

Lillestrøm-ulykken, 5. april 2000

**Rapport fra undersøkelseskomisjon oppnevnt av regjeringen ved kongelig resolusjon 7. januar 2000 i forbindelse med Åsta-ulykken, som 7. april 2000 fikk utvidet mandat til også å undersøke togulykken på Lillestrøm stasjon.
Avgitt til Justis- og politidepartementet 30. januar 2001.**



MIDLERTIDIG UTGAVE UTEN VEDLEGG

Elektronisk versjon i farver og med vedlegg finnes på Justisdepartementets hjemmeside

Til Justis- og politidepartementet

Ved kongelig resolusjon av 7. januar 2000 ble det oppnevnt en undersøkelseskomisjon for å foreta de nødvendige undersøkelser for å bringe på det rene de faktiske omstendigheter omkring togulykken på Rørosbanen 4. januar 2000 og årsaken til den. Kommisjonen fikk fem medlemmer. Ytterligere ett medlem ble oppnevnt av Justis- og politidepartementet 26. juli 2000. Rapporten om Åsta-ulykken ble avgitt 6. november 2000 (NOU 2000:30).

Den 5. april 2000 mens Kommisjonen fortsatt undersøkte omstendighetene rundt Åsta-ulykken, inntraff en togkollisjon på Lillestrøm stasjon. Kommisjonen ble 7. april bedt om også å undersøke de faktiske omstendighetene rundt og årsaken til denne ulykken. Mandatet ble formelt utvidet ved kongelig resolusjon 14. april 2000.

Kommisjonen legger med dette frem sin innstilling om Lillestrøm-ulykken. Innstillingen er enstemmig på alle punkter. Når det gjelder Kommisjonens vurderinger av Direktoratet for brann- og eksplosjonsvern (DBE) rolle i forbindelse med redningsarbeidet, er dette ikke vurdert av kommisjonsmedlem Finn Mørch Andersen som er ansatt ved DBE. Kommisjonen har derfor innhentet uttalelse fra professor Göran Holmstedt ved Lunds Tekniska Högskola for å få en eksternt vurdering av DBEs innsats. Holmstedts rapport er vedlegg 2 til Kommisjonens rapport.

30. januar 2001

Vibecke Groth
leder

Ingemar Pålsson

Finn Mørch Andersen

Øystein Skogstad

Marika Kolbenstvedt

Joakim Böcher

Jacob Ferdinand Bull
Jens-Henrik Lien

Innhold

1	ULYKKEN	1
2	UNDERSØKELSESKOMMISJONEN OG DENS ARBEID	2
2.1	Opprettelsen og oppnevningen av kommisjonen.....	2
2.2	Nærmere om undersøkelseskommisjonens medlemmer.....	2
2.3	Kommisjonens mandat mv.....	4
2.4	Arbeidet i Kommisjonen	4
2.5	Kommisjonens arbeidsmåte.....	4
2.6	Oppnevning av sakkyndige mv.	5
2.7	Bevisinnsamling mv.....	6
2.8	Kontradiksjon.....	7
2.9	Brukerveiledning og leserguide.....	7
3	HENDESEFORLØPET.....	11
3.1	Tog 5713 (det på kjørte tog).....	11
3.2	Tog 5781 (det på kjørende tog).....	11
3.2.1	Spesielt om brannfarlig last.....	13
3.2.2	Lokomotivfører	13
3.2.3	Lokomotivet tas ut.....	15
3.2.4	Bremseprøve	17
3.2.5	ATC-innstilling	17
3.2.6	Kjøringen frem til Strømmen	17
3.2.7	Hendelser etter passering Strømmen	18
3.3	Togledersentralen på Oslo S	21
3.3.1	Togleder da kollisjonen inntraff	21
3.3.2	Oppringning fra tog 5781	21
3.4	Værforhold	22
3.5	Kollisjonen	23
3.5.1	Kollisjonsstedet	23
3.5.2	Kollisjonstidspunktet.....	25
3.5.3	Skader på tog 5713	25
3.5.4	Skader på tog 5781	25
3.6	Antennelse og brann	28
3.6.1	Antennelse.....	28
3.6.2	Propan - egenskaper.....	28
3.6.3	Faren for katastrofe ved brann i propantanker - BLEVE	30
3.7	Redningsaksjonen og brannens utvikling	30
3.7.1	Brannens lokalisering og utvikling i første fase.....	30
3.7.2	Varsling.....	31
3.7.3	Redningsaksjonens første fase	32
3.7.4	Evakuering av Lillestrøm.....	35
3.7.5	Temperaturmålinger	36
3.7.6	Problemer med vind mv.....	37
3.7.7	Situasjonen kritisk igjen.....	37
3.7.8	Avbrenning av gassen (fakling)	39
3.7.9	Avslutning av redningsaksjonen	41
3.8	Bevissikring.....	41

4	INFRASTRUKTUR	43
4.1	Strekningen Alnabru godsterminal - Lillestrøm stasjon.....	43
4.2	Fjernstyring og sikringsanlegg.....	43
4.3	ATC.....	45
4.4	Togradio.....	45
4.5	Oppsummering	47
5	BREMSER.....	48
5.1	Bremsesystemet	49
5.1.1	Togets ulike bremsesystemer	49
5.1.2	Beregning av bremseevne - bremseprosent	50
5.1.3	Bremsegrupper og ulik tilsetningstid.....	52
5.1.4	Nærmere om førerbremseventilen.....	52
5.1.5	Enkeltfeil og bremsing av godstog.....	55
5.2	Regler og rutiner vedrørende sammensetning, uttak, bremseprøve mv.....	56
5.2.1	Uttak av lokomotiv	56
5.2.2	Sammenskipling av tog, tetthetsprøve, bremseprøve mv.....	56
5.2.3	Godsvognopptak.....	57
5.2.4	Aktivering av ATC-utrustningen.....	57
5.2.5	Innstilling av bremsegruppe	58
5.2.6	Prøvebremsing.....	58
5.3	Opplæring.....	59
5.3.1	Lokomotivførernes kompetanse på bremsesystem.....	60
5.3.2	Skiftekonduktørens kompetanse på bremsesystemer.....	61
5.4	Undersøkelser knyttet til NSB Gods vedlikeholdsrutiner.....	61
5.5	Gjennomførte bremsetekniske undersøkelser av materiellet.....	65
5.5.1	Åstedsbefaring.....	65
5.5.2	Bremsetekniske data	66
5.5.2.1	Lokomotiv	66
5.5.2.2	Vogner	66
5.5.2.3	Tog 5781	67
5.5.3	Registrerte hastighetsdata	67
5.5.4	Statiske måleforsøk og prøvekjøringer.....	68
5.5.4.1	Statiske måleforsøk med rekonstruert ulykkestog, Alnabru 21. mai 2000	69
5.5.4.2	Prøvekjøring med rekonstruert ulykkestog, Strømmen - Lillestrøm 22.mai 2000.....	69
5.5.4.3	Statiske måleforsøk med rekonstruert ulykkestog, Alnabru 27. juni 2000.....	70
5.5.4.4	Prøvekjøring med rekonstruert ulykkestog, Strømmen - Lillestrøm 23. oktober 2000.....	70
5.5.4.5	Forsøk med diverse bremsekomponenter fra lokomotiv og vogner på Grorud i oktober og november 2000.....	71
5.5.5	Verifisering av gjennomførte undersøkelser.....	71
5.5.6	Oppsummering av de gjennomførte undersøkelser.....	72
5.6	Kjøremønsteret fra Alnabru til kollisjonsstedet.....	73
5.6.1	Alnabru - Strømmen	73
5.6.2	Strømmen - kollisjonsstedet.....	73
5.6.3	Sammenfatning.....	74

5.7	Oppsummering	74
6	GASSTANKENE.....	77
6.1	Tankenens størrelse og konstruksjon.....	77
6.2	Vedlikehold og kontroll	78
6.3	Fylling av tanker.....	79
6.4	Undersøkelser av tankene foretatt etter ulykken	79
6.5	Oppsummering	83
7	TRANSPORT AV FARLIG GODS PÅ JERNBANEN	84
7.1	Regelverket	84
7.1.1	Regler for jernbanevirksomheten	84
7.1.2	Særlige regler for transport av farlig gods	84
7.1.3	Regelverkets struktur.....	85
7.1.4	Forholdet til RID-regelverket.....	86
7.1.5	Transportørens ansvar.....	86
7.2	NSB Gods.....	86
7.2.1	Organisasjon og ansvar for farlig gods.....	87
7.2.2	Styringssystem.....	88
7.2.3	Internkontroll.....	88
7.2.5	Sikkerhet og effektivitet.....	89
7.3	Transport gjennom tettbygde strøk.....	90
7.3.1	Identifisering av risikofaktorer.....	90
7.3.2	Risikoreducerende tiltak.....	91
7.4	Krav til materiell	93
7.4.1	Gasstankers plassering i toget.....	93
7.4.2	Krav til gasstankers utforming	94
7.5	Oppsummering	95
8	ANALYSE AV ÅRSAKENE TIL KOLLISJONEN OG GASSLEKKASJEN.....	96
8.1	Mulige direkte årsaker til kollisjonen.....	96
8.1.1	Mangler ved bremsesystemet.....	96
8.1.2	Mulige årsaker til hovedbremsesvikten	97
8.1.3	Ispropp i hovedbremseledningen.....	98
8.1.3.1	Dannelse av ispropp	98
8.1.3.2	Togets hastighetsprofil.....	99
8.1.3.3	Konklusjon	100
8.1.4	Førerbremseventil i midtstilling	100
8.1.4.1	Blokkert ettermating	100
8.1.4.2	Bremsene ble ikke prøvd før fallet.....	101
8.1.4.3	Bremseforløp.....	101
8.1.4.4	Togets hastighetsprofil.....	102
8.1.4.5	Konklusjon	102
8.1.5	Forholdet dårlige bremses – førerbremseventil i midtstilling	102
8.2	Bakenforliggende årsaker til kollisjonen.....	103
8.2.1	Mangler ved NSB Gods' vedlikeholdsrutiner vedrørende bremses	103
8.2.2	Manglende prøvebremsing.....	104
8.2.3	Manglende varsel ved kritisk lavt lufttrykk i bremsesystemet	104
8.3	Direkte årsaker til gasslekkasjene.....	105

8.4	Bakenforliggende årsaker til gasslekkasjene.....	105
8.4.1	Mannlokkens konstruksjon mv.....	105
8.4.2	Tankenes plassering i toget, dekningsvogn mv.....	105
8.4.3	Unnlatt bruk av direktebrems.....	106
8.5	Kommisjonens hovedkonklusjoner.....	107
9	ANALYSE AV BRANNSITUASJONEN OG REDNINGSAKSJONEN.....	109
9.1	Konsekvenser av en BLEVE	109
9.2	Analyse av brannsituasjonen og mulige konsekvenser.....	109
9.2.1	Brannteknisk analyse	109
9.2.1.1	Analyse av den aktuelle situasjonen på Lillestrøm	110
9.2.1.2	Analyse av alternative hendelsesforløp	111
9.3	Hvor nær var man en katastrofe på Lillestrøm 5. april?.....	112
9.4	Hvordan ville andre værforhold og en større gasslekkasje på virket utfallet?.....	114
9.5	Analyse av redningsaksjonen	115
9.5.1	Beredskapen da ulykken inntraff.....	115
9.5.2	Organiseringen av redningsarbeidet	116
9.5.3	Bistand fra eksperter.....	118
9.5.4	Evakueringen.....	118
9.5.5	Branninnsats - kjøling av tankene	119
9.5.6	Tømming av tankene	120
9.6	Oppsummering	120
10	ANBEFALINGER.....	122
10.1	Hovedgrupper av mangler og svakheter som danner bakgrunn for Kommisjonens anbefalinger.....	122
10.2	Kommisjonens hovedanbefalinger	122
10.2.1	Bremsesystem og bremseevne	123
10.2.1.1	Beregning og etterprøving av bremseevne.....	123
10.2.1.2	Endring av krav til bremsegruppe og tilsetningstid.....	123
10.2.1.3	Tiltak for å varsle og forhindre lavt trykk i hovedbremseledningen	124
10.2.2	Rutiner for prøving av bremsesystem	124
10.2.3	Revisjonsintervaller for vedlikehold av bremsesystem.....	125
10.2.4	Opplæring av lokomotivførere i bruk av bremsesystem	125
10.2.5	Tiltak for å forebygge gasslekkasjer.....	126
10.2.5.1	Bruk av dekningsvogner	126
10.2.5.2	Glatte tanker uten utstikkende mannlokk og bolter.....	126
10.2.6	Regulering av transport gjennom tettbygde strøk	127
10.2.7	Forebygging av katastrofer ved ulykker med gasstanke	127
10.2.7.1	Isolering av tanker	127
10.2.7.2	Mulighet for måling av trykk og væsknivå	128
10.2.7.3	Skandinavisk innsatsgruppe	128
10.2.7.4	Opplæringsopplegg for brannvesen.....	128
10.3	Andre anbefalinger.....	129
10.3.1	Forenkling av regelverket	129
10.3.2	Kartlegging av transport av farlig gods	129
10.3.3	Transportuhellskort for lokomotivførere	129
10.3.4	Nødsamband over togradio	130

