

Risiko for forlenget bremsevei



Rapport nr. 21.406.003/R1
Dato 1. november 2002
Kunde Statens Jernbanetilsyn

Rapport nr.: 21.406.003/R1	Dato: 01.11.2002	
Utgave nr.: Sluttrapport, Rev 1	☐ Åpen distribusjon ☒ Distribusjon kun etter avtale med kunden	
Tittel: RISIKO FOR FORLENGET BREMSEVEI		
Kunde: Statens Jernbanetilsyn		
Kundespesifikasjon: Identifisere og vurdere forhold som kan medføre risiko for forlenget bremsevei.		
Sammendrag: Rapporten identifiserer og drøfter forhold som kan medføre risiko for forlenget bremsevei. Registreringer i NSB's system for hendelsesrapportering ("Synergi") viser at det i løpet av de siste 3,5 år har vært 50 tilfeller hvor tog har passert rødt lys og kommer i konflikt med kryssende sporvei (dvs at toget har stoppet i middel, eller ikke stoppet). Registreringene viser videre at de viktigste årsakene til slike alvorlige hendelser er lokførerfeil, klimatiske forhold og feil på infrastrukturen. Tekniske feil på bremsesystemene utgjør en liten, men ikke ubetydelig, årsaksfaktor. Hver av de identifiserte risikofaktorene er vurdert mht frekvens og mulig konsekvens, og det er på dette grunnlaget foreslått en prioriteringsliste for videre oppfølging. Det har ikke vært prosjektets oppgave å vurdere risikobidraget fra forlenget bremsevei i forhold til andre faktorer som påvirker trafikksikkerheten.		
Emneord	Navn	Signatur
Jernbane Trafikksikkerhet Bremsevei	Utarbeidet av: Bjørn Arnegård Ove Silkoset	
	Gransket av: Inge A Alme	
	Godkjent av: Henriette E. Hall	

INNHOLDSFORTEGNELSE

	<u>Side</u>
1. BAKGRUNN, OPPDRAG OG GJENNOMFØRING	1
1.1 Bakgrunn	1
1.2 Oppdrag	1
1.3 Gjennomføring	1
1.4 Togmateriell som inngår i undersøkelsen	2
1.5 Terminologi	2
2. RISIKOBILDE - FORLENGET BREMSEVEI	4
2.1 Erfaringsdata	4
2.1.1 Omfanget av rødllyspasseringer	4
2.1.2 Direkte årsaker til rødllyspasseringer	4
2.1.3 Feil fra lokfører og infrastrukturfeil	6
2.2 Andre studier	6
2.3 Vurdering og sammenfatning av risikobildet	7
2.4 Forhold som drøftes i denne rapporten	7
3. TEKNISKE FORHOLD KNYTTET TIL TOGETS BREMSESYSTEMER	8
3.1 Design	8
3.1.1 Beskrivelse	8
3.1.2 Vurdering av risikoforhold knyttet til design av bremsesystemene	10
3.2 Godkjenning av rullende materiell, inkludert bremsesystem	10
3.2.1 Beskrivelse	10
3.2.2 Vurdering av risikoforhold knyttet til typegodkjenning av bremsesystemer	11
3.3 Vedlikehold av bremsesystemer	11
3.3.1 Beskrivelse	11
3.3.2 Vurdering av risikoforhold forbundet med vedlikehold av bremsesystemer	13
3.4 Kompetanse i vedlikeholdet	15
3.4.1 Beskrivelse	15
3.4.2 Vurdering av risikoforhold knyttet til kompetanse i vedlikeholdet	16
4. OPERATIVE FORHOLD KNYTTET TIL LOKFØRER	17
4.1 Opplæring	17
4.1.1 Beskrivelse	17
4.1.2 Vurdering av risikoforhold knyttet til opplæring av lokfører	17
4.2 Uttak og bremseprøving	18
4.2.1 Beskrivelse	18
4.2.2 Vurdering av risikoforhold knyttet til uttak og bremseprøving	18
4.3 Bremseprosent og ATC	19
4.3.1 Beskrivelse	19
4.3.2 Vurdering av risikoforhold knyttet til bremseprosent og ATC	20
4.4 Test av bremses under kjøring	20
4.4.1 Beskrivelse	20
4.4.2 Vurdering av risikoforhold knyttet til prøvebremsing	20
4.5 Overvåking ved fremføring	21
4.5.1 Beskrivelse	21
4.5.2 Vurdering av risikoforhold under fremføring	21
4.6 Ytre forhold	21
4.6.1 Beskrivelse	21
4.6.2 Vurdering av risikoforhold vedrørende ytre forhold	21

5.	TEKNISKE FORHOLD KNYTTET TIL INFRASTRUKTUREN	22
5.1	Teknisk oppbygging av infrastruktur	22
5.1.1	Beskrivelse	22
5.1.2	Vurdering av risikoforhold knyttet til tekniske forhold i infrastrukturen	22
5.2	Vedlikehold av infrastrukturen	23
5.2.1	Beskrivelse	23
5.2.2	Vurdering av risikoforhold knyttet til vedlikehold av infrastrukturen	23
6.	OPERATIVE FORHOLD KNYTTET TIL INFRASTRUKTUREN	24
6.1	Togleder	24
6.1.1	Beskrivelse	24
6.1.2	Vurdering av risiko knyttet til operative forhold ved infrastrukturen	24
7.	FORSLAG TIL PRIORITERING AV VIDERE OPPFØLGING I FORHOLD TIL FORLENGET BREMSEVEI	25
8.	REFERANSER	28

1. BAKGRUNN, OPPDRAG OG GJENNOMFØRING

1.1 Bakgrunn

I forbindelse med ulykker og alvorlige hendelser som har vært innenfor jernbanesektoren de seneste årene, har Statens jernbanetilsyn iverksatt en uavhengig gjennomgang av forhold som kan medføre risiko for forlenget bremsevei.

1.2 Oppdrag

Oppdraget har hatt som hensikt å fremskaffe oversikt over risikoforhold knyttet til forlenget bremsevei, samt å gjøre en overordnet vurdering av disse. Forlenget bremsevei er et delelement i det totale risikobildet knyttet til trafiksikkerhet. Det har ikke vært prosjektets formål å sette forlenget bremsevei inn i et helhetlig risikobilde.

Med unntak av en overordnet drøfting av årsaker til rødllyspasseringer i kapittel 2, er rapporten i hovedsak begrenset til forhold knyttet til design, vedlikehold og operasjon av de tekniske bremsesystemene på togmateriell.

Forlenget bremsevei kan også forårsakes av forhold knyttet til infrastrukturen, f.eks. jernbanesporets stignings-/hellningsgrad, avstand mellom forsignal og hovedsignal (dvs. forberedte maksimale bremselengder), avstand fra perrong til sporveksel, samt is, snø og løvfall på skinnene. Slike forhold er bare summarisk behandlet i denne rapporten.

Forlenget bremsevei kan også forårsakes av menneskelige faktorer, spesielt av lokfører men også av togleder. Slike forhold er bare behandlet på et overordnet nivå i rapporten.

1.3 Gjennomføring

I gjennomføring av oppdraget er Jernbaneverket (infrastrukturforvalter), NSB BA og CargoNet AS (togoperatører), Mantena AS (vedlikeholdsleverandør), samt Jernbanetilsynet vært kontaktet, og har gitt verdifull informasjon.

NSB og CargoNet har bidratt med deltakelse og informasjon i møter, har stilt dokumentasjon om bremsesystemer og resultater fra egne analyser av risikoforhold knyttet til rødllyspasseringer og bremsesvikt, til disposisjon. Til praktisk gjennomgang av vedlikehold, uttak av lok og bremseprøving har Mantena og de to togoperatørene stilt med personell.

Jernbaneverket har bidratt i møter hvor typegodkjenning av materiell har vært tema, samt andre forhold knyttet til infrastruktur som kan medføre forlenget bremsevei.

NSB har også gitt kommentarer til rapporten, og disse er vurdert og innarbeidet i sluttrapporten.

Basert på den informasjon som er fremskaffet gjennom de ulike aktørene, er risikoforhold knyttet til forlenget bremsevei identifisert.

Det er til slutt i rapporten (kapittel 7) foreslått en prioritering av videre oppfølging knyttet til de enkelte faktorene som bidrar til forlenget bremsevei.

1.4 Togmateriell som inngår i undersøkelsen

Følgende typer rullende materiell er benyttet som underlag:

Motorvognsett:

- Type 73 som typisk for "nyere" materiell

Lokomotiv:

- Personlok: EL18
- Godsløk: EL14

Personvogn:

- B5

Godsvogn:

- LGS

Selv om spesifikke typer togmateriell har vært brukt som underlag for gjennomgangen, anser vi at det ikke er signifikante tekniske forskjeller mellom de ulike typene innen hhv. "tradisjonelt" materiell og "nytt" materiell" når det gjelder forhold som kan medføre risiko for forlenget bremsevei. Vi har derfor valgt å gjøre deler av rapporten generell, med spesielle angivelser der hvor det er oppdaget forhold som er spesifikke for en bestemt type materiell.

