten skal politihunder i etterkant ha markert for at han kan ha kommet gjennom gjerdet her.</p> <p>Årsaken til at mannen tok seg inn på området og opp på taket av togsettet er ikke kjent.</p>
2008
<p><b>Ungdom 16 år fikk fallskade med strømgjennomgang (4)</b></p> <p>En kameratgjeng passerte ei jernbanebro 25. oktober. To av personene forserte broa på utsiden av anleggets avskjerming. En av personene hopper/faller ned på et stillestående godstog og kommer i kontakt med kjøreledningen (16000 Volt). Vedkommende faller deretter ned fra godstoget og pådrar seg betydelige fallskader. Redningspersonell og politi er raskt på stedet etter at den forulykkedes kamerater alarmerer hendelsen til nødnummer 113.</p> <p>Den skadede pådrog seg et stort kutt i hodet og brannskader etter lysbue på armer og bein. Den skadede hadde et langvarig opphold på sykehuset, mens skadeomfanget tross alt ble mindre enn forventet. Han vil ikke få full førlighet i den ene foten på grunn av en amputert stortå og et stivt fotblad.</p> <p>DSB, Jernbaneverket og Arbeidstilsynet ble orientert om ulykken og befarings ble foretatt. Det ble fastslått at den eksisterende avskjermingen med tilhørende skiltninger var tilfredsstillende i henhold til gjeldende lover og forskrifter. Politiet har etterforsket saken. Barnevernvaktas kriseteam har tatt seg av de andre involverte ungdommene.</p>
2007
<p><b>Paraglider i kontaktledning (5)</b></p> <p>11. august 2007 havnet en paraglider i kontaktledningen på Voss stasjon ved 14-tiden etter å ha blitt tatt av en kastevind. Personalt på stasjonen fikk koblet ut strømmen, og flygeren ble ikke skadd. Det ble en del forsinkelser i togtrafikken. Kilde: <i>På Sporet nr 132; september 2007.</i></p>
2006
<p><b>Sjåfør skadet etter strømgjennomgang fra jernbanens 15 kV kjøreledning (6)</b></p> <p>Den 23. juni ble en 38 år gammel sjåfør ansatt i et transportfirma alvorlig skadet da han falt ned fra taket på en container etter å ha kommet i kontakt med jernbanens kjøreledning.</p> <p>Den dagen ulykken skjedde, oppstod det en feil på en kjølecontainer under transport på et godstog. Kjøleaggregatet hadde stanset, og transportfirmaet fikk melding om dette via fjernovervåking. Da containeren kom fram til godsterminalen på bestemmelsesstedet om kvelden, ville firmaet forsøke å få startet kjøleaggregatet igjen. De tok da kontakt med en sjåfør ansatt i et annet firma, som kjørte på kontrakt og kjente til gjeldende containertype. Han sa seg da villig til å være behjelpelig i saken, til tross for at hans firma ikke hadde ansvaret for dette.</p> <p>Sjåføren dro til godsterminalen, og prøvde først å starte aggregatet fra et betjeningspanel på containeren. Da dette ikke gikk, klatret han opp på nabovogna og tok seg over på taket på kjølecontaineren. Godstoget var denne kvelden, mot normalt, hensatt på et spor under spenningsførende kjøreledning i utkanten av terminalområdet. Da sjåføren skulle gå ned fra containeren, kom han nær kjøreledningen, ble utsatt for strømgjennomgang, og falt ned på bakken. Han fikk bruddskader i hoften av fallet, i tillegg til brannskader som følge av strømgjennomgangen. Brannskadene var så store at sjåføren måtte amputere den høyre foten under kneet. I tillegg fikk han nedsatt førlighet i venstre hånd.</p> <p>Ulykken er etterforsket av politiet. Den skadede sjåføren skulle normalt ikke ha tilgang til containere før de er losset av togsettene, dette var hovedtransportfirmaets ansvar.</p> <p>Det kom imidlertid fram at det ikke var uvanlig at ansatte i andre firma som var involvert i transporten hadde befattning med containere før de var losset av. Etter det en har fått opplyst, blir rutinene for behandling av containere og forholdet mellom de ulike involverte firmaene nå gjennomgått på nytt.</p>
2005

### Anleggsarbeider utsatt for strømgjennomgang ved betongrenovering av bru over jernbanespor (7)

20. juni ble en 27 år gammel anleggsarbeider usatt for strømgjennomgang da han kom i berøring med en 16 kV kjøreledning for jernbane i forbindelse med betongrenovering av en bru. Kvelden før arbeidet var det kjørt fram en kontaktledningsvogn som skulle benyttes i forbindelse med arbeidet.

Da arbeidet skulle starte neste morgen tok vedkommende seg opp på taket av kontaktledningsvognen og kom i berøring med kjøreledningen og ble utsatt for strømgjennomgang. Personer fra et annet firma observerer ulykken og fikk varslet jernbaneselskapet som omgående fikk koblet ut linja. Etter at man hadde fått beskjed om at linja var utkoblet tok man seg opp på taket av kontaktledningvogna og fikk slukket brann i klærne til den skadede og fikk brakt ham ned på bakken, hvor han ble tatt hånd om av ambulanspersonell.