10.3.5	Tanker uten soltak ved transport i Skandinavia	130
10.3.6	Vaktens lengde på togledersentralen	130
10.3.7	Logging av hendelser.....	131
10.3.7.1	Logg av alle tjenestesamtaler på togledersentral.....	131
10.3.7.2	Logging av data i lokomotiv	131
11	SAMMENDRAG	132
11.1	Kommisjonens oppnevning og dens arbeid	132
11.2	Ulykken	133
11.3	Årsakene til kollisjonen.....	134
11.3.1	Direkte årsaker	134
11.3.2	Bakenforliggende årsaker	135
11.3.2.1	Mangler ved NSB Gods' vedlikeholdsrutiner vedrørende bremseser	135
11.3.2.2	Manglende prøvebremsing	136
11.3.2.3	Varsel ved manglende lufttrykk i bremsesystemet.....	136
11.4	Årsakene til gasslekkasjene.....	136
11.4.1	Direkte årsaker til gasslekkasjene	136
11.4.2	Bakenforliggende årsaker til gasslekkasjene	137
11.4.2.1	Mannlukkens konstruksjon mv.....	137
11.4.2.2	Tankens plassering i toget, dekningsvogn mv.....	137
11.4.2.3	Unnlatt bruk av lokomotivets direktebrems	137
11.5	Gassbrannen	138
11.6	Redningsaksjonen.....	138
11.7	Kommisjonens anbefalinger.....	139
12	SUMMARY	143
12.1	Appointment of the Commission and its work	143
12.2	The Accident.....	144
12.3	Cause of the accident.....	145
12.3.1	Direct causes	145
12.3.2	Underlying causes	147
12.3.2.1	Deficiencies in NSB Gods brake maintenance procedures.....	147
12.3.2.2	No test-braking	147
12.3.2.3	Warning of lack of air pressure in brake system	147
12.4	Causes of gas leaks.....	148
12.4.1	Direct causes of gas leaks	148
12.4.2	Underlying causes of the gas leaks.....	148
12.4.2.1	Design of manhole covers etc.	148
12.4.2.2	Location of tank wagons in train, protection wagon, etc.....	148
12.4.2.3	Locomotive's direct brakes not used	149
12.5	The gas fire.....	149
12.6	Rescue operation.....	150
12.7	Recommendations of the Commission	151

Kommisjonen har nedenfor gitt en oversikt over betydningen av enkelte ord og uttrykk som er brukt i rapporten. Enkelte av disse er definerte ord som er skrevet med stor forbokstav i rapporten.

Kommisjonen	Den regjeringsoppnevnte undersøkelseskomisjon etter togulykkene på Rørosbanen 4. januar 2000 og Lillestrøm stasjon 5. april 2000
Åsta-rapporten	Rapport avgitt av Kommisjonen 6. november 2000 i forbindelse med togulykke på Rørosbanen 4. januar 2000 (NOU 2000:30)
NSB	Det tidligere NSB som i 1996 ble delt i NSB BA, Jernbaneverket og Jernbanetilsynet.
NSB BA	Togoperatør
NSB Gods	Godstrafikkenheten i NSB BA
Jernbaneverket	Infrastrukturforvalter
Jernbanetilsynet eller Tilsynet	Statens jernbanetilsyn
DBE	Direktoratet for brann- og eksplosjonsvern
VTG	Vereinigte Tanklager und Transportmittel GmbH, Hamburg, Tyskland
Borealis	Svensk selskap delvis eiet av Statoil
DnV	Det norske Veritas
SJ	Statens Järnvägar, Sverige
Gasakuten	Beredskapsgruppe sammensatt av aktører i den svenske LPG-bransjen (Liquefied Petroleum Gas)
Politiet	Romerike politidistrikt
LRS	Lokal redningsledersentral som opprettes ved større ulykker under ledelse av politimesteren
SKL-KO	Kommandoplass for skadestedsleder
Tog 5713	Godstoget som ble påkjørt
Tog 5781	Påkjørende godstog
Vogn nr. 1	Første vogn i godstog 5781
Vogn nr. 2	Andre vogn i godstog 5781
Godsvognoptak	Skjema som bl.a. angir togets lengde og vekt
Mannlokk	Lokket på inspeksjonsåpningen (mannhullet) på en lukket tank
BLEVE	Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion eller ildkule

1 Ulykken

Natt til onsdag 5. april 2000 kl. 00.38 forlot godstog 5781 Alnabru på vei til Mosjøen. Det var ca. to timer forsinket på grunn av stort snøfall. Lokomotivet var av typen El 16. Godsvognoptaket som lå i lokomotivet anga bl.a. togets vekt, lengde, bremseprosent og at det fraktet komprimert brannfarlig gass.

Etter passering Strømmen stasjon innledet lokomotivfører bremsing. Han registrerte ingen bremsevirkning. Han oppfattet like etterpå at forsignalet til innkjørsignalet til Lillestrøm var branngult. Det betydde at innkjørsignalet var rødt. Ferdskriveren angir at togets hastighet da det passerte forsignalet var ca. 102 km/t. Høyeste tillatte hastighet for toget var i henhold til godsvognoptaket 90 km/t. ATC-enheten var innstilt på 100 km/t.

Ved Sagdalen blokkpost iverksatte lokomotivfører nødbrems da bremseeffekten han oppnådde var liten. Tog 5713 stod inne på Lillestrøm stasjon og ventet i spor 7. Lokomotivfører i tog 5781 forstod at han ikke ville klare å stoppe i tide, og begynte derfor å signalisere med tyfonen for å varsle om faren.

Hastigheten var ca. 62 km/t i kollisjonsøyeblikket. Ingen av lokomotivførerne eller andre personer ble skadet i kollisjonen.

Kollisjonen førte til en del skader på materiellet, men det vesentlige var at de to gasstankene i tog 5781 ble skadet og propan lekket ut. Etter kort tid ble propangassen antent. Faren for en katastrofe som følge av gassbrannen var overhengende. Situasjonen var kritisk og man var svært nær en BLEVE som ville medført et stort antall omkomne og lagt Lillestrøm i ruiner. Ca. 2000 mennesker ble evakuert innenfor den beregnede faresonen på 1000 meter.

Faren for eksplosjon ble avverget og de evakuerte kunne returnere 9. april 2000.

2 Undersøkelseskommissjonen og dens arbeid

2.1 Opprettelsen og oppnevningen av kommisjonen

7. januar 2000 oppnevnte regjeringen en undersøkelseskommissjon etter Åsta-ulykken 4. januar som var uavhengig av Jernbaneverket og NSB BA.

Kommisjonen fikk denne sammensetningen:

1. Lagdommer Vibecke Groth, Borgarting lagmannsrett, leder
2. Sivilingeniør Øystein Skogstad, SINTEF
3. Sivilingeniør Finn Mørch Andersen, Direktoratet for brann- og eksplosjonsvern
4. Sivilingeniør Ingemar Pålsson, Det norske Veritas, Gøteborg
5. Sosiolog Marika Kolbenstvedt, Transportøkonomisk Institutt

Ulykken på Lillestrøm fant sted natt til 5. april 2000. 7. april ble denne Kommisjonen bedt om også å granske Lillestrøm-ulykken. Ved kongelig resolusjon av 14. april 2000 ble Kommisjonens mandat formelt utvidet til også å omfatte togulykken på Lillestrøm stasjon 5. april 2000.

På Kommisjonens anmodning ble Kommisjonen 26. juli 2000 utvidet med ingeniør, Bachelor of Science, Joakim Böcher, Det norske Veritas, Danmark som nytt kommisjonsmedlem.

Kommisjonens sekretær har vært advokatfullmektig Jacob Ferdinand Bull, advokatfirmaet Arntzen, Underland & Co. Fra 15. oktober 2000 har også Jens-Henrik Lien, vitenskapelig assistent ved Nordisk Institutt for Sjørett ved Universitetet i Oslo, vært sekretær.

2.2 Nærmere om undersøkelseskommissjonens medlemmer

Ovenfor, under kap. 2.1, er medlemmene av undersøkelseskommissjonen nevnt. Kommisjonen antar imidlertid at det er hensiktsmessig med en noe nærmere angivelse av det enkelte medlems bakgrunn.

Vibecke Groth

Født 1947

Cand. jur. 1979

Advokatfullmektig, Advokatfirmaet Holst, Simonsen & Musæus 1980-85

Dommerfullmektig 1985-86

Partner i Advokatfirmaet Groth, Gade & Heffermehl 1987-89

Partner i Advokatfirmaet Arntzen, Underland & Co. 1990-97

Lagdommer i Borgarting lagmannsrett siden 1997

Øystein Skogstad

Født 1943

Sivilingeniør Telematikk 1968

Dr. ing. Telematikk 1978

Amanuensis Norges Tekniske Høgskole 1969-72
Forsker/gruppeleder SINTEF ELAB 1972-75
Avdelingsingeniør Televerket 1976-81
Forsker/gruppeleder SINTEF Tele og data 1981-97
Seniorforsker SINTEF Tele og data siden 1997

Finn Mørch Andersen

Født 1950

Sivilingeniør Maskin/skip 1973

Instruktør ved Sjøforsvarets Havari- og ABC-vernskole 1974-75

Sivilingeniør i Det norske Veritas 1975-77

Varabrannsjef i Drammen kommune 1977-78

Brannsjef i Larvik og Omegns Brannvesen 1978-86

Seksjonssjef i Direktoratet for brann- og eksplosjonsvern (DBE) siden 1986

Ingemar Pålsson

Født 1948

Sivilingeniør Maskin/skip 1975

Surveyor, Bureau Veritas 1975-1979

Pålitelighetsanalytiker ved Analytical Institute for Maritime services 1979-84

Pålitelighetsanalytiker ved Gøtaverken Arendal 1984-86

Teknisk/økonomisk analyse sikkerhetssystem ved Volvo Personvogn 1986-88

Risikoanalytiker ved PRIM konsult/Flygfeltstyrer 1988-94

Risikoanalytiker ved SSPA Maritime Consulting 1994-99

Risikoanalytiker ved Det norske Veritas, Management Consulting siden 1999

Marika Kolbenstvedt

Født 1942

Ingeniør 1965

Magister sosiologi 1975

Ingeniør Åkerblads arkitektkontor 1966-67

Forsker, gruppeleder og forskningssjef ved Norsk Institutt for by- og regionforskning 1971-81

Kontorsjef Barneombudet 1981-85

Forsker fra 1985 og avdelingsleder ved Transportøkonomisk Institutt siden 1988

Joakim Böcher

Født 1957

Bachelor of Science 1981

Avdelingsleder Danske Statsbaner 1982-97

Leder for Signalavdelingen og Standardiseringsavdelingen, Banestyrelsen 1997-2000

Senioringeniør Det norske Veritas, Danmark siden 2000

Jacob Ferdinand Bull

Født 1972

Cand. jur. 1998

Advokatfullmektig, Advokatfirmaet Arntzen, Underland & Co siden 1999

Jens-Henrik Lien

Født 1976

Stud.jur.