1.5 Terminologi

I rapporten er følgende terminologi benyttet:

Forlenget bremsevei: Bremsevei som overskrider de lengder som er lagt til grunn ved planlegging og bygging av jernbanens infrastruktur, inkludert de sikkerhetsmarginer som er innebygget i infrastrukturen. Dette tilsier at en "forlenget bremsevei" i de fleste tilfeller vil medføre passering av et signal i rødt, men forlenget bremsevei forekommer også når et tog f.eks. ikke stopper på tilsiktet sted ved perrong e.l.

Tilsetting av brems: Aktivering av brems, gjennom trykksenkning i lufttrykk bremse-system, elektrisk signal e.l.

Løsning av brems: De-aktivering av brems, gjennom trykkøking i lufttrykk bremse-system, elektrisk signal e.l.

RAMS: Reliability, availability, maintainability and safety. Arbeidsmetodikk for å ivareta driftsregularitet og trafikk sikkerhet gjennom hele materiellets livsløp, fra design til avhending.

RCM: Reliability Centered Maintenance. Metodikk for å vedlikeholde materiell ut fra systematiske vurderinger av de enkelte systemers og komponenters betydning for sikkerhet og driftsregularitet.

FMECA: Feilmode, feileffekt og kritikalitetsanalyse. Systematisk gjennomgang av et teknisk system for å fastslå hva som kan feile, og konsekvensen av feil.

SARS: Safety analysis in railway systems. Standardisert metode for å utføre risikoanalyser på jernbanesystemer.

Hazid: Hazard identification. Metode for å identifisere mulige faresituasjoner. Brukes i hovedsak for tekniske systemer.

Hazop: Hazard and operability. Metode for å identifisere og vurdere mulige faresituasjoner. Brukes både for tekniske systemer og for samspillet mellom tekniske systemer og operatører.

Safop: Safe operation. Metode for å gjennomgå arbeidsoperasjoner, prosedyrer etc med sikte på å identifisere og vurdere mulige faresituasjoner i en driftsfase.

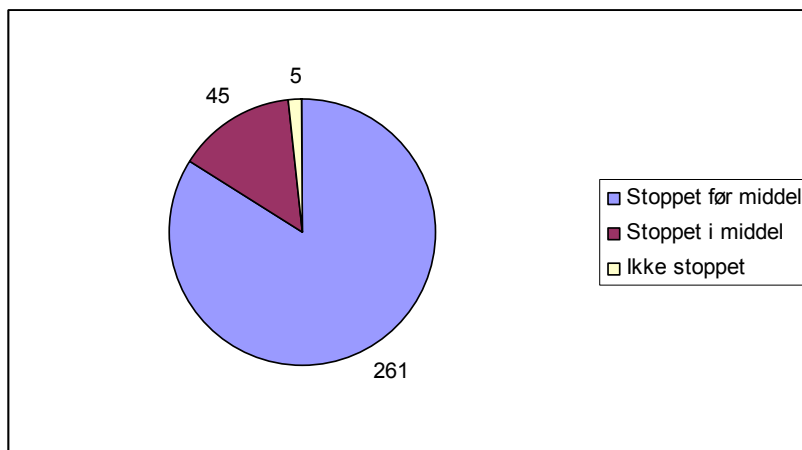
Criop: Crisis intervention in offshore operations. Metode for å vurdere samspillet mellom operatører og kontrollromssystemer i krisesituasjoner.

2. RISIKOBILDE - FORLENGET BREMSEVEI

2.1 Erfaringsdata

2.1.1 Omfanget av rødllyspasseringer

Data fra NSB's hendelsesdatabase "Synergi", for perioden 1999 - mai 2002 er vist i figur 2.1:



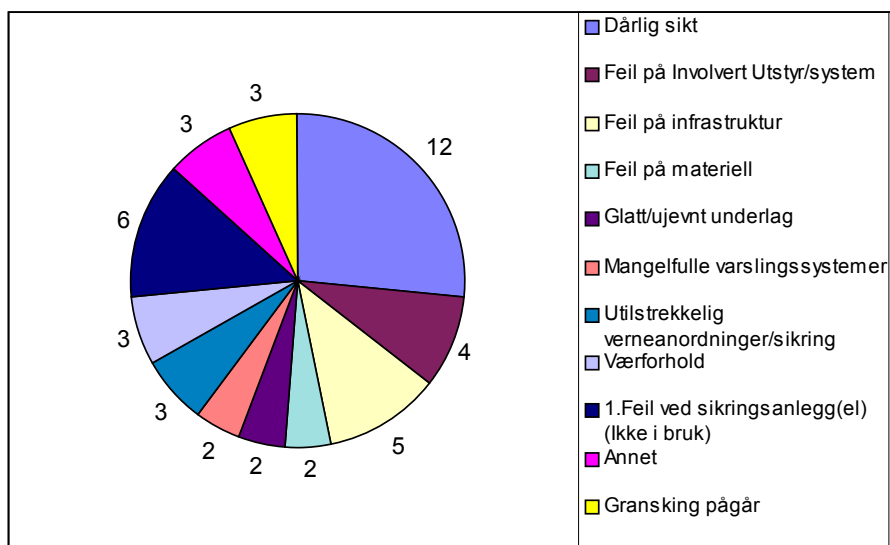
Figur 2.1: Oversikt over rødllyspasseringer 1999 - mai 2002. Ref /1/

Infrastrukturfeil som medfører at signal faller i "stopp" like før toget passerer signalet, og signal som blir revet av togleder/togekspeditør, er inkludert i datamengden "Stoppet før middel".

Figuren viser at det i en periode på ca 3,5 år er registrert 50 hendelser hvor toget enten har kommet inn i, eller har hatt svært små marginer i forhold til å komme inn i, kryssende togvei/skiftetogvei. Selv om oversikten er lite detaljert, indikerer den at problemområdet rødllyspassering/ forlenget bremsevei, representerer et betydelig risikopotensiale.

2.1.2 Direkte årsaker til rødllyspasseringer

En studie utført av NSB basert på 69 rødllyspasseringer i perioden mars 1999 - februar 2000, ref /2/, er vist i Figur 2.2.



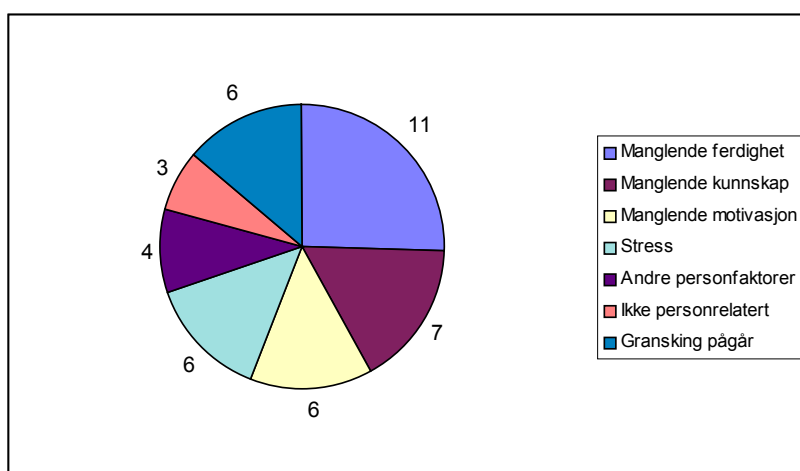
Figur 2.2: Direkte årsaker til rødllyspasseringer, ref /2/.

Selv om studien er gjort på et begrenset datagrunnlag, indikerer den følgende:

- sikt og klimatiske forhold som glatt underlag, står til sammen for 17 av de 66 ferdiggranskede hendelsene, dvs 26%
- feil på infrastruktur og sikringsanlegg, står for 11 hendelser, dvs. 17%
- feil på materiell og involvert utstyr/system står for 6 hendelser, dvs 9%.

For hver av hovedårsakene kan det være ulike bakenforliggende årsaker. "Dårlig sikt" kan for eksempel skyldes at frontvindu enten er iset ned eller at det er mye smuss på frontvinduet, men kan også skyldes at vegetasjonen langs infrastruktur gjør det vanskelig å oppdage signal.

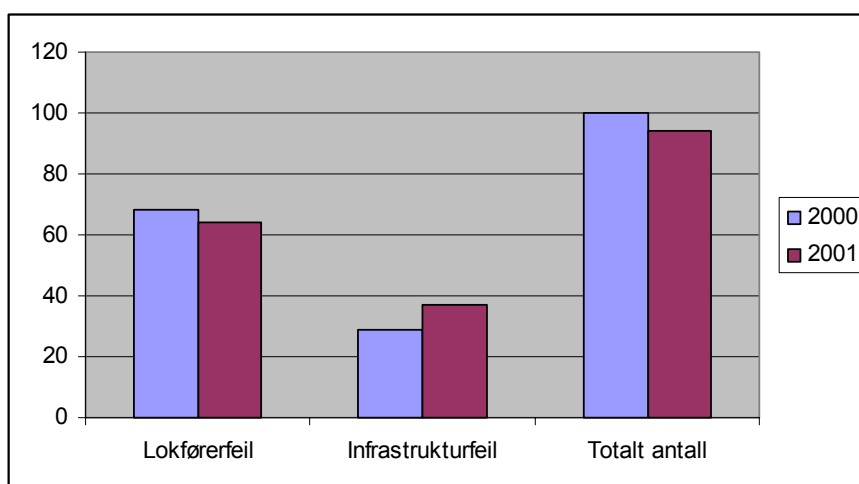
Bakenforliggende personfaktorer fra det involverte personalet fremgår ikke som direkte årsak i Figur 2.2, men er vist i Figur 2.3.