Anleggsarbeideren ble hardt skadet og har senere måtte amputere en arm. Ulykken er fremdeles under politietterforskning og detaljer vedrørende leder for sikkerhetsfunksjonen, adgangskontroll og ordregiving er ikke klarlagt.

2002

### Arbeider utsatt for strømgjennomgang ved berøring av et gjerde (8)

15. mars ble en 36 år gammel arbeider utsatt for strømgjennomgang da han berørte et gjerde mot en 16 kV kjøreledning for jernbane. Etterfølgende undersøkelser har ikke kunnet bringe på det rene hva som var årsaken til at arbeideren ble utsatt for strømgjennomgang da han berørte gjerdet.

Arbeideren fikk brannskader på føttene og var sykemeldt i ti dager.

### Tagger død av strømgjennomgang under tagging av et togsett (9)

23. november omkom en 17 år gammel ungdom av strømgjennomgang da han under tagging av et togsett kom i berøring med Jernbaneverkets kontaktledningsanlegg. Togsettet sto på avsperrt område under spenningsatt kontaktledning (15 kV). I følge vitneavhør har tre ungdommer ulovlig tatt seg inn på området i den hensikt å tagge togsett.

Den omkomne har klatret opp på togtaket og kommet i berøring med kontaktledningsanlegget. Han ble funnet omkommet på togtaket sterkt forbrent. Det var satt opp advarselskilt på området og på toget. Ulykken skyldes at uvedkommende mot bedre vitende ulovlig har tatt seg inn på området og opp på togsettet.

2001

### Montør ble skadet av lysbue og strømgjennomgang under arbeid på kontaktledningsanlegg (10)

Natten til 7. januar ble en montør alvorlig skadet av strømgjennomgang og lysbue under arbeid i kontaktledningsanlegget til Jernbaneverket (17 kV).

Fem arbeidsvogner med hvert sitt arbeidslag ble sendt ut for å arbeide forskjellige steder langs linjen. Det var bestemt at det kun skulle være en leder for elsikkerhet for alt arbeidet i likhet med tidligere netter. Til forskjell fra de foregående nettene arbeidet nå to av arbeidslagene nord for en omformerstasjon.

Hver vogn hadde egen sikkerhetsmann eller los for å ivareta togsikkerheten – ikke elsikkerheten. Det ble gjort avtale om at jording av ledninger ville bli utført som i tidligere netter. Det hevdes at det ble sagt at man ikke skulle arbeide høyere enn kontaktledningen. (Det gikk også en mateledning med 17 kV spenning på mastetoppene.) Leder for sikkerhet hadde kun kontakt med formannen for arbeidslagene. Ingen direkte informasjon om sikkerhetstiltak og faremomenter ble derfor gitt av leder for sikkerhet til arbeidslagene.

Leder for sikkerhet kontaktet driftsentralen og fikk utkoblet de bryterne han ønsket. Spenningstesting ble gjennomført før jording ble påsatt. Etter at tiltakene ble gjennomført var kontaktledningen frakoblet og jordnet for alle arbeidslag. Mateledningen var også frakoblet og jordnet for 3 av arbeidslagene, men de 2 nordligste arbeidslagene hadde full spenning på mateledningen. Leder for elsikkerhet ringte deretter sikkerhetsmenn og losere og informerte om hva som var gjort og at arbeidet kunne påbegynnes. Arbeidet startet så opp, og ved den nordligste vognen ble det raskt behov for å bevege seg opp i høyden for å løsne mateledningen i toppen av masten for å rette denne. I det en montør i en kurv i et av de to nordligste arbeidslagene strakk seg opp mot mateledningen med en skiftenøkkel slo en lysbue over fra ledningen til skiftenøkkelen. Kort tid etter falt montøren så stygt

forbrent 8-9 m ned på bakken. Han hadde da brannsåre på begge hender og var bevisstløs. Den skadede er 16 mnd. etter ulykken, fortsatt ikke i arbeid og har til dels store plager, primært grunnet de omfattende bruddskadene han pådro seg i fallet.

Det synes som at ulykken skyldes brudd på bestemmelser i fsh og interne sikkerhetsbestemmelser. Ulykken er under politietterforskning, men resultatet foreligger ikke.

2000

#### **10 år gammel gutt klatret i Jernbaneverkets mast (11)**

I september ble en 10 år gammel gutt utsatt for strømgjennomgang og fall da kom i berøring med Jernbaneverkets kjøreledning. Flere barn lekte i et skogsområde nær et jernbanespor. I den forbindelse benyttet de masten til kjøreledningene som utkikkspost. I den forbindelse klatret 10-åringen opp i en mast og kom i berøring med kjøreledningen (15 kV). Han ble utsatt for strømgjennomgang og falt ned på bakken.

Gutten fikk alvorlige brannskader. Om han får varig mén etter ulykken er ikke kjent.

Saken har vært politietterforsket. Politiet har konstatert at det ikke foreligger noen straffbare forhold.