Vitenskapelig assistent ved Nordisk Institutt for Sjørett

2.3 Kommisjonens mandat mv.

Kommisjonens mandat er angitt på følgende måte i foredraget til den kongelige resolusjon av 14. april 2000:

”Undersøkelleskommisjonen bes foreta de undersøkelser som den finner nødvendig for å bringe på det rene de faktiske omstendigheter omkring ulykken på Lillestrøm stasjon og årsakene til den.”

Mandatet er lite spesifisert og favner således vidt, men det er uttrykkelig nevnt i foredraget at det særlig synes nærliggende å vurdere forutsetningene som er lagt til grunn for transport av farlig gods. Selv om det ikke er spesifikt nevnt i mandatet har Kommisjonen forstått det slik at den også skal fremme forslag til tiltak som kan bidra til å hindre at vi igjen får en situasjon som den på Lillestrøm stasjon. Forslagene er tatt inn underveis i de ulike kapitlene, men inntatt i sin helhet i kap. 10.

Kommisjonen har ikke sett det som sin oppgave å kartlegge faktiske omstendigheter som kan begrunne straffansvar eller annet ansvar i forbindelse med ulykken. I den grad Kommisjonen karakteriserer handlinger eller unnlater foretatt av enkeltpersoner eller institusjoner ligger det ikke i dette noen stillingtagen til om strafferettslige eller andre sanksjonsbelagte regler er overtrådt.

2.4 Arbeidet i Kommisjonen

Kommisjonens leder Vibecke Groth, medlemmet Ingemar Pålsson og sekretæren Jacob F. Bull reiste til Lillestrøm 8. april, og deltok i bevisinnhenting og planlegging sammen med politiet, NSB BA og Jernbaneverket.

Kommisjonen har hatt 12 møter med i alt 20 møtedager. Mange møter har imidlertid funnet sted i tilknytning til kommisjonsmøter som også omhandlet Åsta-ulykken. Utover dette har det vært en rekke møter hvor to eller flere av Kommisjonens medlemmer hatt møte alene, eller har deltatt i møter med andre i forbindelse med bestemte emner som Kommisjonen har ønsket belyst eller i møter med sakkyndige som har arbeidet med ulykken.

Kommisjonen har som nevnt hatt advokatfullmektig Jacob F. Bull som sekretær, mens vitenskapelig assistent Jens-Henrik Lien også har fungert som sekretær siden 15. oktober 2000. Begrensede utredningsoppgaver har vært utført av ham og vitenskapelig assistent Karl Even Rygh ved Nordisk Institutt for Sjørett, Universitet i Oslo.

2.5 Kommisjonens arbeidsmåte

I de fleste tilfeller stopper en ulykkesanalyse ved den direkte årsaken. Ulykker er imidlertid som regel et resultat av flere samvirkende årsaker, herunder direkte og bakenforliggende årsaker.

Dersom man begrenser seg til å forsøke og finne den direkte årsaken til ulykken og baserer tiltak for å hindre gjentakelse på dette, vil man etter Kommisjonens oppfatning bare påvirke symptomene på dypereliggende feil. Om hensikten er å hindre tilsvarende ulykker i fremtiden må man gå lenger ved også å avdekke de bakenforliggende årsakene. Det krever en systematisk angrepsvinkel.

Kommisjonen har hatt som mål å avdekke de forhold som kan ha vært av betydning for at kollisjonen kunne finne sted og at gasslekkasjene som skapte den dramatiske situasjonen oppstod. Under undersøkelsene har Kommisjonen arbeidet i fem trinn for å avdekke både direkte og bakenforliggende årsaker.

Trinn 1 var grunnleggende og tok utgangspunkt i en tredelt kartlegging av hendelsesforløpet fra bremsesvikten i tog 5781 forelå til kollisjonen, gasslekkasjene og brannen oppstod.

Undersøkelsene startet med en kartlegging av kjøringen og stoppet til det påkjørte tog 5713 som stod med de bakerste vognene ut i hovedsporet. Når det gjelder tog 5781 ble fremføringen først frem til fallet ned mot Lillestrøm stasjon kartlagt. Deretter ble situasjonen fra toget ikke greide å stanse vurdert. Denne ledet til feilaktig passering av innkjørsignalet og at kollisjon med tog 5713 inntraff. Siste del omfattet opplysninger om selve kollisjonen, gasslekkasjene som oppstod fra de to gasstankvognene og den etterfølgende brannen.

Trinn 2 gikk ut på å finne den eller de direkte årsakene til at bremsesvikten oppstod. I denne forbindelse måtte alle muligheter for feil gjennomgå. Dette omfattet mulige feil ved materiell, infrastruktur og personell som kunne ha vært direkte årsaker til at tog 5781 ikke var i stand til å bremse i tide.

I *trinn 3* ble det søkt svar på hvordan eller hvorfor bremsesvikten fikk føre til kollisjonen uten at den ble avhjulpet, hvorfor gasslekkasjene oppstod og hvor nær man var en BLEVE.

Trinn 4 omfattet en gjennomgang av regler og forutsetninger, herunder sikkerhetsstyringen vedrørende transport av farlig gods på jernbanen, i den hensikt å avdekke forhold som kan ha vært av betydning for at ulykken inntraff. Videre ble regler og rutiner for transport av farlig gods på jernbanen gjennomgått for å undersøke om disse var tilstrekkelige til å forebygge denne typen hendelser.

Trinn 5 gikk ut på å komme med anbefalinger til tiltak som kunne redusere risikoen for lignende ulykker i fremtiden, basert på de undersøkelser og funn som var gjort i trinn 2, 3 og 4.

Ovennevnte arbeidsmåte ble benyttet som utgangspunkt for hvilket materiale som ble innhentet, hvilke undersøkelser Kommisjonen fikk foretatt, hvilke vitner som ble avhørt og hvilke prioriteringer som ble gjort under arbeidet.

2.6 Oppnevning av sakkyndige mv.

I henhold til mandatet skulle Kommisjonen foreta de undersøkelser den fant nødvendig for å bringe på det rene de faktiske omstendigheter omkring ulykken og årsaken til den. Kommisjonen har samarbeidet nært med Romerike politidistrikt om hvilke undersøkelser som burde foretas, slik at dobbeltarbeid kunne unngås.

Både politiet og Kommisjonen var av den oppfatning at det burde foretas en materialteknisk undersøkelse av propantankene for å se på deres tekniske tilstand og om de oppfylte gjeldende krav til teknisk standard og regelverk for transport av

propangass. DnV ble oppnevnt som sakkyndig for å foreta denne undersøkelsen. De sakkyndige avga sin rapport 24. juli 2000. Rapporten er inntatt som vedlegg 6. Videre ønsket Kommisjonen en undersøkelse av vedlikeholdet av bremsesystemene på godstog generelt, utfra krav, rutiner, praksis mv. og i tillegg en undersøkelse av tilstanden i tog 5781 før avgang Alnabru ulykkesdagen. DnV fikk også oppdraget med å foreta denne undersøkelsen. Den sakkyndige avga sin rapport 9. januar 2001. Rapporten er inntatt som vedlegg 3.

I tillegg til DnVs bremseundersøkelse har NSB BAs bremsekontor gjennomført undersøkelser for å finne årsaken til bremsesvikten i tog 5781. Disse undersøkelsene har skjedd i forståelse med og under oppsyn av Kommisjonen og politiet. I tillegg har Kommisjonen engasjert sivilingeniør og tidligere bremsejef i SJ Sven A. Eriksson, nå ansatt i Green Cargo AB (tidligere SJ Gods) til å verifisere NSB BAs undersøkelser. Han har også foretatt egne beregninger. Erikssons rapport er inntatt som vedlegg 5.

Videre er det foretatt lekkasjeevaluering av de skadede gasstankene, lekkasjetester for å bestemme lekkasjene og konsekvensanalyser. Disse undersøkelsene har Kommisjonen vært med på å beslutte omfanget av og rapportene er stilt til Kommisjonens rådighet. Rapporten fra ComputIT er inntatt som vedlegg 7.

Fordi kommisjonsmedlem Finn Mørch Andersen er ansatt ved DBE, har Kommisjonen innhentet uttalelse fra professor Göran Holmstedt ved Lunds Tekniska Högskola, Sverige som har vurdert DBEs rolle i forbindelse med redningsarbeidet. Holmstedts rapport er inntatt som vedlegg 2.

2.7 Bevisinnsamling mv.

Undersøkelseskommisjonen ble oppnevnt ved kongelig resolusjon fordi det for jernbaneulykker ikke foreligger lovregulerte kommisjonsordninger. I Kommisjonens opprinnelige oppnevning er det vist til Justis- og politidepartementets rundskriv G-4875 Regler for granskningskommisjoner. I rundskrivets kap. 1 er det angitt at dette er å anse som en veiledning om de saksbehandlingsregler som må eller bør følges av Kommisjonen. Kommisjonen har betraktet seg som et forvaltningsorgan og har fulgt reglene for slike så langt de har passet.

Fordi Kommisjonen fikk et så godt samarbeid med politiet var det ikke nødvendig for Kommisjonen selv å gjennomføre avhør av vitner bortsett fra personer som stod helt sentralt i forhold til ulykken. Dette sparte Kommisjonen for mye arbeid og det gjorde at de fleste vitnene slapp å bli innkalt til avhør flere ganger. Kommisjonen avhørte fire vitner i Oslo 18. desember 2000. Vitneliste er inntatt som vedlegg 1.

Kommisjonens forhandlinger er ikke offentlige med mindre Kommisjonen selv finner grunn til det. Kommisjonen fant etter nøye overveielser at avhørene av vitner i størst mulig grad burde være åpne for offentligheten, slik dette også ble gjort i forbindelse med undersøkelsesarbeidet etter Åsta-ulykken. Årsaken til dette var at ulykken på Lillestrøm også må antas å ha stor offentlig interesse. Kommisjonen valgte imidlertid å lukke dørene for ett av avhørene, fordi vitnet ellers nektet å møte. For å unngå en

alvorlig forsinkelse i Kommissjonens arbeid, valgte Kommissjonen å imøtekomme vitnets ønske. Kommissjonen besluttet fotografiforbud inne i salen etter at vitnene hadde kommet inn og til de var ute igjen.

Avhørene ble i sin helhet tatt opp på lydbånd som ble skrevet ut. Det ble laget referat av avhøret som ble sendt vitnet til vedtagelse. Referatene ble i sin helhet besluttet underlagt offentlighet.

Kommissjonen har mottatt viktig bevismateriale og annet vesentlig materiale fra politiet, NSB BA, Jernbaneverket, Jernbanetilsynet, DBE, VTG og Statoil. Kommissjonen møtte stor samarbeidsvilje hos alle disse.

2.8 Kontradiksjon

NSB BA, Jernbaneverket, Jernbanetilsynet, Statoil og VTG ble før Kommissjonens vitneavhør oversendt liste over de vitner som ville bli innkalt med angivelse av tid og sted. Det ble gjort oppmerksom på at de berørte parter kunne stille spørsmål til vitnene. De fire vitnene ble på forhånd gjort oppmerksomme på at de kunne la seg bistå av advokat under høringene. Alle høringer har vært åpne for de berørte parter med samtykke fra det vitnet som ble avhørt for lukkede dører.