Figur 2.3: Personfaktorer som har vært bakenforliggende årsaker til uregelmessig passering av signal, ref. /2/

2.1.3 Feil fra lokfører og infrastrukturfeil

I NSB's Trafikksikkerhetsrapport for Drift for mai 2002, ref /3/, er det bl.a. gjort en gjennomgang av antall rødllyspasseringer for 2000 og 2001. Resultatene er vist i figur 2.4. Det må bemerkes at siden summen av disse to årsaksfaktorene overskrider det samlede antall registrerte rødllyspasseringer, er det sannsynligvis angitt flere bakenforliggende årsaker til én og samme hendelse.



Figur 2.4: Registrerte lokførerfeil, infrastrukturfeil og totalt antall rødllyspasseringer i 2000 og 2001, ref /3/

Til figur 2.4 bemerkes at betegnelsen "lokførerfeil" er gjengitt fra NSBs trafikk-sikkerhetsrapport. Når en så stor andel som 60 - 65% av det samlede antall rødllyspasseringer er plassert i denne kategorien, kan det tyde på at andre årsaks-faktorer enn feilhandling fra lokfører, også er aktuelle.

2.2 Andre studier

En rapport fra SINTEF for NSB Gardermobanen i 1999, ref /4/, vedrørende en sikkerhetsfaglig vurdering av bremsene på flytoget, konkluderer som følger (sitat):

"Det vi frykter først og fremst når det gjelder bremsene på tog i Norge og som kan betraktes som spesielle utfordringer, er:

- 1) *Dårlig adhesjon mellom hjul og skinne*
- 2) *"Vinterproblem" - dårlig friksjon mellom bremsebelegg og bremseeskive.*

Dette utgjør utfordringer som langt overskrider rene tekniske bremsesvikt."

SINTEF's rapport behandler ikke problemer knyttet til teknisk svikt i bremsesystemene på konvensjonelt togmateriell, men konkluderer med følgende når det gjelder virkningen av tekniske feil i bremsesystemene på type 71 (sitat):

"Feil som fører til bortfall av bremsene på én aksel har marginal effekt. Også bortfall av bremseeffekten på én boggi, og sågar en hel vogn vil ikke føre til for liten bremseevne.

selv om man mister bremseeffekten (pneumatisk) på halve togsettet (f.eks. samtlige løpeboggier), så vil bremseevnen fortsatt overstige behovet på $r=0,7 \text{ m/s}^2$

Hva må til for å få bremsesvikt som blir så omfattende at det vil kunne få kritiske konsekvenser som forbikjøring av stoppsignal og muligheter for kollisjon?

Allerede ved ("kun") bortfall av bremseeffekten (pneumatisk) på én vogn må flere feil inntreffe samtidig, som f.eks. svikt i styreventil samt svikt i EP-bremsen (den elektropneumatiske bremsen).

Ett forbehold må imidlertid tas, og det er mulighetene for kritiske enkeltfeil i software til styreenheten til glidevernet (én per vogn) og VCU'en (vogndatamaskinen). Men selv denne type feil, såfremt de begrenser seg til én vogn, vil ikke medføre at bremseevnen underskrider bremsebehovet."

2.3 Vurdering og sammenfatning av risikobildet

En samlet vurdering av ovenstående informasjon, samt annen (om enn lite dokumentert og systematisk) informasjon fra de jernbanevirksomhetene (ref kap 1.3) som er blitt kontaktet under dette oppdraget, gir følgende bilde knyttet til risiko for forlenget bremsevei:

- lokførerfeil og forhold knyttet til klimatiske forhold, fremstår som de to mest dominerende risikofaktorene
- ulike typer svakheter i, og feil på, infrastruktur er også en vesentlig bidragsyter
- tekniske feil i togets bremsesystemer utgjør en liten, men ikke uvesentlig, del av risikobildet.

2.4 Forhold som drøftes i denne rapporten

Følgende teamer er i denne rapporten vurdert i forhold til risiko for forlenget bremsevei:

Tekniske forhold knyttet til togerts bremsesystem

- design
- typegodkjenning
- vedlikehold, inkl. funksjonskontroll.

Operative forhold knyttet til lokfører

- opplæring av lokførere
- uttak og bremseprøving
- beregning av bremseprosent og maksimal tillatt hastighet
- kvalitetssikring og kompetanse hos de som utfører forannevnte aktiviteter.

Hver av disse hovedkildene er videre vurdert for å identifisere hva som er de ulike risikoforhold knyttet til forlenget bremsevei.

3. TEKNISKE FORHOLD KNYTTET TIL TOGETS BREMSESYSTEMER

Tekniske forhold som kan føre til forlenget bremsevei er delt inn hovedgruppene design, typegodkjenning, vedlikehold av togene og kompetanse hos vedlikeholds-personellet.

3.1 Design

3.1.1 Beskrivelse

Det brukes forskjellige bremsesystemer på de ulike typer togmateriell. I de bremsesystemene som styres av trykkluft er det mange komponenter som er basis for alle varianter, uavhengig av leverandører og modell.

Bremsesystemer for rullende materiell kan være sammensatt av ulike typer metoder (fysiske bremses) for å få utført hastighetsreduksjon (retardasjon) av materiellet. Følgende metoder er i bruk:

- Retardasjon ved hjelp av bremseklosser som presses mot hjulbane eller bremsebelegg som presser mot bremseskiver som er festet til hjul eller hjulaksel.
- Magnetskinnebrems hvor en bremsesko ved hjelp av magnetkraft trekkes mot skinnene for å oppnå bremsekraft.
- Elektrisk brems hvor traksjonsmotorer koples om til å fungere som generatorer og dermed gir bremsevirkning.

For å illustrere bremsesystemet i et moderne tog, er det nedenfor beskrevet Type 73 (Signatur) hvor en rekke fysiske bremses benyttes. I operasjon vil det være ulike bremsetilstander som hver for seg eller til sammen frembringer ønsket retardasjon.

Bremsetilstander

1. Driftsbrems:
 - Bremsing via bremsekontroller
 - Automatiske hastighetskontroll
 - Nøddrift
 - ATC-driftsbrems
2. Nødbrems
3. Direktebrems
4. Parkeringsbrems
5. Avisingsbrems
6. Pussebrems
7. Magnetskinnebrems

Fysiske bremses på type 73

For å frembringe ønsket retardasjon benytter de forskjellige bremsetilstander seg av forhåndsbestemte kombinasjoner av de fysiske bremsene.

Toget har følgende fysiske bremsesystemer, som hver for seg eller i kombinasjon, kan benyttes for å frembringe den ønskede retardasjonen:

- Skivebrems (trykkluftmanøvrerte bremsesylindere som presser bremsebelegg mot bremseskive påmontert hjulskive eller aksel).
- Elektrisk brems (motorer som koples om slik at de virker som generatorer).
- Pussebrems (trykkluftmanøvrerte bremsesylindere som presser bremseklosser mot hjulbane).
- Magnetskinnebrems (friksjonsbrems som trykkes mot skinnene).

Designstandards

Togmateriell designes (konstrueres) og bygges med basis i anerkjente standarder som UIC, EN etc, samt særskilte nasjonale krav. Bremsesystemene blir designet og produsert av leverandører, basert på togoperatørens krav, som kan være spesifikke systemkrav eller funksjonskrav. De krav som ligger til grunn som standarder og nasjonale krav må følges på en slik måte at leverandøren kan demonstrere at standarden og den intensjon er ivarettatt.

Bremsesystemene er i utgangspunktet designet til å være "fail safe", dvs at ved alvorlige tekniske feil (i hovedsak ved store lekkasjer i trykkluftsystemene), skal bremsene automatisk tilsettes.

På "tradisjonelt" togmateriell, f.eks. lok EL14, samt på person- og godsvogner, er bremsesystemene forholdsvis enkle og oversiktlige, og det er gjort svært få tekniske endringer de siste 20 årene. Tegningene av bremsesystemet på de mest brukte godsvognene, er f.eks. ikke blitt endret (revidert) siden 1976.

På nyere typer togmateriell, slik som Type 73 (Signatur), er det i stor grad et tradisjonelt design av selve bremsesystemene, men det er kommet til et datastyrt overvåkings- og kontrollsystem som kompliserer helhetsbildet. Selv om overvåkings-systemet ikke skal påvirke de grunnleggende bremsefunksjonene, gir det viktig informasjon til lokfører om bremsenes tilstand etc, noe som påvirker lokførers situasjonsoppfatning og hans reaksjonsmønster i ulike situasjoner.

Bruk av risikoanalyser

Det er ikke funnet dokumentasjon på at det er utført systematiske risikovurderinger av bremsesystemene på det "tradisjonelle" togmateriellet.

På nyere togmateriell (f.eks. EL 18 og Type 73), har det vært utført en rekke ulike risikoanalyser, som:

- FMECA på EL 18, Type 72, Type 73 og Type 93
- SARS på Type 72, Type 73 og Type 93.