1999

#### **Mann drept ved berøring av 15 kV kontaktledningsanlegg (12)**

I oktober ble en 40 år gammel mann drept da han klatret opp på en container på en jernbanevogn og kom i berøring med kontaktledningsanlegget. Han ble drept på stedet.

Mannen var ansatt ved en virksomhet som skulle slutføre arbeidene på en container. Containeren var plassert på en jernbanevogn som var en del av et beredskapstog. Toget inngår i beredskapen ved eventuelle ulykker i Romeriksporten.

Arbeidene besto i sveisearbeider inne i containeren. Sveisingen medførte imidlertid lakkskader på containerens tak. Mannen klatret via en stige opp på taket for å utbedre lakkskadene. Etter at malerarbeidet var utført reiste han seg opp og kom i berøring med kontaktledningen med hodet og ble drept av strømgjennomgang.

#### **Mann skadet ved berøring av 16 kV kjøreledning med fiskestang (13)**

I september ble en 37 år gammel mann skadet av 16 kV da han uforvarende berørte jernbanens kjøreledning med en fiskestang av karbontype, dvs. en stang som er godt ledende.

Mannen var på tur sammen med noen barn og voksne for å fiske i sjøen. For å komme ned til et godt fiskested krysset de jernbanelinjen. Det var da mannen uforvarende kom opp i kjøreledningen med fiskestangen som var 4,7 m lang.

Stedet der mannen passerte skinnegangen hadde gjerde på begge sider, men gjerdet var noe defekt. Det var plassert vanlig advarsel, dvs. høyspenningsskilt på en stolpe, tett ved der mannen passerte skinnegangen.

Mannen fikk tredje grads forbrenning på en arm og et ben og måtte amputere den ene foten nedenfor kneet.

Politiet har avsluttet saken og anført at intet straffbart forhold foreligger.

#### **Gutt fikk lysbueskader som følge av overslag fra 15 kV kontaktledningsanlegg (14)**

I oktober ble en 11 år gammel gutt utsatt for lysbueskader da det oppsto overslag fra en ledning som hang ned fra en overgangsbrosje ved jernbanen.

I følge guttens egen forklaring passerte han broen og så en ledning som var festet til nettingen som er en del av beskyttelsen mot 15 kV kontaktledningsanlegget. Han tok tak i ledningen slik at denne ble satt i bevegelse. Ledningen kom dermed i berøring med kontaktledningsanlegget og det oppsto kortslutning med lysbue som følge. I og med at gutten fikk store brannskader i ansikt og på en arm tyder det på at han ble utsatt for lysbue da det oppsto overslag fra ledningen til brobeskyttelsen.

Guttens hud kan ha fått varige skader etter lysbueskadene.





1998

**Mann alvorlig skadet av strømgjennomgang fra kontaktledningsanlegg (15)**

I april klatret en beruset 29 år gammel mann opp på taket av et hensatt togsett. I enden av togsettet var det en stige som førte opp til en gjennomføring på togtaket. Gjennomføringen var forbundet til togsettets pantograf som sto under spenning. Til tross for at stigen hadde låst klatrevern og at det var satt opp advarselskilt, tok mannen seg opp på taket og kom der i berøring med spenningssatte deler.

Han ble utsatt for strømgjennomgang og falt ned på marken hvor han senere ble funnet hardt skadet. Under befaring ble det funnet brannskader mellom gjennomføringen (isolator) og høyspenningsbryter på taket av motorvognen. Det var synlige brannmerker i ca. 10 cm lengde på strømskinnen og i nærheten av toppen av isolatoren. Det ble også funnet brannskader på det øverste trinnet i stigen til taket. Hendelsesforløpet synes dermed rimelig klart.

E-verket som strømforsyner anlegget, kunne opplyse at de hadde hatt utkobling på ledningen kl 0253 og det antas at ulykken skjedde da. Mannen ble funnet ca. kl 0500 og politi og ambulanse ble tilkalt. Han ble kjørt til sykehus og siden fraktet til brannskadeavdelingen ved Haukeland Sykehus.

Mannen hadde 65 % utvendige brannskader samt innvendige skader som følge av strømgjennomgangen og i tillegg fallskader. Han fikk et lengre sykehusopphold og vil få varige men.

# Det Norske Veritas:

Det Norske Veritas (DNV) er en ledende, uavhengig leverandør av tjenester for risikostyring, med global virksomhet gjennom et nettverk av 300 kontorer i 100 ulike land. DNVs formål er å arbeide for sikring av liv, verdier og miljø.

DNV bistår sine kunder med risikostyring gjennom tre typer tjenester: klassifisering, sertifisering og konsulentvirksomhet. Siden etableringen som en uavhengig stiftelse i 1864 har DNV blitt en internasjonalt anerkjent leverandør av ledelsestjenester og tekniske konsulent- og rådgivningstjenester, og er et av verdens ledende klassifiseringsselskaper. Dette innebærer kontinuerlig utvikling av ny tilnærming til helse-, miljø- og sikkerhetsledelse, slik at bedrifter kan fungere effektivt under alle forhold.

Global impact for a safe and sustainable future:

Besøk vår internettside for mer informasjon: [www.dnv.com](http://www.dnv.com)