NSB BA er tilsendt et utkast av rapportens kapittel 5. Lokomotivfører Ragnar Jensen ble under avhør med Kommissjonen 18. desember 2000 konfrontert med resultatene av de undersøkelser Kommissjonen har lagt til grunn vedrørende bremsesvikten til tog 5781. Han ble i tillegg meddelt Kommissjonens hovedkonklusjon noe før offentliggjøring av rapporten.

2.9 Brukerveiledning og leserguide

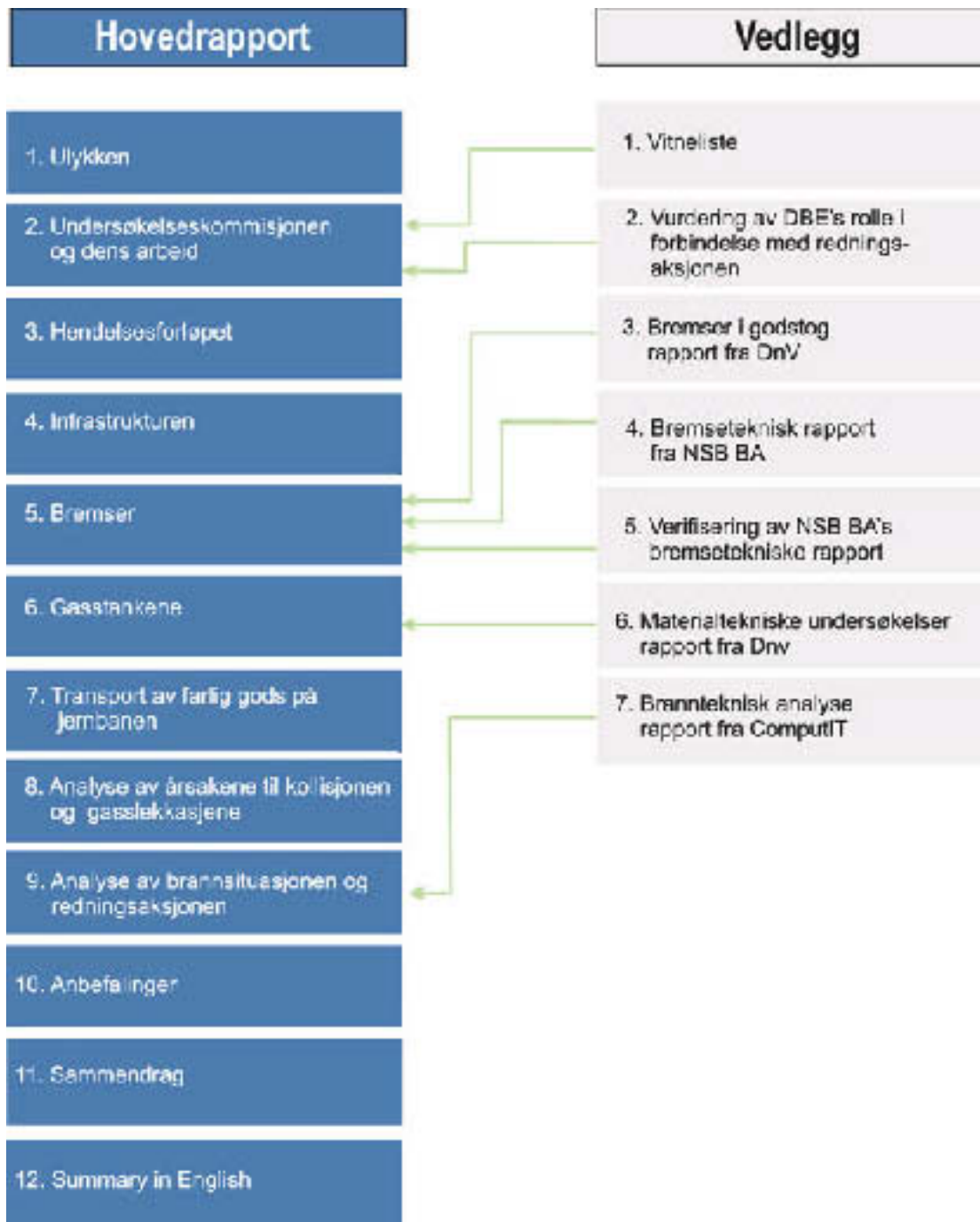
Rapporten er delt i 10 kapitler. I tillegg kommer et sammendrag med engelsk oversettelse. Kommissjonen har lagt vekt på en framstilling uten altfor mange tekniske detaljer. Kommissjonen har valgt å innta som vedlegg rapporter fra de tekniske undersøkelser Kommissjonen alene eller i samarbeid med andre har fått utført av sakkyndige som vedlegg. I tillegg er sammendraget til NSB BAs brems rapport inntatt.

I kapittel 1 gis en kort beskrivelse av ulykken som inntraff på Lillestrøm stasjon natt til 5. april 2000.

I kapittel 2 gjøres det rede for Kommissjonen og dens arbeid.

I kapittel 3 gis den faktiske beskrivelse av hendelsesforløpet frem til 9. april 2000. Her beskrives ulykken og redningsarbeidet. Dette hendelsesforløpet har Kommissjonen lagt til grunn i den videre framstilling.

I kapittel 4 beskrives kort infrastrukturen på strekningen Alnabru - Lillestrøm, herunder strekningens standard, tillatt hastighet, stigning og fall samt sikringsanlegg. Videre beskrives togradsystemet som skal sikre kommunikasjon mellom togene og togledersentralen.



Figur 2.1 Rapportens oppbygning

I kapittel 5 gis først en innføring i bremsesystemet til det toget som forårsaket ulykken og hvordan et togs bremseevne beregnes. Deretter beskrives undersøkelser av togets bremseevne, kjøremønstre og bruk av bremsene før ulykken inntraff. Videre behandler kapitlet opplæring av lokomotivførere for så vidt gjelder bremsor, samt regler og rutiner for forhold av betydning for et togs bremseevne, herunder vedlikeholdsrutiner og bremseprøver.

Det gjøres også rede for de bremsetekniske undersøkelser og prøvekjøringer som er gjennomført av sakkyndige. DnVs rapport ”Bremses i godstog – spesifikasjoner, bruk og vedlikehold”, et sammendrag av resultater fra NSB BAs bremseundersøkelser og Sven A. Erikssons verifikasjon av disse, er inntatt som henholdsvis vedlegg 3, 4 og 5 til Kommisjonens rapport.

I kapittel 6 beskrives konstruksjon og vedlikehold av de to gasstankene som var involvert i ulykken. Det gjøres rede for de materialtekniske undersøkelser DnV har gjennomført på oppdrag for Kommisjonen. Materiellets kollisjons- og brannsikkerhet, samt risikoen for brudd på tankmaterialet under brannen vurderes. DnV s rapport er inntatt som vedlegg 6 til Kommisjonens rapport.

I kapittel 7 gjøres det rede for regelverket for transport av farlig gods på jernbanen i Norge. Det fokuseres på krav til gasstankers utforming og plassering i togsettet, samt krav som eventuelt bør stilles til transport av farlig gods gjennom tettbygde strøk. Det gis også en kort beskrivelse av sikkerhetsstyring og internkontroll i NSB BAs godsenshet, NSB Gods.

Kapittel 8 inneholder Kommisjonens analyse. Kommisjonen har delt fremstillingen i to; kollisjonen og de påfølgende gasslekkasjene. Først analyseres de mulige direkte årsaker til at kollisjonen inntraff. Kommisjonen gjør dernest rede for de bakenforliggende årsaker som var medvirkende til at kollisjonen skjedde. Deretter analyseres årsakene til gasslekkasjene i tankene.

I kapittel 9 analyseres brannsituasjonen og redningsaksjonen. Det gjøres rede for skadepotensialet ved en BLEVE, hvilken fare en stod overfor ved ulykken på Lillestrøm og hvordan dette ble håndtert av redningstjenesten. ComputITs brannanalyse med modellberegninger og simuleringer er inntatt som vedlegg 7 til Kommisjonens rapport.

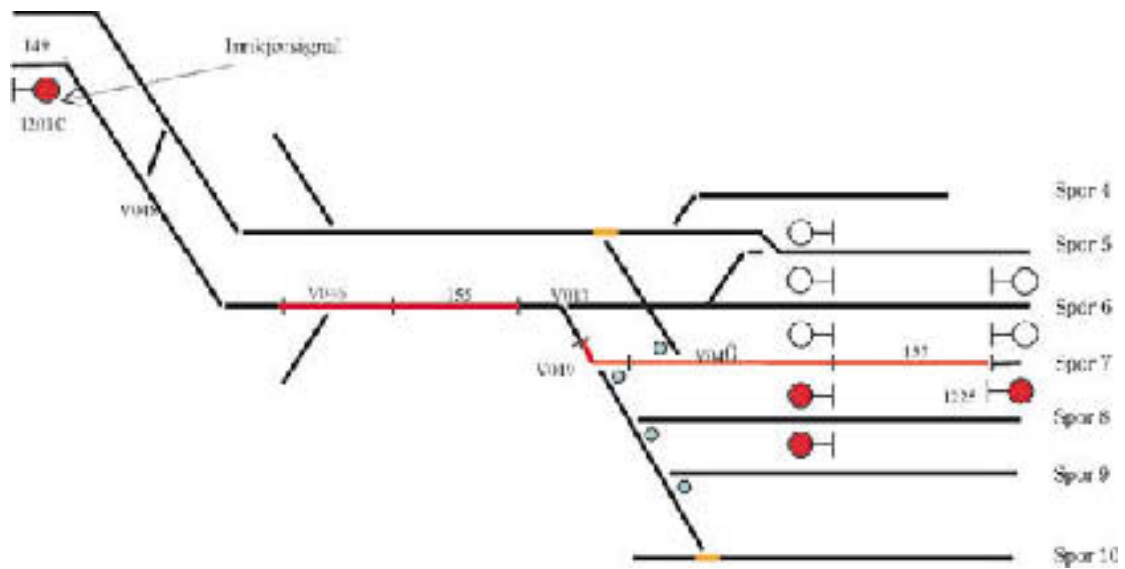
I kapittel 10 er de forslag til tiltak som Kommisjonen mener kan forhindre en lignende ulykke i fremtiden samlet. Enkelte av disse anbefalingene er også presentert underveis i rapporten.

Kapittel 11 er et sammendrag av Kommisjonens rapport og i *kapittel 12* er sammendraget oversatt til engelsk.

Det gjøres oppmerksom på at det i rapporten er en del gjentakelser. Dette er gjort for at det skal være mulig å lese deler av rapporten enkeltvis. Det er videre underveis i rapporten bevisst gitt vurderinger av enkelte forhold i tilknytning til de kapitler hvor de naturlig hører hjemme. Kommisjonen har valgt å gjøre det slik for at den oppsummerende analysen av årsaksforholdene som er foretatt i kapittel 8 skal bli mest mulig poengtert.



Figur 3.1 Oversikt over strekningen Oslo - Lillestrøm med stasjoner og holdeplasser
Kilde: Kartgrunnlag fra Jernbaneverket



Figur 3.2 Belegg av sporfelt på Lillestrøm stasjon 5. april 2000. Rødt belegg i sporfelt 7 indikerer at tog 5713 står med de bakerste vognene ut i veksler 40 og 19. Veksler 13 er fri og rødt belegg til venstre for veksler 13 viser at tog 5781 er på vei inn på stasjonen
Kilde: Jernbaneverket

3 Hendelsesforløpet

3.1 Tog 5713 (det påkjørte tog)

Tog 5713 var et godstog som skulle fra Alnabru til Trondheim. Toget skulle etter ruteplanen ha forlatt Alnabru 4. april 2000 kl. 22.05, men var forsinket på grunn av snøfall og gikk derfor nordover kl. 00.30, nesten to og en halv time forsinket.