Risikoanalyser etter SARS-metodikken (tilsvarer Hazop) har vært gjennomført på nytt togmateriell. For systemer med sikkerhetskritiske funksjoner (som bremsesystemer) har man gått videre i detaljering i FMECA-analyser. NSB har satt sin egen standard og akseptkriterier for FMECA, og har til dels lært opp leverandørene i å gjennomføre slike analyser.

NSB har også utført førerromsanalyser etter modell av CRIOP (Crisis intervention in offshore operations) for ny togsett.

NSB har dessuten utarbeidet et generelt feiltre for bremsesystemer, ref. /7/.

3.1.2 Vurdering av risikoforhold knyttet til design av bremsesystemene

Det er grunn til å anta at de aller fleste tekniske feilsituasjoner, gjennom mange års driftserfaring, er ivarettatt i designet av bremsesystemene på "tradisjonelt" togmateriell. Det dukker allikevel fra tid til annen opp situasjoner som ikke har vært tilstrekkelig gjennomtenkt og ivarettatt, f.eks. hadde førerbremseventilen på EL 14 tidligere en stilling hvor toget kunne kjøres med blokkert ettermating av trykkluft (også kalt "midtstilling"). I en slik situasjon kunne en lekkasje i bremsesystemet (så liten at den ikke medførte automatisk tilsetning av bremsene), medføre at bremseeffekten ble kraftig redusert eller helt borte. Dette har medført ombygging av førerbremseventilen, slik at det nå automatisk åpnes for ettermating når toget settes i bevegelse.

Det har gjennom årene også kommet til en del "hjelpesystemer" til bremsesystemene, som for eksempel tørkeanlegg. Dette gir mulighet for både nye typer tekniske feil og operative feilhandlinger. Det er for eksempel erfart at tog er blitt kjørt med avstengt tørkeanlegg i perioder hvor anlegget skulle ha vært benyttet.

De nye typene togmateriell har bremsesystemer med flere - og muligens fortsatt uoppdagede - feiltyper, i hvert fall når det gjelder den informasjon som overvåkings- og kontrollsystemet gir til lokfører, og samspillet mellom lokfører og de tekniske systemene. Dette tilsier at det kan være behov for å se nærmere på mulige feilmodi i de nye bremsesystemene, herunder muligheter for feil i samspillet mellom lokfører og de tekniske systemene.

Ytre klimatiske forhold har vært, og er fortsatt, betydelige risikofaktorer i de tekniske bremsesystemene. Vann og is mellom bremseskive og -belegg, eller mellom bremsekloss og hjul, samt ising i selve bremsesystemet, er velkjente problemstillinger som det er nedlagt betydelig arbeid for å redusere.

3.2 Godkjenning av rullende materiell, inkludert bremsesystem

3.2.1 Beskrivelse

Ordningen for godkjenning av togmateriell er endret de seneste årene. Før oppdelingen av NSB i 1996, godkjente NSB selv alt materiell. Deretter typegodkjente JBV togmateriellet, i et samarbeid med SJT, frem til ca. år 2001, hvorefter SJT selv tok full styring over godkjenningsprosessen.

Da SJT ble opprettet valgte man ikke å gjennomføre en godkjenningsprosess av materiell som allerede var i bruk, men anså dette som godkjent under tidligere regimer.

Nå er det SJT som godkjenner togmateriellet. Det kreves risikoanalyser for alt materiell som skal godkjennes for drift på det norske jernbanenettet.

Som del av vurderingene ifm inngåelse av sportilgangsavtale for nytt togmateriell, skal JBV alltid foreta en selvstendig vurdering av materiellet i forhold til rammebetingelser og kriterier for den infrastruktur som materiellet skal brukes på.

3.2.2 Vurdering av risikoforhold knyttet til typegodkjenning av bremsesystemer

De mest aktuelle risikoforholdene knyttet til typegodkjenningen anses å være:

- kompetanse hos produsent, operatør og SJT når det gjelder bruk av risikoanalyser for komplekse tekniske systemer og i forhold til samspillet mellom lokfører og teknisk bremsesystem
- kompetanse hos godkjenningsorganene når det gjelder hvordan materiellet vil fungere under norske klimaforhold og på norsk infrastruktur.

Selv om dette er velkjente problemstillinger, vil de sannsynligvis bli ytterligere aktualisert i årene fremover. Det er åpnet opp for nye operatører på det nasjonale jernbanenettet, og det kan være fare for at noen mangler erfaring og kompetanse med jernbanedrift i Norge.

Nytt togmaterieell er også i stor grad designet for de store markedene, for eksempel i Mellom- og Sør-Europa. Disse har andre klimaforhold og bedre utbygd infrastruktur enn Norge, og det kan bli vanskelig å få tilpasset materiellet til norske forhold.

3.3 Vedlikehold av bremsesystemer

3.3.1 Beskrivelse

Vedlikehold av togmateriellet er basert på vedlikeholdsprogrammer for hver materielltype, ref. /9/, /12/ og /17/. Vedlikeholdsprogrammet er basert på den erfaring som produsent og operatør har fra beslektede typer. Operatøren kan dessuten selv utføre analyser med for eksempel RCM metodikk, som underlag for vedlikeholdsprogrammet. Basert på slike analyser skal sikkerhetskritiske funksjoner identifiseres, og disse angis spesielt i vedlikeholdsprogram og driftsprosedyrer for å sikre at de underlegges nødvendig styring slik at funksjonene ikke forringes.

Vedlikehold utføres på materieell for å opprettholde og ha kontroll med teknisk tilstand, og dermed ivareta sikkerhet og operatørens tilgjengelighetskrav. Vedlikehold kan deles inn i følgende grupperinger:

Forebyggende vedlikehold, med undergruppene

Periodisk vedlikehold

- Periodisk inspeksjon
- Planlagte bytter av komponenter
- Planlagt smøring

Tilstandsbasert vedlikehold

- Måling
- Funksjonstesting
- Tilstandsovervåking

Korrigerende vedlikehold, med undergruppene

Akutt korrigerende vedlikehold

Planlagt korrigerende vedlikehold

- Reparasjon.
- Utskifting
- Smøring
- Rengjøring

Funksjonskontroll

Etter inngrep i systemer både ved korrigerende og forebyggende vedlikehold må det utføres funksjonskontroll for å sikre at utstyret utfører sin tiltenkte funksjon, ref. /13/ og /16/.

For utstyr som er sikkerhetskritisk er det også viktig med en spesiell fokus (for eksempel verifikasjon ved dobbeltkontroll) av at vedlikeholdet er utført i henhold til gjeldende vedlikeholdsprosedyrer og fungerer tilfredsstillende. Dette som et ekstra sikkerhetstiltak mot feilårsaken "menneskelig feilhandling" i vedlikeholdet.

Oppfølging og optimalisering av vedlikeholdsprogram

For å kunne følge opp vedlikeholdet er det nødvendig å ha et rapporteringssystem om hendelser og feil på materiellet, slik at man kan identifisere avvik og trender som grunnlag for en kontinuerlig tilpassing og forbedring av vedlikeholdsprosedyrer og intervaller. På denne måten vil man ha kontroll med slitasje og feilutvikling i forhold til de kriterier som ligger til grunn for det forebyggende vedlikeholdet, samt med utførelsen av både forebyggende og korrigerende vedlikehold.

Gjennomgangen indikerer at det, historisk sett, ikke har vært noen utpreget praksis hos norske jernbaneoperatører om å justere vedlikeholdsintervallene for togmateriell ut fra den tekniske tilstanden til for eksempel komponenter som skiftes ut. I andre bransjer, som luftfart, har dette lenge vært en meget viktig aktivitet, som involverer både operatør, leverandør og tilsynsmyndighet. Innen luftfart er det for eksempel faste prosedyrer ("Pålitelighetsoppfølging", "Maintenance Review Board" etc.) for vurdering og endring av intervaller i vedlikeholdsprogrammet. I forhold til både sikkerhet, driftstilgjengelighet og vedlikeholdskostnader er dette viktige aktiviteter.

NSB har siden desember 2001 hatt en prøveprosjekt hvor det utføres tilstandskontroll av komponenter som skiftes ut. Dette skal skaffe erfaringsgrunnlag for vurdering og evt. justering av vedlikeholdsintervallene. Før det besluttes å forlenge et intervall, blir det også utført en "prøverevisjon" for å bekrefte tilstanden til den aktuelle komponenten.

Togoperatørene innfører etter hvert RAMS-metodikken i vedlikeholdet, noe som gir et godt grunnlag for å optimalisere vedlikeholdsprogrammene. NSB og Flytoget er godt i gang med bruk av RAMS, mens de øvrige operatørene er i startfasen.

3.3.2 Vurdering av risikoforhold forbundet med vedlikehold av bremsesystemer

Følgende vurderes som potensielle risikoforhold:

Fastsetting av vedlikeholdsintervaller

De norske operatørene har innført, eller er i ferd med, å innføre prinsippene for RAMS til grunn for vedlikeholdet. Dette kan medføre at vedlikeholdsintervallene økes, forutsatt at den tekniske tilstanden til komponentene tilsier dette. Innen luftfart er en slik aktiv tilpasning av vedlikeholdsintervall utbredt, og det er mye som tyder på at også jernbanen vil ta i bruk det samme systemet.