Toget bestod av 22 godsvogner og et lokomotiv av type El 14 som trafikkerer elektrifiserte banestrekninger. Toget hadde i følge godsvognoptaket en samlet vekt på 800 tonn, hvorav lokomotivet veide 105 tonn, og en samlet lengde på ca. 417 meter. Dette er å anse som et relativt langt godstog. Godsvognoptaket inneholder data om togets lengde, antall aksler, bruttovekt samt bremseprosent, bremsegruppe og høyeste tillatte hastighet.

Togets 22 vogner ankom Alnabru i forskjellige tog og til ulike tidspunkter, og ble her sammenslått til tog 5713. De to forreste vognene i toget, vogn 1 og 2, samt de tre bakerste vognene, vogn 20, 21 og 22, transporterte biler. De øvrige vognene transporterte ulike typer gods eller var tomme.

Lokomotivfører på tog 5713 ulykkesnatten var Ansgar Hernes. Hernes kom 4. april på arbeid kl. 19.10 på Loenga i Oslo. Han løste av tog 4912 som skulle til Alnabru. Fra Alnabru skulle han kjøre tog 5713. Toget hadde Trondheim som bestemmelsessted, men Hernes skulle etter planen avløses på Dombås stasjon.

Fra Alnabru kjørte Hernes i normal hastighet mot Lillestrøm. På grunn av arbeid i sporet på Lørenskog stasjon, passerte han stasjonen i avviksspor. Han har forklart at han foretok en prøvebremsing her og kjente at bremsene tok. Han forklarte videre at han holdt en hastighet på 50-60 km/t fra Lørenskog til Lillestrøm. Denne hastigheten pleier han alltid å holde, fordi vognene ellers vil presse på bakfra i fallet ned mot Lillestrøm. Toget ankom Lillestrøm stasjon 25 minutter etter avgang fra Alnabru. Togvei var lagt for tog 5713 til spor 7. Han fikk således grønt innkjørsignal til spor 7, men rødt i utkjørssignalet på grunn av kryssing med tog fra nord. Hernes kjørte toget frem til stoppsignalet i nordenden av spor 7, og stanset ved dette.

På grunn av togets lengde ble de bakerste vognene i tog 5713 stående ut i sporveksel 40 og 19, se fig. 3.2. Dette innebar at sporene 8 til 11 ble blokkert, og gjorde det umulig å stille togvei til disse.

3.2 Tog 5781 (det påkjørende tog)

Tog 5781 var et godstog som skulle gå fra Alnabru til Mosjøen. Toget skulle etter ruteplanen hatt avgang fra Alnabru 4. april 2000 kl. 22.34, men også dette toget var forsinket på grunn av snøfallet. Det forlot Alnabru først kl. 00.38, to timer forsinket.

NSB-ISA
GODSVOGNOPPTAK TOG 5781

oppr.nr: 5781 Dato: 04/04/00 Fra stasjon: ALNABR Spant: R317

	Nummer	Fest- st.	Trakk- kraft
og Inkl.	162219	TRONDH	100
resp. lok.			0
teknisk			0

#.	Band.	Fest.	Øru	Øro	Aks					
n.	Vognnummer	S	stasjon	stasjon	ttb	ss	Lor	P/B/A	Øh.	Beeknød
1	338079124941	I	KOBR	KOBR	27	54	4	P	90	
2	338079120530	I	KOBR	KOBR	27	54	4	P	90	
3	217625761251	I	BORNES	FØRSE	50	42	2	P	90	
4	217637012545	I	ØRLO	ØRLO	28	55	5	P	90	
5	217637012105	I	ALNABR	ØRLO	13	13	2	P	100	90*
6	217637011780	I	ALNABR	ØRLO	13	13	2	P	100	90*
7	827659270052	I	ØRLO	ØRLO	26	64	4	P	90	
8	827659270264	I	ØRLO	ØRLO	26	64	4	P	90	
9	827659270357	I	ØRLO	ØRLO	28	64	4	P	90	

#.	Skott	År			
n.	Vognnummer	nummer	klas.	Øtill.	Fareklassenbeskrivelse
1	338079124941	1965	2		WASSER, KOMPRESSOR, FLYTENDE EV. OPPLØST UNDER
2	338079120530	1965	2		WASSER, KOMPRESSOR, FLYTENDE EV. OPP. PÅ TRAILER

- 1 er satt ned pga. aksellast
- 2 er satt ned pga. aksellast
- 3 er satt ned pga. aksellast
- 4 er satt ned pga. aksellast
- 5 er satt ned pga. aksellast
- 6 er satt ned pga. aksellast
- 7 er satt ned pga. aksellast
- 8 er satt ned pga. aksellast
- 9 er satt ned pga. aksellast

STAT FOR TOGET		KONTROLLERINGSBL	
lengde (m) :	177	Gløkkesignal påsett (bryes av) :	X
total vekt (t) :	612	Kontroll av sammensetning (sign) :	ØRLO
lokomotiv vekt (t) :	80	Dragskrive (sign) :	K. Damstein
lokomotiv prosent :	13	Bestemmelser (sign) :	
lokomotivgruppe :	F		
Største aksellast :	90		

FOR GØENDE TEKSTER PÅ BILDE SKRIVES DET I

Figur 3.3 Godsvognoptak for tog 5781
Kilde: Romerike politidistrikt

Tog 5781 bestod av ni godsvogner og et lokomotiv av typen El 16 som trafikkerer elektrifiserte banestrekninger. Toget hadde i følge godsvognoptaket en samlet vekt på 612 tonn, hvorav lokomotivet veide 80 tonn, og en samlet lengde på 177 meter. Toget var forholdsvis tungt sett i forhold til denne lengden. Togets høyeste tillatte hastighet var ifølge godsvognoptaket 90 km/t.

Lokomotivet med nr. 2215 hadde nettopp gjennomgått den nest mest omfattende terminkontrollen (T-4) NSB BA har for sine lokomotiver. Ved alle revisjonene gjøres en fullstendig bremserevisjon som blant annet omfatter gjennomgang og kontroll av bremseutstyr.

Vognene i toget ankom Alnabru i forskjellige tog og til ulike tidspunkt, og de ni vognene ble sammenslått på Alnabru 3. og 4. april. Vogn 1 og 2 som gikk nærmest lokomotivet var tankvogner fra det tyske selskapet VTG. De var hver lastet med ca. 46 tonn kondensert propan 95, klassifisert som farlig gods med farenummer 23. Disse var under transport for Statoil Sverige fra Stenungsund i Sverige til Mosjøen.

Vogn 3 var en dekket godsvogn lastet med mørtel. Vogn 4 fraktet to 20 fots containere lastet med plastpellets. Vogn 5 og 6 var tomme åpne flakvogner. De tre bakerste vognene, vogn 7, 8 og 9, var åpne vogner med faste sideplater lastet med skrapjern.

Når tog sammenskiftes er det togets sammenskiftingsplan som avgjør plasseringen av vognene. Vognene i togsettet skal normalt transporteres til ulike bestemmelsessteder. Vognene plasseres slik i togsettet at skiftingen av vogner på de ulike bestemmelsesstedene blir enklest mulig. Blant annet legges det vekt på om det er togets lokomotiv eller egne skiftelokomotiv som skal stå for skiftingen på de enkelte bestemmelsesstedene. Sammenskiftingsplanen tar ikke hensyn til eventuelt farlig gods ved plasseringen av vognene. Det er således tilfeldig hvor i togsettet vogner med farlig gods plasseres.

3.2.1 Spesielt om brannfarlig last

I følge lasteseddelen, utstedt i forbindelse med fyllingen av tankene i Stenungsund, inneholdt vogn 1 og 2 henholdsvis 46360 og 46560 kg propan. Propanen var tilsatt 12 ppm. (parts per million) eller 1,115 kg merkaptan. Dette er et lukkestoff som tilsettes propan som i seg selv er uten lukt, for at en eventuell gasslekkasje lett skal kunne oppdages.

Kvaliteten på den propan som leveres fra Borealis' anlegg i Stenungsund er Propan 95. I dette tilfellet var propaninnholdet i følge Statoil 98,5 %. Resten var i hovedsak butan og etan. Borealis er et selskap delvis eiet av Statoil som disponerer Skandinavias største fjellagringshall for propan.

Tankvognene var merket med oransje skilt på hver side med sifrene 23 øverst og 1965 nederst, se fig. 3.4. Denne type merking er påbudt i RID, et internasjonalt regelverk for frakt av farlig gods på jernbane, se kap. 7.1. Det øverste sifferet angir farenummeret. 23 betyr at det er en komprimert brannfarlig gass. Det nederste tallet angir stoffnummeret, og 1965 angir at det er en blanding av propan og butan.

3.2.2 Lokomotivfører

Lokomotivfører på tog 5781 ulykkesnatten var Ragnar Jensen. Han var på ulykkestidspunktet 51 år gammel. Han har arbeidet i NSB siden 1977 og som lokomotivfører siden 1981. Jensen har trafikkert strekningen Alnabru - Lillestrøm i 24 år, og har følgelig kjørt denne et stort antall ganger. Han tilhører lokførererenheten på Hamar. Som lokomotivfører kjører man persontog og godstog om hverandre.



Figur 3.4 Merking på vogn 2 i tog 5781
Kilde: Romerike politidistrikt



Figur 3.5 GPR-kran på lokomotiv El 16 nr. 2215 i G-stilling ved Kommisjonens og politiets inspeksjon etter ulykken
Kilde: Romerike politidistrikt

Som alle lokomotivførere har Jensen avlagt skriftlig prøve i sikkerhetstjeneste hvert tredje år. Jensen har ingen anmerkninger i sin personalmappe i NSB BA.

Tirsdag 4. april kom Jensen på jobb kl. 14.55 på Hamar. Han hadde da hatt fri siden onsdag 29. mars. Jensen forklarte at han følte seg i god form da han kom på jobb. På Hamar overtok han et godstog som skulle til Oslo. Jensen kjørte godstoget til Alnabru hvor vognene ble frakoblet, og tok deretter lokomotivet til Grorud. Han var ferdig ca. kl. 18.00.

3.2.3 Lokomotivet tas ut

Da Jensen kom tilbake til Grorud etter en tur til Oslo S, ble han tildelt lokomotiv nr. 2215 av typen El 16 som stod i servicehallen på Grorud. I førerrommet viste et oppslag at den elektriske motstandsbremsen var utkoblet. Togfremføring med denne bremsen utkoblet er ikke forbudt og har ingen betydning for togets bremseevne. Motstandsbremsen er ingen stoppbrem, jf. pkt. 5.1.1.