Viktige spørsmål knyttet til slike "nye" vedlikeholdsprogram er knyttet til marginer, sårbarhet etc.

Innen luftfart er både utstyrsfabrikant og Luftfartstilsynet med i godkjenningsprosessen når vedlikeholdsprogrammet skal endres.

Identifisering og ivaretagelse av sikkerhetskritiske funksjoner

Togoperatørene arbeider med å identifisere sikkerhetskritiske funksjoner for sitt togmateriell, og "S-merke" dette i vedlikeholdsprogrammer og -prosedyrer. Det er viktig at dette gjøres etter fastsatte kriterier, og at det er en klar strategi for hva som S-merkingen skal medføre av aktiviteter under vedlikeholdet. Når dette er gjennomført, bør det medføre økt oppmerksomhet og prioritering av disse funksjonene i alle typer vedlikehold. De fleste komponenter og aktiviteter knyttet til bremsesystemene vil sannsynligvis bli definert som sikkerhetskritiske.

Funksjonsprøving av bremsesystemer

I forbindelse med vedlikehold av bremsesystemene på lok, vogner og togsett, har vi i denne gjennomgangen spesielt sett på funksjonsprøving av bremsene på Type 73, EL 14 og godsogner.

Observasjon av funksjonsprøving av driftsbremsen på **Type 73** avdekket følgende potensielle risikoområder:

- Prøvingsprosedyren var meget omfattende, og det kom tydelig frem at vedlikeholdspersonellet ikke helt forsto alle prøvene som skulle gjøres. De prøvene som ikke ble forstått, ble heller ikke utført.
- Det ble registrert lekkasjer på apparatluftsiden (altså ikke på bremsesiden, som ville være mer kritisk) av trykkluftsystemet som lå over de grenseverdiene som var fastsatt i prosedyren. Dette ble registrert på prøvingsskjemaet, som deretter gikk til skiftleder for godkjenning. I og med at skiftleder ikke hadde andre grenseverdier enn de som står i prosedyren, og det ikke ble gjort reparasjoner, vil togsett med lekkasjer over fastsatt grenseverdi, bli satt i drift. Av samtalene med vedlikeholdspersonellet kom det frem at dette ofte forekommer.
- Det brukes bare manuelle måleinstrumenter ved funksjonsprøvingen, altså ikke skriver som ville kunne dokumentere lekkasjer / trykkfall på en bedre måte enn dagens føring av måleverdier i et registreringsskjema.
- Det er kun visuell vurdering av klosstrykk når brems tilsettes.

Ingen av de observerte forholdene er direkte sikkerhetskritiske, men de indikerer mangelfull kvalitetssikring av vedlikeholdsarbeidet.

NSB deltok med personell fra bremsekontoret ved den funksjonsprøven vi observerte, og forannevnte forhold ble notert. Det må likevel konstateres at praksis frem til vår observasjon, har vært som beskrevet i punktene ovenfor.

Observasjon av funksjonsprøving av driftsbrems på **EL 14** avdekket følgende potensielle risikoområder:

- Det ble fra vedlikeholdspersonellet bemerket at noen styreventiler som har vært til revisjon, lekker. Ved "Ventilloftet" på Grorud var det imidlertid kun registret 3 reklamasjoner på styreventiler i løpet av de seneste 2 årene, så omfanget av slike problemer synes å være begrenset.
- Det brukes bare manuelle måleinstrumenter ved funksjonsprøvingen, altså ikke skriver som ville kunne dokumentere lekkasjer / trykkfall på en bedre måte enn dagens føring av måleverdier i et registreringsskjema.
- Det er kun en visuell vurdering av klosstrykk når brems tilsettes.
- Det er registrert noen tilfeller av at etterstillerne ikke fungerer som forutsatt, noe som vil medføre at klosstrykket blir for lavt under drift.
- Det har tidligere vært mangelfull merking av revisjonsdato på bremsekomponentene, med dette er nå blitt vesentlig forbedret og vi vurderer dagens merkepraksis som tilfredsstillende.

Observasjon av funksjonsprøving av driftsbrems på **godsvogn type LGS** viste i hovedsak det samme som er angitt under EL 14, men CargoNet benytter en datastyrt testutstyr til trykkprøvingen av bremsesystemene på godsvogner.

Revisjon av bremseventiler

Vi observerte Mantenas revisjon av en **styreventil til EL 18**, ref /20/.

Følgende potensielle risikoområder ble registrert:

- Mantena har ferdigstilt arbeidsbeskrivelsene (som er en viktig del av kvalitetssystemet) for ca 50% av de ventiltypene som vedlikeholdes. Arbeidsbeskrivelsen for den aktuelle styreventilen hadde revisjonsnummer, men ikke revisjonsdato. Vi vurderer den mer som en sjekkliste enn som en arbeidsbeskrivelse. Henvisning til underliggende dokumenter er med, men underliggende dokumentasjon er på tysk (eller engelsk). I følge samtaler med mekanikerne er ikke underliggende teknisk dokumentasjon tilfredsstillende for alle typer styreventiler, og slik dokumentasjonen er i liten grad oversatt til norsk.
- Det er ingen datostempling på gummideler på lageret. En gummidel kan først ligge en tid på lager før den monteres inn, og styreventilen kan deretter ligge en tid på lager (maksimalt 12 mnd) før den settes på et tog. Det kan så ta opp til fire år før styreventilen revideres (1.000.000 km revisjon). Samlet levetid for gummi-komponenten kan på denne måten bli overskredet. Den styreventilen som ble

inspisert hadde gummideler fra 1994 (ventilen ble montert på nytt lokomotiv i 1996).

- Det er funnet urenheter i filtre (metallspon, sandaktige partikler eller lignende). Dette kan føre til akselerert slitasje innenfor revisjonsintervaller. Det er uklart hvor urenheterne stammer fra, spesielt på nye styreventiler (kan skyldes mangel på rensing etter maskinering eller lignende) Intervjuet personell henviste til eksempler hvor urenheter kommer i trykkluftsystemet i forbindelse med kombinerte vedlikeholdsoperasjoner på lok/vogn.
- I forbindelse med sliping av ventilseter, bruk av slipepasta eller andre midler for reparasjon, ble det registrert at det fra fabrikant ikke er angitt instruks for vasking etter bearbeiding for alle ventiltyper. Vasking vil bidra til å hindre urenheter og økt slitasjefare etter overhaling.
- Det forelå ikke spesifikk prosedyre på norsk for funksjonsprøving av den observerte ventiltypen. Det foreligger en omfattende prosedyre på tysk, ref /21/, men denne var ikke tilgjengelig, eller kjent, for kontrolløren. Funksjonsprøving etter utført revisjon ble derved basert på kontrollørens erfaring og hukommelse. Det er egne kontrollører som utfører sluttkontrollen av ventilene, uavhengig av selve revisjonsutførelsen.
- Karakteristikksprøve for ventil utføres av kontrollør i benk, mens tetthetsprøve utføres på vogn/lok i forbindelse med bremseprøve.

Disse observasjonene er alle knyttet til kvalitetssikringen av ventilvedlikeholdet.

3.4 Kompetanse i vedlikeholdet

3.4.1 Beskrivelse

Til å gjennomføre det forebyggende- og korrigerende vedlikeholdet må vedlikeholdspersonellet kompetanse bygges opp på de ulike materielltyper enten ved opplæring basert på egne vedlikeholdspersonell (ved eksisterende materiell) eller ved at leverandører (ved nytt materielle) overfører kompetanse ved kursing og evt. sertifisering.

Når det gjelder det korrigerende vedlikeholdet er det viktig å ha kompetanse som sikrer at man ved inngrep i systemer for å feilsøke og reparere, har kunnskap som gjør at en sikrer at materiellet er driftsklart ved ferdigstilling av vedlikeholdet. Dette vil også gjelde de systemer/komponenter som demonteres som ledd i vedlikeholdet. Som tidligere nevnt under kapittel 3.3.1 er det nødvendig å utføre funksjonstest etter inngrep i tekniske systemer. Dette blir enda mer aktuelt når man har fått inn ny teknologi som krever økt systemforståelse som følge av materiellets kompleksitet.

I det forebyggende vedlikeholdet foretas bytte av komponenter som skal revideres. Revisjon av komponenter er basert på en annen kompetanse enn hos de som utfører vedlikehold på materiellet, og krever derfor at egen fokus på dette. Ofte vil oppbygging av denne type kompetanse gjennomføres av leverandører som har levert komponenter eller egne verksteder som utfører denne type arbeid.

Vedlikeholdspersonellet må også ha kompetanse om de systemene på materiellet som har sikkerhetsmessig betydning. Personellet må ha tilstrekkelig kunnskap og forståelse

for hvilke systemer som er sikkerhetskritiske, slik at de har nødvendig fokus på dette. Dette er viktig ved både korrigerende og forebyggende vedlikehold.