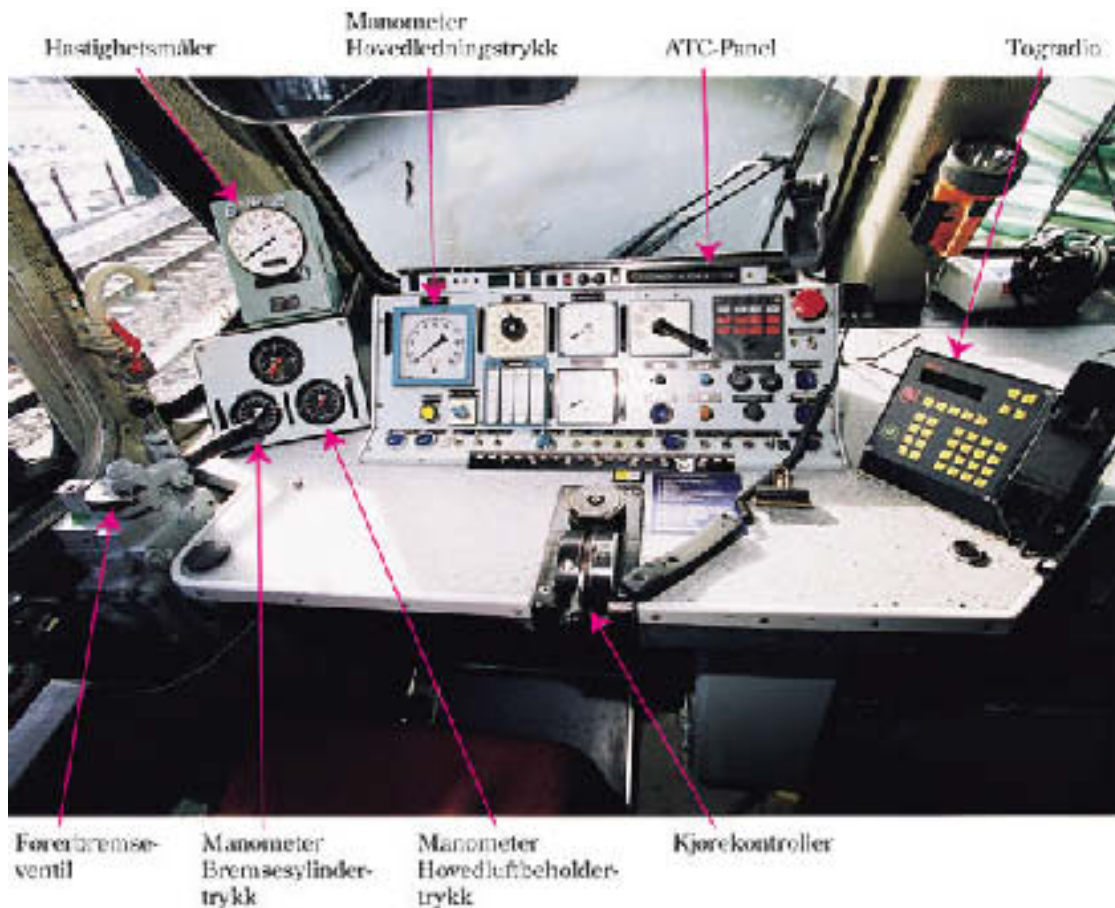
Da han ved uttak av lokomotivet foretok kontroll av dette fulgte han ikke den sjekklisten som er utarbeidet for formålet. Jensen mente han likevel hadde kontrollert de forhold som er oppført på listen.

Jensen har forklart at den såkalte GPR-kranen stod i G-stilling, jf. fig. 3.5, og at han lot denne bli stående i denne stillingen, hvilket er i samsvar med Jernbaneverkets trafiksikkerhetsbestemmelser. GPR-kranen eller bremsegruppetilleren har tre ulike stillinger som regulerer bremsenes tilsetningstid. Med tilsetningstid menes tiden fra bremsene aktiveres til bremseklossene gir effekt. Stilling G for godstog innebærer en noe lengre tilsetningstid for lokomotivets bremsesammenlignet med P-stilling. Dette begrunnes med at en lengre tilsetningstid gir jevnere bremsing i hele toget, særlig for lange godstog. Stilling R står for rapid, og benyttes for tog med tillatt hastighet over 100 km/t. Jensen har forklart at han nærmest alltid fremfører også lange godstog i P-stilling, og at han denne dagen fremførte toget i G-stilling fordi GPR-kranen stod i G da han tok ut lokomotivet. Se nærmere om bremsegrupper og tilsetningstid i pkt. 5.1.3.

I maskinrommet skrudde Jensen på ATC-systemet for å kontrollere at dette virket. ATC er et automatisk togstoppsystem som aktiverer togets bremses ved passering av rødt eller slukket signal. I tillegg vil togets bremses aktiveres ved overskridelse av den hastighet som lokomotivfører stiller inn på ATC-panelet, se fig. 3.7. Panelet på førerplassen viste at ATCen fungerte. Han kontrollerte også SIFAen (førerovervåkningssystemet) med den såkalte dødmannsknappen.

Statisk bremseprøve på lokomotivet ble deretter foretatt. Denne prøven omfatter lokomotivets direktebremse og den automatisk virkende førerbremseventilen som virker på hele toget. Jensen har forklart at han fant systemet litt tregt, men at det likevel fungerte tilfredsstillende.

Etter ferdig utsjekking av lokomotivet kjørte Jensen fra Grorud til Alnabru hvor togstammen stod i spor 17. På Alnabru ble lokomotivet koblet sammen med de ni vognene.



Figur 3.6 Førerrommet i lokomotiv El 16 nr. 2215

Kilde: Romerike politidistrikt



Figur 3.7 ATC-panelet i førerrommet på lokomotivet i tog 5781. Innstillingen betyr fra venstre: 10 angir maksimal hastighet til 100 km/t, 2 betyr at en toglangde på 200 m, 06 betyr 6 sekunders bremsetilsettingstid og 060 betyr 0,60 m/s² maksimal retardasjon

Kilde: Romerike politidistrikt

3.2.4 Bremsprøve

Før tog 5781 forlot Alnabru ble fullstendig bremseprøve for hele toget gjennomført av lokomotivfører Jensen og skiftekonduktør Knut Damstuen. Tetthetsprøve inngår i henhold til NSB BAs interne regelverk for godstog, G-60, i den fullstendige bremseprøven. Denne ble ikke foretatt på forskriftsmessig måte fordi Jensen målte lekkasjeomfanget i 20 sekunder, i stedet for i ett minutt.

Damstuen har forklart at han via skifteradioen ba personellet på stillverket om å ringe til lokomotivføreren på tog 5781 og be ham tilsette bremsene når hovedledningen hadde fullt trykk, det vil si 5 bar. Skiftekonduktøren så og hørte at bremsene ble tilsatt. Han kontrollerte at bremsene var tilsatt på alle hjulganger, og kontrollerte fjærklaring, lasteveksler, omstillingshåndtak og bremseklosser. Kontrollen ble utført ved at Damstuen ved hjelp av en visitørhammer slo på alle bremseklossene i toget. Kontrollen viste at bremsene var tilsatt for hele toget. Det at bremsene var tilsatt også på bakerste vogn betyr at det på dette tidspunkt var luft i hovedledningen gjennom hele togsettet. Bremseprøven sier imidlertid ingen ting om togets faktiske bremseevne.

Etter at alle bremseklossene var kontrollert kom skiftekonduktøren frem til lokomotivet og ba lokomotivfører om å løse bremsene. Skiftekonduktøren kvitterte på godsvognoptaket og ga det til lokomotivføreren. Deretter kontrollert han at bremsene var løst ved å slå på bremseklossene med visitørhammeren. Da Damstuen hadde kontrollert dette meldte han til togekspeditør at bremsene på tog 5781 var kontrollert og funnet i orden. Tokekspeditør meldte da til togleder at toget var klart.

3.2.5 ATC-innstilling

Da bremseprøven var gjennomført skrudde Jensen på ATC-systemet, og la inn de data som fremgikk av godsvognoptaket. Dataene må til dels oversettes i henhold til tabeller som finnes oppslått i lokomotivet. I følge godsvognoptaket var togets bremseprosent 77, maksimal hastighet 90 km/t, lengde 177 meter og bremsegruppe P for alle vognene skulle benyttes. På bakgrunn av denne informasjonen ble lokomotivets ATC-panel innstilt med 100 km/t som maksimal hastighet, en toglengde på 200 meter, 6 sekunders bremsetilsettingstid og $0,60 \text{ m/s}^2$ som maksimal retardasjon, se fig. 3.7.

Til tross for at godsvognoptaket for tog 5781 oppga en maksimal hastighet på 90 km/t, stilte Jensen inn 100 km/t i ATC-panelet, noe som er i strid med gjeldende instruks. Jensen har forklart at dette ble gjort for å gi større fleksibilitet i kjøringen og for å kompensere for avvik i hastighetsmåleren i ATC-systemet. Dessuten har han overfor Kommisjonen forklart at beregningene for tillatt maksimalhastighet ofte er gjort på et lite relevant grunnlag, slik at høyere hastighet kan anvendes.

3.2.6 Kjøringen frem til Strømmen

Tog 5781 måtte før avgang fra Alnabru vente på tog 5713 som togekspeditør ville ha av gårde først. Jensen har forklart at det tok ca. 18 minutter fra fullført bremseprøve til tog 5713 forlot Alnabru. Han har forklart at det gikk ytterligere fire-fem minutter før tog 5781 fikk klarsignal. Mens han ventet hørte han på radio og leste idrettsblader.

Etter å ha fått klarsignal kjørte Jensen frem til utkjørsignalet for strekningen Oslo - Lillestrøm. Han passerte forsignalet til utkjørsignalet som indikerte stopp, saknet farten uten å aktivere bremsene og fikk klarsignal i utkjørsignal slik at han kunne kjøre rett ut i hovedsporet.

For å få føling med togets bremses, skulle Jensen i henhold til instruks ha foretatt prøvebremsing etter avgang fra Alnabru. Slik prøvebremsing skal også gjennomføres før kjøring utover lengre fall. Fallet ned mot Lillestrøm stasjon er på 17 ‰, noe som i jernbanesammenheng anses som betydelig. Jensen foretok ingen prøvebremsing etter avgang fra Alnabru, hverken som følge av at toget hadde en helt ny sammensetning eller før fallet mot Lillestrøm. Jensen hevdet overfor Kommisjonen at den beskjedne hastigheten han hadde, fordi tog 5713 lå like foran, forhindret en reell prøvebremsing. Dessuten kunne han risikert å få stopp på toget og dermed problemer med å få toget i gang igjen. I tillegg var det på Lørenskog stasjon, hvor han normalt foretar prøvebremsing, vedlikeholdsarbeid og redusert hastighet. Han forklarte at dette var årsakene til at han lot være å foreta prøvebremsing. Lokomotivfører Hernes i tog 5713 har forklart at han prøvebremset ved Lørenskog selvom hastigheten var lav, for å forsikre seg om at bremsene tok. Etter Kommisjonens mening kunne Jensen i tillegg ha prøvebremset mellom Lørenskog og Strømmen, jf. pkt. 5.6.1.

På grunn av vedlikeholdsarbeidet på Lørenskog stasjon ble togtrafikken ledet forbi stasjonen i det sydgående sporet. Tog 5781 måtte derfor kjøre over i motgående spor. Dette ble signalisert til Jensen i forsignal innkjør til stasjonen. Jensen har forklart at han holdt lav hastighet og at det var en motbakke like før Lørenskog stasjon. Han trengte derfor ikke å bruke bremsene for å få toget ned i hastighet, men hevdet i avhør med Kommisjonen at han nok hadde hatt hånden på førerbremseventilen. Nærmere om betydningen av dette er redegjort for i kap. 8. Da toget kjørte ut fra Lørenskog kjørte det tilbake til det opprinnelige sporet.

På strekningen etter Lørenskog økte lokomotivfører i følge hastighetsrullen hastigheten fra ca. 30 km/t til ca. 95 km/t som han nådde ved innkjøring til Strømmen stasjon, se fig. 5.4. Toget passerte Strømmen i 95 km/t, hvilket er i samsvar med maksimal hastighet på strekningen. Dette var imidlertid 5 km/t over togets tillatte hastighet. Hastighetsmåleren som lokomotivfører forholder seg til viste imidlertid 91 km/t. Undersøkelser foretatt etter ulykken har vist at faktisk hastighet var 2 km/t høyere på grunn av for lav grunninnstilling av hastighetsmåleren, og at hastigheten i tillegg måtte justeres opp 3 % for avvik i hjuldiameteren.

3.2.7 Hendelser etter passering Strømmen

Jensen har forklart at han begynte å bremse ved Strømmen stasjon. Da toget kom inn i fallet etter Strømmen, omtrent ved broen over jernbanelinjen, merket lokomotivfører at vognene trykket på, og at han fikk en fartsøkning i toget.

Han registrerte ingen bremsevirkning, men trodde dette skyldtes at han kjørte med lokomotivet i G-stilling. På grunn av lang tilsettingstid ved kjøring i denne stillingen kjørte han mellom 100 og 150 meter før han tenkte at det kunne være problemer med bremsene. Jensen har overfor Kommisjonen forklart at han ikke kan huske hvilket hovedledningstrykk manometeret på førerplassen indikerte da han innledet bremsingen.

Han har videre forklart at han registrerte forsignalet ved Sagdalen blokkpost og at dette indikerte stopp i innkjørsignalet til Lillestrøm stasjon. Jensen økte bremsetrykket til fullbrems som er det nest nederste trinnet på førerbremseventilen. Dette ble trolig gjort i forkant av forsignalet. Lokomotivfører følte fortsatt ingen bremsevirkning, og økte derfor trykket til nødbrems som er det nederste hakket på førerbremseventilen. Han følte fortsatt ingen bremsevirkning, og tok derfor hendelen til ladestilling og tilbake til nødbrems et par ganger. Figur 5.3 viser detaljbilder av førerbremseventilen.

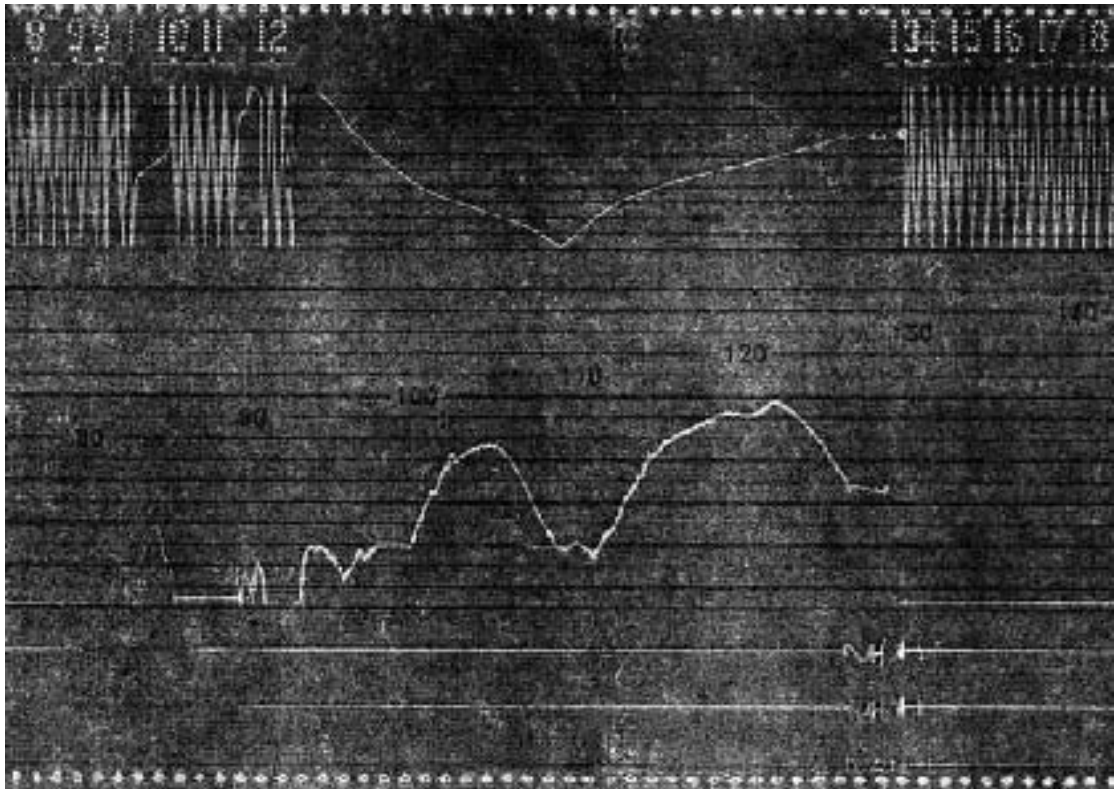
Nødbremseventilen ble ikke brukt. Åpning av nødbremseventilen gir en raskere tilsetting av bremsene sammenlignet med førerbremseventilen i nødbremsestilling. I tillegg gir en åpning av nødbremseventilen en direkte påvirkning av systemet uavhengig av førerbremseventilen. Lokomotivets direktebrems ble heller ikke brukt. Denne ville nær fordoblet bremseeffekten på lokomotivet i hastighetsområdet over 55 km/t, se pkt. 5.1.1.

Ved Sagdalen holdeplass begynte Jensen å bruke tyfonen for å varsle om faren. Han varierte støtene for å få eventuelle banearbeidere eller andre vekk fra linjen og stasjonsområdet. Ved passering Sagdalen holdeplass hadde farten avtatt noe, og lokomotivfører forstod at toget hadde noe bremseeffekt. Han forsøkte å få kontakt med togledersentralen på Oslo S ved å trykke på nødalarmsknappen på togradioen. Togradioen skal gi mulighet for rask kontakt mellom lokomotivfører og togleder. Han oppnådde kontakt med togleder omtrent ved innkjørsignalet til Lillestrøm stasjon, jf. pkt. 3.4.2. Hastigheten var ifølge ferdskriveren da drøyt 80 km/t. Samtidig oppdaget han tog 5713 foran seg.

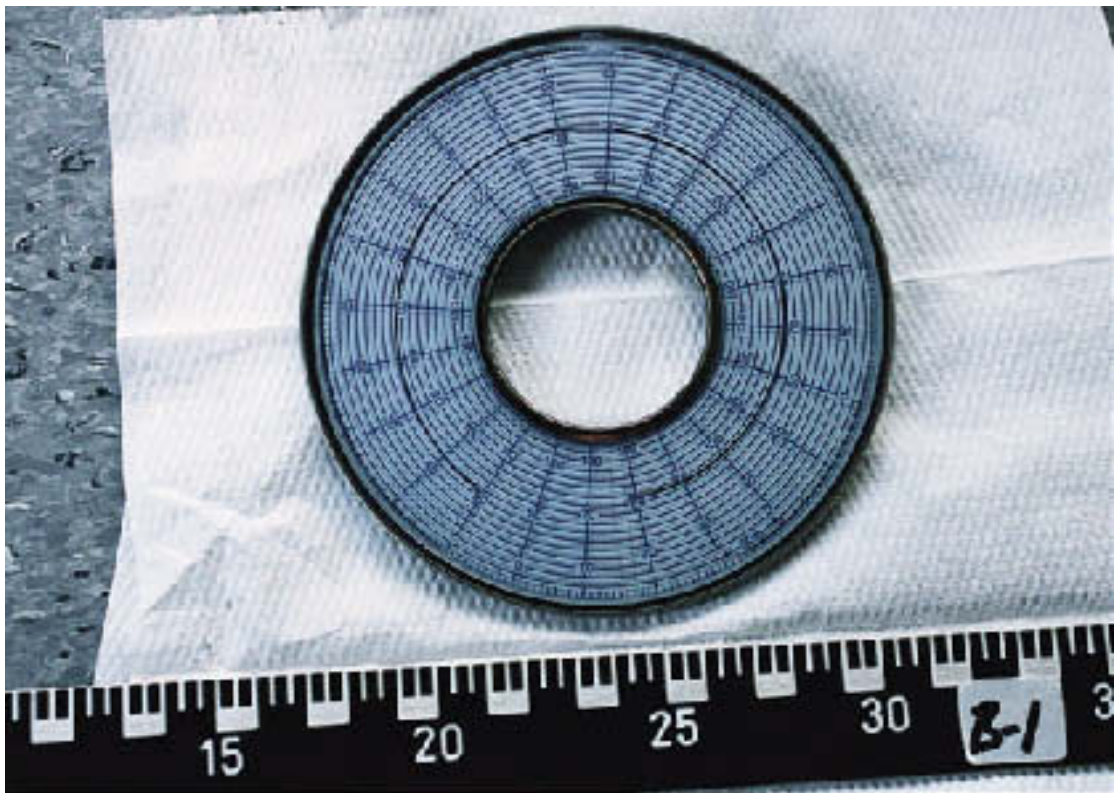
Jensen løp bak til maskinrommet og kastet seg ned i gangen med armene over hodet. Han er ikke sikker på om han lå på gulvet da det smalt. I følge lokomotivfører hørtes det ut som om toget kjørte gjennom et stakittgjerde da det traff tog 5713. Det ble deretter helt stille.

Tog 5781 var utstyrt med en ferdsskriver av type Hasler RT 12 hastighetsrull, se fig. 3.8, og Hasler R 12 restveiskive, se fig. 3.9. Hastighetsrullen fra ferdskriveren viser som nevnt at togets hastighet gjennom Strømmen stasjon var ca. 95 km/t. Fra toppen av bakken ned mot Lillestrøm, økte hastigheten i løpet av en periode på 15 til 20 sekunder til 102 km/t omtrent ved Sagdalen blokkpost. Etter Sagdalen blokkpost viser hastighetsrullen at farten sank langsomt, noe som indikerer en svak retardasjon. I følge ferdskriveren, etter justering av avvik ved hjuldiameter og hastighetsmålerens grunnhastighet, var kollisjonshastigheten til tog 5781 ca. 62 km/t.

Utvidet blodprøve som ble tatt av lokomotivfører Jensen rett etter ulykken viser ingen spor av alkohol eller andre stoffer som kan ha påvirket kjøringen.



Figur 3.8 Hastighetsrull fra ferdskriveren til tog 5781
Kilde: NSB BA



Figur 3.9 Restveiskive fra tog 5781
Kilde: Romerike politidistrikt

3.3 Togledersentralen på Oslo S

Trafikken på strekningen Alnabru - Lillestrøm styres fra togledersentralen på Oslo S. Strekningen er fjernstyrt, og togleder legger togveier utfra den informasjon skjermene på togleders operatørplass viser. Den aktuelle strekningen er utrustet med DATC og togradio. DATC står for Delvis ATC og innebærer at et tog bremses automatisk ved passering av signal i stopp. Togradio skal sikre rask kontakt mellom tog og togleder i nødsituasjoner. Kommunikasjonen knyttet til togfremføringen skjer normalt gjennom de togveier togleder setter. Infrastrukturen er nærmere omtalt i kap. 4.

3.3.1 Togleder da kollisjonen inntraff

Togleder da kollisjonen inntraff var den da 42 år gamle Ivar Brenden. Han har vært ansatt i NSB og senere Jernbaneverket i vel 25 år. De siste 10 årene har han arbeidet som togleder ved togledersentralen på Oslo S. Brenden arbeidet skift med både dag- og nattarbeid. Han begynte 4. april på arbeid kl. 13.40, og hadde denne dagen dobbelvakt på grunn av intern bytting av vakter. Han skulle dermed etter planen gått av vakt først 5. april kl. 06.50. Brenden har forklart at dobbeltvakter ikke er uvanlig. Han skulle som følge av vaktbyttet ha et sammenhengende skift på om lag 17 timer.

På det aktuelle skiftet var det seks togledere og en vaksjef på vakt. Fra ca. kl. 21.50 var Brenden ansvarlig for all trafikk mellom Bryn og Lillestrøm. Ansvaret omfattet også Lillestrøm stasjon, men ikke Oslo S. Trafikken avtar normalt betydelig utover kvelden, og rundt midnatt er det erfaringsmessig lite trafikk. Tog 5713 og tog 5781 forlot Alnabru like etter hverandre mellom kl. 00.30 og 00.40. Trafikksituasjonen tilsa at begge tog skulle stoppes ved Lillestrøm stasjon på grunn av kryssende tog nordfra.

3.3.2 Oppringning fra tog 5781

Kl. 00.56.40 fikk togleder et nødanrop på togradioen fra lokomotivfører på tog 5781. Togleder har forklart at han på dataskjermen så at toget hadde passert innkjørsignalet til Lillestrøm. Et nødanrop fremkommer på togleders skjerm i form av et lys- og lydsignal. Dette signalet blir stående til anropet er besvart. Et slikt nødanrop kompletteres med en rød markering av toget, informasjon om hvilket hovedsignal toget først vil komme til og tognummeret. I tillegg angis tidspunktet for anropet samt den tid som går før anropet blir besvart. Togleders arbeidsplass med skjermer er vist i fig. 4.1.