3.4.2 Vurdering av risikoforhold knyttet til kompetanse i vedlikeholdet

Våre observasjoner avdekket følgende potensielle risikoforhold knyttet til kompetanse for det personellet som utfører vedlikehold av bremsesystemene:

- Et begrenset antall personer med dybdekompetanse innen bremsevedlikehold blir nå spredt på flere selskap (både operatører og vedlikeholdsleverandører). Det kan derfor være grunn til å etterspørre tilstrekkelig helhetskompetanse hos den enkelte virksomhet, og spesielt hos nye operatører.
- For nytt materiell (eks. Type 73) hadde vedlikeholdspersonellet gjennomgått vedlikeholdskurs på typen, men det var tydelig at man på dette kurset for eksempel ikke hadde gjennomgått / gjennomført prosedyren for funksjonsprøving i praksis (ref observasjoner tidligere beskrevet i kap. 3.3.2).
- Personell som har fått opplæring hos fabrikant, hadde også gjennomgått en prøve ved avsluttet kurs. Personell som har fått intern opplæring hos operatørselskap eller vedlikeholdsleverandør, gjennomgår ikke slik prøve.
- Det personellet som utfører revisjon av ventiler, har ingen dokumentert opplæringsplan eller prøve før de utfører selvstendig arbeid på ventilene.
- Mye av opplæringen skjer "on the job", noe som gir verdifull praktisk kompetanse og mulighet for erfaringsoverføring. Det er imidlertid viktig at slik opplæring blir godt tilrettelagt, for å redusere sårbarheten i forhold "lærerens" pedagogiske evner.

Det er i dag ingen helsekrav (fysiske eller psykiske) til personell som utfører vedlikehold på bremsesystemer.

4. OPERATIVE FORHOLD KNYTTET TIL LOKFØRER

Operative forhold knyttet til forlenget bremsevei er inndelt i hovedgruppene opplæring, inspeksjon og bremseprøving ved uttak, test av bremses under kjøring, overvåking under fremføring, samt ytre forhold.

Som vist i kap. 2.1, indikerer registreringene at feil hos lokfører ofte kan være en medvirkende årsak til forlenget bremsevei.

4.1 Opplæring

4.1.1 Beskrivelse

Opplæring av lokfører har gjennom tidene vært gjennomført av NSB. I og med at det nå blir flere togoperatører på det nasjonale jernbanenettet, jobbes det med å etablere lokførerutdanningen som en fagutdanning i offentlig regi.

Før opptak til lokførerutdanning gjennomgår søkeren en psykologisk prøve for å "sile ut" evt uskikkede.

Lokfører har en modulbasert grunnopplæring hvor det veksles mellom teori og praksis, ref. /7/ og /14/. I den praktiske delen er det lagt opp til opplæring og trening i de oppgaver og utfordringer en lokfører vil møte. Etter hver modul er det prøver/tester hvor det sjekkes at aspiranten har hatt nødvendig progresjon før man går vider i opplæringen. Etter opplæringen autoriseres lokfører på en eller et fåtall materielltyper. For å kunne få typekurs på annet materiell må man ha praktisert i 40 dager på den materielltype som man er autorisert på, før man kan gå videre til neste materielltype. Operatøren må holde oversikt over hvilke typer hver enkelt lokfører er autorisert på, og ta hensyn til dette ved oppsett av skiftplaner.

I driften er de fleste oppgaver basert på at den kunnskapen lokfører har tilegnet seg under opplæringen, skal være dekkende. Det er lite bruk av dokumentasjon som sjekklister, prosedyrer osv. i de daglige oppgavene som en lokfører har. Det er ikke krav om at lokfører skal ha med seg prosedyrer for fremføring, men dokumentasjon som sjekklister for uttak, bremsetabeller og beskrivelse av materiellet skal forefinnes på materiellet.

Det er krav om at personell med sikkerhetstjeneste skal ha periodisk kontroll av kunnskapene innenfor denne tjenesten hvert tredje år. NSB har for eksempel økt frekvensen av periodisk kontroll samtidig med at det også fokuseres på problemstillinger knyttet til driftssituasjonen.

NSB arbeider med spesifisering og anskaffelse av en simulator for lokførere. Dette vil utvilsomt bli et meget nyttig hjelpemiddel for å "drille" lokførerne i fremføringsprosedyrene, samt for å trene på unormale situasjoner som det er vanskelig å simulert på det ordinære jernbanenettet.

4.1.2 Vurdering av risikoforhold knyttet til opplæring av lokfører

Det er en økende erkjennelse av at mentale egenskaper er særdeles viktige for de som kjører tog. Godheten av de psykiske testene før opptak er derfor et potensielt risikoområde.

Det er behov for bedre praktisk trening og re-trening i å håndtere unormale driftssituasjoner. En togsimulator vil derfor bety en vesentlig kvalitetsheving i opplæringen. Simulatortrening vil også kunne avdekke uheldige holdninger eller mentale problemer.

Det norske jernbanenettet er ikke så standardisert at en lokfører med bestått prøve uten videre kan kjøre alle strekninger. Det er derfor behov for betydelig lokalkunnskap, og at operatørene holder oversikt over hvem som er "kjent" på de ulike strekningene. Hvilke kriterier som er satt for å ha tilstrekkelig lokalkjennskap, er derimot noe uklare.

4.2 Uttak og bremseprøving

4.2.1 Beskrivelse

Lokfører utfører sikkerhetskontroll av materiellet (motorvogn og lokomotiv) ved uttak i henhold til sjekklister for hver materielltype. I sjekklistene er det blant annet punkter om tetthetskontroll og bremseprøving av materiellet. Sjekklisten skal ligge på materiellet og det skal kvitteres for hvert uttak.

Når togstammen består av lokomotiv og vogner vil man, etter kontrollen av lokomotivet, foreta sammenkopling med vognstammen. Etter denne sammenkoplingen skal det foretas ny tetthetskontroll og bremseprøving av togstammen. Separat kontroll av vognstammen skal også være gjort før man foretar sammenkoplingen. Dette utføres av eget personell (godkjent bremseprøver). Kopling mellom lok og vognstamme er det lokfører som har ansvaret for. Ved bremseprøve av lok og vognstamme skal det kontrolleres at man har tilsatt brems på alle vogner og dermed har kontroll med koplinger mellom de enkelte vognene og mellom vogner og lok. Samspillet mellom lokfører og bremseprøver er viktig for at man skal få utført de bremseprøver som er nødvendig.

4.2.2 Vurdering av risikoforhold knyttet til uttak og bremseprøving

Vi vurderer følgende som potensielle risikoområder knyttet til uttak og bremseprøving:

- Lokfører benytter i liten grad sjekklisten som hjelpemiddel ved uttak av lok motorvognsett. Vår erfaring er at sjekklisten fylles ut når kontrollen er ferdig.
- Den som utfører bremseprøvingen (bremseprøver / vognvisitør) må være "våken" og oppmerksom ved kontrollen av at hver enkelt brems tilsettes. I og med at disse prøvene foregår på mange stasjoner landet rundt, i all slags vær etc er dette et sårbart område. En grundig og samvittighetsfull runde rundt toget er nødvendig for å gjøre en fullgod bremseprøve.
- Det er kun visuell observasjon av at bremsen tilsettes.

4.3 Bremsesprosent og ATC

4.3.1 Beskrivelse

Etter sammenkopling til togstammen er det togets sammensetning som bestemmer togets bremseprosent. Et togs bremseprosent angir togets samlede bremsende vekt i prosent av togets bruttovekt. Bremseprosenten angir altså togets bremseevne i forhold til togets vekt. Togets tillatte maksimalhastighet er avhengig av bremseprosenten og den aktuelle banestrekningen (spesielt mht fall). For motorvogner er togets bremseprosent fast for hvert enkelt motorvognsett.

Ved sammenkopling av lok og togstamme overleveres den utregnede bremseprosent fra bremseprøver / vognvisitør som er godkjent for dette. Vognopptaket gir opplysning på fastlagt skjema om togets vogner, akselantall, sammensetning, brutto og bremset vekt. Lokfører legger så de aktuelle verdiene inn i ATC-systemet. Skjemaset for utregnet bremseprosent skal beholdes på loket til ny bremseprøve er påkrevet.

Bremseprøveren leser av "bremset vekt" og bruttovekt for loket og hver enkelt vogn, og beregner bremseprosenten etter flg formel:

$$\text{Bremseprosent} = \frac{\text{Lokets bremsede vekt} + \sum \text{bremset vekt (vogner)}}{\text{Lokets dynamiske vekt} + \sum \text{bruttovekt (vogner)}}$$

Etter Lillestrømmulykken har CargoNet innført en reduksjon (sikkerhetsmargin) på 15% for bremset vekt på vogner i godstog.

Basert på den beregnede bremseprosenten, finnes maksimum tillatt hastighet ut fra bremsetabellene i JD 345. Flere av de vi har snakket med, er usikre på hva som ligger til grunn for disse bremsetabellene når det gjelder klimaforhold som påvirker adhesjon for bremses, hjul og skinnegang.

Avstand mellom forsignal og hovedsignal er avhengig av baneprioritet. 800 m avstand mellom forsignal og hovedsignal, og 150 m fri sikt før forsignalet, er typiske avstander. I mange tilfeller er det meget kort (ofte ingen) sikkerhetsmargin etter utkjøringsignal, slik at en forlenget bremsevei raskt kan medføre fare for sammenstøt.

Bruttovekt for godsvogner baseres på informasjon fra kundene. CargoNet har på stikkprøvebasis gjort vektkontroller på Alnabru, og på dette grunnlag er det etablert gjennomsnittsvikt per kunde. Kontrollen har vist opp til 6 tonn avvik på enkelte vogner. Det er også gjort vektkontroll av hele togsett.

Det viktigste med beregningen av bremseprosent er at den er noenlunde riktig, og kommunisert til lokfører. I praksis settes en nedre grense på ca 50%. Beregnet bremseprosent og fallforholdene på den aktuelle strekningen, avgjør togets maksimalt tillatte hastighet. Tillatt hastighet blir derved ofte lavere enn skiltet maksimal hastighet på strekningen.

4.3.2 Vurdering av risikoforhold knyttet til bremseprosent og ATC

Følgende potensielle risikoforhold er registrert i forbindelse med beregning og bruk av bremseprosent:

- Mange av de vi har snakket med, er usikre på hvilke sikkerhetsmarginer i forhold til adhesjon etc som er hensyntatt ved fastsetting av bremsetabellene i JD 345.
- Den beregnede bremseprosenten er følsom for redusert bremseeffekt på en eller flere vogner. Dette gjelder spesielt på togsett med få, men tunge godsvogner. Et togsett bestående av lok og to vogner à 90 tonn, med vogner med 55 tonn bremset vekt, vil f.eks. få bremseprosenten redusert fra 62% til 53% dersom én vogn får bremseeffekten redusert til det halve pga. isbelegg e.l. Den ekstra sikkerhetsmarginen (ref tidligere omtale) som er innført i etterkant av Lillestrømmulykken, reduserer differansen fra beregnet 57% til virkelig 49%.
- Ut fra bremsetabellen, legger lokfører maksimal hastighet manuelt inn i ATC, med tilhørende sårbarhet for menneskelig svikt.
- Skilting som viser høyere tillatt hastighet enn det bremsetabellen tillater, kan forvirre lokfører. Dette gjelder spesielt på strekninger uten virksam ATC.

4.4 Test av bremses under kjøring

4.4.1 Beskrivelse

Etter utgangsstasjon er det rutiner for å prøvebremse materiellet for å få en bekreftelse av togets bremseevne. Denne testen er subjektiv, idet man ikke får angitt noen måleverdi av resultatet. Kvaliteten av testen varierer fra lokfører til lokfører. Det er heller ingen registrering verken av at prøvebremsing er foretatt, eller av resultatet.

Lokfører skal også holde bremsene "varme" under kjøring, noe som er sårbart for menneskelig svikt..

Det er opplyst at det er mulig å teste med ATC-systemet hvilken retardasjon toget får ved bremseprøven, noe som vil gjøre det mulig å etterprøve togets bremseprosent. Dette vil kunne gi lokfører mulighet til å etterjustere bremseprosenten til den som toget faktisk har, men krever egnede (flate) strekninger like etter utgangsstasjon. Det er ikke enkelt å finne slike strekninger på det norske jernbanenettet.

4.4.2 Vurdering av risikoforhold knyttet til prøvebremsing

I og med at all prøvebremsing er basert på lokførerens oppmerksomhet, holdning og hukommelse, er det risikoforhold knyttet til:

- hvorvidt prøvebremsing blir foretatt
- tolking av resultatet av prøvebremsingen, i forhold til beregnet bremseprosent
- hvorvidt bremsene blir holdt varme under kjøring under vinterforhold. Dette gjelder spesielt skivebremses.

4.5 Overvåking ved fremføring

4.5.1 Beskrivelse

Under kjøring av toget skal lokfører følge med på instrumenter, dataskjermer, varsellamper osv. som overvåker bremsetrykk, hovedledningstrykk, ettermating osv. Ved feil på som lokfører kan oppdage på bremsesystem, kan han treffe tiltak for å redusere konsekvensen av feilen. Dette kan f.eks. være å sette ned hastigheten, stoppe toget helt eller be om assistanse.

Det er ulike "kjørekulturer" blant lokførere, med ulik vektlegging og praktisering av sikkerhetsmarginer.

4.5.2 Vurdering av risikoforhold under fremføring

Også her er de potensielle risikoforhold knyttet opp mot lokførerens oppmerksomhet, holdning og hukommelse. Det er imidlertid utenfor denne rapportens målsetting å drøfte slike forhold nærmere.

4.6 Ytre forhold

4.6.1 Beskrivelse

Av ytre forhold som kan forårsake forlenget bremsevei, er vinterforhold og dårlig adhesjon vurdert i denne rapporten.

Ved gitte vinterforhold vil frost i trykkluftsystem påvirke bremsekraften, ising på bremsesystemer (klossbrems) vil redusere bremsekraften, og med skivebremset materiell kan vann, is og planing forårsake forlenget bremsevei.

For å ivareta disse forholdene foretas det opplæring av lokfører, samt prosedyrer for hva som skal gjøres for å forhindre problemer ved vinterforhold. Nyere materiell har automatisk oppvarming av bremses, noe som skal redusere dette problemet.

Dårlig adhesjon, noe som kan skyldes f.eks. løvfall, vil føre til at friksjon mellom hjul og skinne bli forringet og vil kunne forårsake forlenget bremsevei. På materiell som har magnetskinnebrems vil dette problemet være mindre.

4.6.2 Vurdering av risikoforhold vedrørende ytre forhold

Som tidligere vist i kap 2, utgjør norske klimaforhold de største risikobidragene i forhold til forlenget bremsevei. Det er imidlertid utenfor denne rapportens målsetting å drøfte slike forhold nærmere.

5. TEKNISKE FORHOLD KNYTTET TIL INFRASTRUKTUREN

Tekniske forhold i infrastrukturen som kan forårsake forlenget bremsevei er delt inn i følgende to hovedgrupper: tekniske oppbygging og vedlikehold av infrastruktur.

5.1 Teknisk oppbygging av infrastruktur

5.1.1 Beskrivelse

De forholdene i oppbyggingen av infrastrukturen som påvirker forlenget bremsevei, er plassering av signalanlegg og skilting på de ulike banestrekninger.

Signalanlegget benyttes til å kommunisere med lokfører via signallys. Disse står i en viss avstand før innkjøring til stasjonene (forsignal, vanligvis 800 m før hovedsignal), like før togene kjører inn- og ut av stasjonene (hovedsignal) samt mellom blokkstrekninger (blokksignal). Plassering av signal er viktig for at lokfører kan starte nedbremsing til rett tid og dermed kunne stoppe toget innenfor de marginer som er satt.

Skilting av hastighet angir hvilke maksimal hastighet som tog kan kjøre i, dog innenfor den hastighet som bremsetabellen fastsetter på grunnlag av beregnet bremseprosent.

Hastighetsskiltingen avhenger av infrastrukturens utforming og kvalitet. Hastighets-skilting kan også være midlertidig ved skader eller vedlikehold på strekningen. At lokfører har riktig hastighet på toget når han nærmer seg f.eks. en stasjon, er viktig for å kunne stoppet toget innenfor de gitte avstander.

En viktig faktor som påvirker bremsevei er samspillet mellom ATC i infrastruktur og tog. Avstand mellom ATC-ballise og sporveksel vil for eksempel ha avgjørende betydning for hvorvidt ATC-systemet vil bremse ned toget før det kommer inn i kryssende sporvei.

Det norske ATC-systemet er en "slave" av signalet, noe som medfører at ATC ikke er noen barriere i situasjoner hvor feil i signalsystemet gir grønt lys når det skulle ha vært rødt).

Feil på infrastrukturens ATC-system skal kunne detekteres i toget, og det er fastsatt avviksprosedyrer for å kunne fremføre tog med uvirksom ATC.

Generelt gjelder at høyere hastigheter stiller økt krav til infrastrukturen. Før hastigheten på en strekning økes, må det gjennomføres en konsekvensanalyse av forhold som kurver og stigninger, ATC-system, samt plassering av lyssignaler, skilter og sporvekslere for å sikre at det er tilstrekkelige avstander til å bremse ned toget.

5.1.2 Vurdering av risikoforhold knyttet til tekniske forhold i infrastrukturen

De viktigste risikoforholdene knyttet til infrastrukturens tekniske utforming, er:

- hvilke sikkerhetsmarginer for redusert adhesjon o.l. som er lagt inn ved angivelse av maksimal hastighet (både skilting og i bremsetabeller) i forhold til de avstander som er avsatt til nedbremsing

- plassering av ATC-balliser i forhold til sporveksel (kryssende spor) og tillatt hastighet
- infrastrukturens evne til å ivareta tog med høyere hastigheter enn det som tradisjonelt har vært benyttet
- sikt til signaler og skilter. Vegetasjon, smuss etc. som kan hindre at lokfører oppfatter eller oppfatter signal og skilting riktig eller tidsnok, utgjør risikoforhold
- midlertidig nedsetting av hastighet. Skilting for dette må minst følge samme krav som til annen skilting og siktforhold er også like viktige
- samspillet mellom ATC i infrastruktur og toget
- ATC-systemets mangler som barriere ved feil i signalanlegg

Registreringene av rødllyspasseringer (ref kap 2) viser at det er enkelte steder som er gjengangere. Dette indikerer at det er behov for å se spesielt på infrastrukturmessige forhold på disse stedene.

5.2 Vedlikehold av infrastrukturen

5.2.1 Beskrivelse

Infrastrukturen er omfattende og det er mange tekniske anlegg og systemer som det må holdes kontroll med for å opprettholde funksjonaliteten. JBV gjennomfører kontroll og vedlikehold av infrastrukturen, men er også avhengig å få inn rapporter fra lokførerne om forhold som krever utbedring, eks. uheldig lys- og signalplassering, vegetasjon som stenger for sikt til signal og skilter etc.

5.2.2 Vurdering av risikoforhold knyttet til vedlikehold av infrastrukturen

Det vises til tidligere beskrivelser i kapittel 5.1.

Indikasjonene fra drøftingen av rødllyspasseringer i kap 2 indikerer at for vedlikehold av infrastruktur, for eksempel rydding av vegetasjon foran lyssignaler, er et viktig risiko-reducerende tiltak.

Det er utenfor denne rapportens målsetting å drøfte slike forhold nærmere.

6. OPERATIVE FORHOLD KNYTTET TIL INFRASTRUKTUREN

Operative forhold tilknyttet infrastrukturen gjelder i dette henseende toglederfunksjonen.

6.1 Togleder

6.1.1 Beskrivelse

Toglederfunksjonen har ansvar for styring og koordinering av all trafikk og annen virksomhet på jernbanenettet. Der hvor jernbanenettet er fjernstyrt, foregår styring og koordinering fra togledersentraler. De strekninger som ikke er fjernstyrt, blir styrt manuelt av togekspeditør som setter opp lyssignalene manuelt og gir beskjed til lokfører om at toget kan kjøre. Dersom det blir rapportert inn, vil togledere ha oversikt over forhold som kan påvirke togets bremsevei, f.eks. snø og løv på skinnegangen.

Det er i dag ingen klare prosedyrer for informasjonsoverføring mellom lokfører og togleder i situasjoner hvor lokfører oppdager feil på bremsesystemet eller andre forhold som kan medføre forlenget bremsevei. Dersom togleder ble varslet, ville man i slike situasjoner kunne ha mulighet for å iverksette tiltak som for eksempel evakuering av mulige kollisjonssteder, varsling av rednings- og beredskapsorganisasjonen, omlegging av sporveksel for å unngå sammenstøt og/eller redusere konsekvensene av et sammenstøt.

6.1.2 Vurdering av risiko knyttet til operative forhold ved infrastrukturen

Følgende risikoforhold er identifisert i forhold til forlenget bremsevei:

- Ved innrapportering til togleder om vanskelige føreforhold, løvfall eller lignende på linjenettet, kan togleder varsle til senere tog på aktuell strekning.
- Vedlikehold av infrastrukturen, inkl. rydding av vegetasjon foran lyssignaler etc, er viktig.
- Ved midlertidig nedsetting av hastighet, for eksempel i forbindelse med vedlikeholdsarbeider, må ATC-systemet også oppdateres.
- Det bør være mulig å iverksette risikoreduserende tiltak når et tog har bremseproblemer.
- Det er utenfor denne rapportens målsetting å drøfte slike forhold i mer detalj.

7. FORSLAG TIL PRIORITERING AV VIDERE OPPFØLGING I FORHOLD TIL FORLENGET BREMSEVEI

Dette kapitlet gir en overordnet og grov risikovurdering av de forholdene som er drøftet tidligere i rapporten. Det understrekes at dette ikke er en komplett risikoanalyse.

Risikovurderingen resulterer i forslag til prioritering av videre oppfølging. Dette er basert på en vurdering bestående av hhv. "frekvens" og "mulig konsekvens", som begge er gradert i Lav, Middels og Høy. Både frekvens- og konsekvensvurderingene er skjønnsmessige. Frekvensvurderingen har basis i det erfaringsmateriellet som tidligere er referert i kapittel 2.1.

For "frekvens" er inndelingen:

- Lav: Sjeldnere enn hvert år
- Middels: Mellom 1 og 5 ganger per år
- Høy: Mer enn 5 ganger per år

Før "mulig konsekvens" er inndelingen:

- Lav: Mindre skade på personell eller materiell
- Middels: Vesentlig skade på person eller materiell
- Høy: Tap av liv eller alvorlig personskaade

Følgende prioritetsklasser er benyttet:

- Prioritet 1. Bør ha høy prioritet mht videre oppfølging
- Prioritet 2. Videre oppfølging bør vurderes
- Prioritet 3. Situasjonen bør holdes under oppsikt mht videre oppfølging

Det må understrekes at de foreslåtte prioriteringene angir en innbyrdes rangering for risikoområdet "forlenget bremsevei", og angir ikke prioritering av tiltak i forhold til andre risikoområder.

Prioritet 1

Risikoforhold	Frekvens	Mulig konsekvens	Rapportens kap.	Prioritet
Klimaforhold påvirker det tekniske bremsesystemet	H	H	3.1.2	1
Klimaforhold medfører redusert adhesjon og dermed forlenget bremsevei	H	H	2.2 og 4.6.2	1
Feil i funksjonsprøving pga. mangler i kvalitets-sikringen, inkl opplæring (type 73)	H	H	3.3.2 og 3.4.2	1
Feil håndtering av unormale driftssituasjoner pga. manglende trening av lokfører	H	H	4.1.2	1

Risikoforhold	Frekvens	Mulig konsekvens	Rapportens kap.	Prioritet
Mangelfull sikt før signal, inkl. manglende rydding av vegetasjon	H	H	2.1 og 5.2.2	1

Prioritet 2

Risikoforhold	Frekvens	Mulig konsekvens	Rapportens kap.	Prioritet
Feil ved revisjon av bremseventil pga. mangler i kvalitetssikringen, inkl opplæring	M	H	3.3.2 og 3.4.2	2
Feil i samspillet dataovervåking - bremsesystem - lokfører for nytt materiell	M	H	3.1.2	2
Mangelfull bremseteknisk helhetskompetanse hos virksomhet	M	M	3.4.2	2
Feil pga. uklarhet om sikkerhetsmargin i bremsetabellene	M	M	4.3.2 og 5.1.2	2
Feil ved beregning eller innmating av bremseprosent	M	H	5.1.2	2
Forlenget bremsevei pga. plassering av ATC-ballise i forhold til sporveksel	M	H	5.1.2	2
Forlenget bremsevei pga. mangelfull info mellom togleder og lokfører om føreforhold mm	M	H	2.1 og 6.1.2	2
Konsekvensreduserende tiltak iverksettes ikke av togleder ved bremseproblemer	M	H	6.1.2	2

Prioritet 3

Risikoforhold	Frekvens	Mulig konsekvens	Rapportens kap.	Prioritet
Designfeil eller feil ved modifikasjon av tradisjonelle bremse-systemer	L	H	3.1.2	3

Risikoforhold	Frekvens	Mulig konsekvens	Rapportens kap.	Prioritet
Feil pga. mangelfull kompetanse i bruk av risikoanalyser i f.m. design eller godkjenning	L	M	3.2.2	3
Feil ved endring av vedlikeholdsintervaller	L	M	3.3.2	3
Feil ved identifisering og oppfølging av utstyr med sikkerhetskritisk funksjon	L	H	3.3.2	3
Feil ved funksjonsprøving av tradisjonelt materiell	L	M	3.3.2	3
Feil ved uttak pga. manglende bruk av sjekkliste	L	M	4.2.2	3

8. REFERANSER

- /1/ Oversikt over rødllyspasseringer 1999 - mai 2002, NSB.
- /2/ Notat: Uregelmessige passeringer av signal; NSB 21.05.00.
- /3/ Trafikksikkerhetsrapport for Drift, mai 2002; NSB 10.06.02.
- /4/ Sikkerhetsfaglig vurdering av bremsene på flytoget; SINTEF 1999-05-26.
- /5/ Trafikksikkerhet i persontog; P-60-01.
- /6/ Trafikksikkerhet i godstog; G-60.
- /7/ Opplæringsplan lokomotivfører.
- /8/ Feiltre bremsesystemer generelt; NSB 05.09.01.
- /9/ Utkast til vedlikeholdsprogram EL 14.
- /10/ Sjekkliste T4; EL 14.
- /11/ Syningsliste Brems- og trykkluft, EL 14.
- /12/ Instruks for forebyggende vedlikehold flytog/ekspressstog; Adtranz 991111.
- /13/ Funksjonskontroll motorvognsett Type 73; Adtranz 00-03-24.
- /14/ Opplæringsmodul: Bremsprøve og vognopptak.
- /15/ Håndbok for lokfører og ombordpersonell, motorvognsett type 73.
- /16/ Funksjonskontroll Brems flytog/ekspressstog; Adtranz 991111.
- /17/ Detaljert vedlikeholdsplan type 73; 06.11.2001.
- /18/ Vedlikeholdsplan oversikt type 73.
- /19/ Instruks for forebyggende vedlikehold, magnetskinnebrems; Adtranz 991111.
- /20/ Prosedyre for revisjon av styreventil type 326.321.02.
- /21/ Prøveforskrift (på tysk) for styreventil, PRF 5487 09.03.1994.