Togleder Brenden har forklart at han fikk inn to nødanrop på sin skjerm fra tog 5781. Dette skyldtes at Jensen som nevnt ringte opp to ganger og fordi toget ved innkjørsignalet til Lillestrøm kom inn i et nytt togradioområde. Det tok noe tid før Brenden besvarte anropet, både fordi han satt i telefon med banemannskapet på Lørenskog og fordi det tok tid å klikke seg inn på nødanropslinjen på dataskjermen. I tillegg er responstiden på togradioen lang på grunn av togradioens omstendelige posisjonskontroll.

Kommisjonen har opptak av nødanropet fra lokomotivfører Jensen. Da togleder Brenden ble varslet snakket han som nevnt over med banemannskapet på Lørenskog stasjon. Samtalen forløp som følger:

Brenden: Kan...jeg må snakke med et tog her jeg som sender nødmelding. Han har kjørt forbi stopp...

Brenden bryter samtalen og sier "nå smeller det" mens han venter på svar fra tog 5781. Togleder får kontakt med tog 5781:

Brenden: Togleder ja.

Jensen: Du, jeg har...jeg får ikke stoppet, det går rett i et tog her.

Jensen slipper telefonrøret.

Brenden: Jeg skjønner det....

Brenden henvendte seg så til de andre på togledersentralen og sa at "nå smeller det oppå Lillestrøm."

Det tok 14 sekunder fra nødanropet kom til Brenden fikk avsluttet samtalen med mannskapene på Lørenskog stasjon. Videre tok det 12 sekunder å koble opp samtalen. Selve samtalen med Jensen varte i 6 sekunder.

Brenden har overfor Kommisjonen forklart at han ikke ville kutte kjørestrømmen, fordi han var redd for å frata lokomotivfører muligheten til å bruke den elektriske motstandsbremsen. Togleder visste ikke at denne var koblet ut i lokomotiv nr. 2215. Han har også forklart at det med den tiden han hadde til rådighet, ikke var mulig å vurdere konsekvensene av å stille sporveksel 13 slik at tog 5781 kunne ledes inn i spor 6 på Lillestrøm stasjon.

Togleder har til Kommisjonen forklart at han umiddelbart etter nødanropet registrerte at begge godstogene var markert sammenhengende på skjermen, og skjønte da at togene hadde kollidert.

3.4 Værforhold

Værforholdene kan ha betydning for bremsenes funksjon. Meteorologisk institutt registrerer værforholdene på Gardermoen og på Blindern. Temperaturen ble på dagtid 4. april målt til mellom -0,7 og -2,3°C på Blindern. Mot kvelden ble det noe kjøligere, og temperaturen ved midnatt var -3,1°C. I timen før kollisjonen, altså mens tog 5781 ventet på Alnabru og under turen mot Lillestrøm, sank temperaturen på Blindern til -3,5°C. På Gardermoen var det nærmeste registreringstidspunktet til ulykken kl. 02.00, og temperaturen var da -6,4°C. Også på Gardermoen ble det gradvis ble kjøligere utover kvelden. Vi kan derfor med ganske stor sikkerhet slå fast at temperaturen på ulykkestidspunktet må ha vært et sted mellom -3,5 og -6,4°C. Se nærmere om betydningen av dette i kap. 8.

På Gardermoen var det en time etter ulykkestidspunktet nordvestlig lett bris 5 m/s, lettskyet pent vær og som nevnt en temperatur på -6,4°C. Den relative luftfuktigheten var 79 %. Blindern hadde på samme tidspunkt nordlig laber bris 6 m/s, lettskyet pent vær og en temperatur på -3,5°C. Den relative luftfuktigheten var 67 %.

Det hadde falt betydelige mengder snø de to siste dagene før ulykken. Fra kl. 08.00 3. april til kl. 08.00 4. april ble det målt 28,7 mm nedbør på Gardermoen og 21,8 mm på

Blindern. Mellom kl. 08.00 og 20.00 den 4. april falt det 10,2 mm nedbør på Gardermoen og 6,5 mm på Blindern. Deretter falt det ingen nedbør før ulykken. Snødybden økte på grunn av snøfallet med ca. 30 cm på både Gardermoen og Blindern. Ulykkesnatten var det oppholdsvær.

3.5 Kollisjonen

Ved kollisjonen kjørte tog 5781 inn i den bakerste vognen på tog 5713. Denne ble presset fremover langs høyre side av den foranstående biltransportvognen. Lokomotivet og gasstankvognene i tog 5781 sporet av og ble stående i spor 8.

3.5.1 Kollisjonsstedet

Kollisjonen skjedde i sydenden av spor 7 på Lillestrøm stasjon mellom sporvekslene 13 og 19. Veksel 13 ligger ved innkjøringen til spor 6, og veksel 19 ved innkjøringen til spor 7 der det påkjørte tog 5713 stod. Kollisjonsstedet er et typisk stasjonsområde med flere jernbanespor. Området er åpent og oversiktlig, og man hadde adkomstmulighet fra flere sider, se fig. 3.10.

Tankvognene stod omtrent midt mellom Lillestrøm stasjon og Rælingsbroen, ca. 150 meter fra stasjonsbygningen. På vestsiden av kollisjonsstedet ligger Lillestrøm sentrum. Avstanden fra tankene til den nærmeste sentrumsbebyggelsen var omtrent 200 meter, se fig. 3.17.



Figur 3.10 Kollisjonsstedet
Kilde: Romerike politidistrikt



Figur 3.11 Skader på vogner bakerst i tog 5713
Kilde: Romerike politidistrikt



Figur 3.12 Brannområdet mellom vogn 1 og 2 i tog 5781 etter slokking
Kilde: Romerike politidistrikt

3.5.2 Kollisjonstidspunktet

Lydloggen på togledersentralen er utstyrt med en klokke som registrerer tidspunktet for alle samtaler. Denne klokken var kollisjonsdagen fortsatt innstilt på vintertid. I tillegg var klokken ikke synkronisert med det betjeningssystemet man har på togledersentralen, hvor klokken kontinuerlig oppdateres mot eksakt tid gjennom en kalibrert klokke i Tyskland.

Etter de undersøkelser Kommisjonen har foretatt gikk lydloggens klokke på kollisjonstidspunktet en time og 14 sekunder for sakte. Oppringningen fra lokomotivfører fant i følge lydloggen sted kl. 23.56.40, og varte i seks sekunder før lokomotivfører slapp røret og løp bakover i lokomotivet. Riktig tid var da 00.57.00. Kollisjonen hadde ennå ikke funnet sted.

Kl. 00.57.11 ble det i følge logg ved Elkraftsentralen til NSB BA registrert at strømmen til Lillestrøm 3 falt ut. Lillestrøm 3 dekker strømforsyningen til sporene 5 til 11 ved Lillestrøm stasjon. Grunnen til strømbryddet var at kjøreledningen ble revet av i forbindelse med kollisjonen i spor 7.

Med bakgrunn i ovennevnte er Kommisjonen av den oppfatning at kollisjonen fant sted noen få sekunder etter kl. 00.57 onsdag 5. april 2000.

3.5.3 Skader på tog 5713

Tog 5781 var forholdsvis tungt, mens de tre bakerste vognene i tog 5713 var lette biltransportvogner. Ved kollisjonen kjørte tog 5781 inn i den bakerste vognen på tog 5713 som ble presset fremover langs høyre side av den foranstående biltransportvognen. Den bakerste vognen fikk store skader på understell og last.

Den nest bakerste vognen tok opp den største delen av kollisjonsenergien, og den bakerste halvdel ble helt knust ved kollisjonen. Deler av vogn og last lå spredt utover kollisjonsstedet, mens den tredje bakerste vognen fikk karosseriskader i enden. For øvrig var det en del mindre skader på materiellet.

3.5.4 Skader på tog 5781

Både lokomotiv og forreste gasstankvogn i tog 5781 ble stående i spor 8 ved siden av den nest bakerste biltransportvognen. Bevegelsesenergien i toget ble som nevnt for en stor del opptatt ved at den bakerste vognen i tog 5713 ble skjøvet forbi og til høyre for nest bakerste vogn. I tog 5781 ble forreste gasstankvogn presset mot lokomotivet og de øvrige vognene presset sammen. Lokomotivet fikk store skader på karosseriet, hjul, understell og buffere. Boggier og lokomotivkasse var det ikke mulig å reparere.

Vogn 1, den forreste gasstankvognen etter lokomotivet, tok opp en stor del av kollisjonsenergien, og tappe- og fyllerørene under tanken ble ødelagt. Etter kollisjonen lå tanken med en helling på fem grader i lengderetningen med den laveste enden mot lokomotivet, se fig. 9.2.

Vogn 2, den andre gasstankvognen, fikk også store skader på understellet, men den bakre boggien var fortsatt på plass og rørføringene under tanken intakt.



*Figur 3.13 Berøringspunktet mellom vogn 1 og 2 i tog 5781.
Mannlokkene og boltene ses midt på bildet*
Kilde: Romerike politidistrikt

Gasstankenes mannlokk og de utstående boltene som festet disse støtte sammen i forbindelse med kollisjonen, se fig. 3.13 og 3.14. Skinnegangen ble ødelagt under kollisjonen, og gasstankvognene sporet av. Det oppstod derfor relative bevegelser både vertikalt og horisontalt i berøringspunktene mellom de to gasstankene. Alle gjennomførte undersøkelser tyder på at mannlokkene og festeboltene for disse var de eneste berøringspunktene mellom tankene. En bolt på hvert lokk ble revet av jevnt med mannlokket. I tillegg ble en bolt på hvert lokk deformert og mutteren på hver av disse revet av, se fig. 6.3. I tillegg ble den forreste tanken trykket noe inn like i overkant av mannhullet.



Figur 3.14 Berøringspunktet

Kilde: Scandpower A/S

I forbindelse med kollisjonen oppstod det lekkasje ved mannhullet på begge tankene. Propan i væskeform strømmet ut og fordampet til gass. Gassen ble ikke umiddelbart antent. Den ble liggende langs bakken i området der lekkasjene fant sted, fordi propangass er tyngre enn luft og fordi det var mer eller mindre vindstille. Foruten lekkasjene ved mannhullene var tankene tette.

Vogn 3 fikk flerret opp karosseriet i endepartiet mot vogn 2. For øvrig var det en del mindre skader på vognene 4, 5 og 6, mens vognene 7, 8 og 9 var uten skader.

3.6 Antennelse og brann

3.6.1 Antennelse

De undersøkelser Kommisjonen har foretatt peker i retning av to mulige tennkilder, begge som følge av gnistdannelse eller lysbue forårsaket av det elektriske anlegget. Alternativene er:

1. I følge loggen fra Elkraftsentral til NSB BA ble Lillestrøm 3 forsøkt koblet inn kl. 01.07.29. Dette kan ha medført gnistdannelse eller lysbue i området hvor kjøreledningen falt ned.
2. I følge et vitne politiet har avhørt fikk lokaltoget fra Eidsvoll til Gulskogen kortsluttet kjørestrømmen omtrent ved passering av Åråsen. Dette kan ha forårsaket gnistdannelse eller lysbue ved den nedfalte og avrevne kjøreledningen i nærheten av gasstankvognene. I følge Jernbaneverket skjedde kortslutningen i tidsrommet 01.06-01.07.

Uansett tennkilde trekker Kommisjonen den konklusjon at gassen ble antent omtrent ti minutter etter at kollisjonen fant sted og gasslekkasjene antas å ha oppstått.

I forbindelse med antennelsen ble det ikke observert noen eksplosjon eller spesielt intens brann. Dette tyder på at det ikke hadde samlet seg særlige mengder av en brennbar blanding av propangass og luft i nærheten av lekkasjepunktene.

Kommisjonen antar at mye av gassen som strømmet ut før antennelsen fant sted ble blandet med luft og fortynnet til en ikke-brennbar blanding.

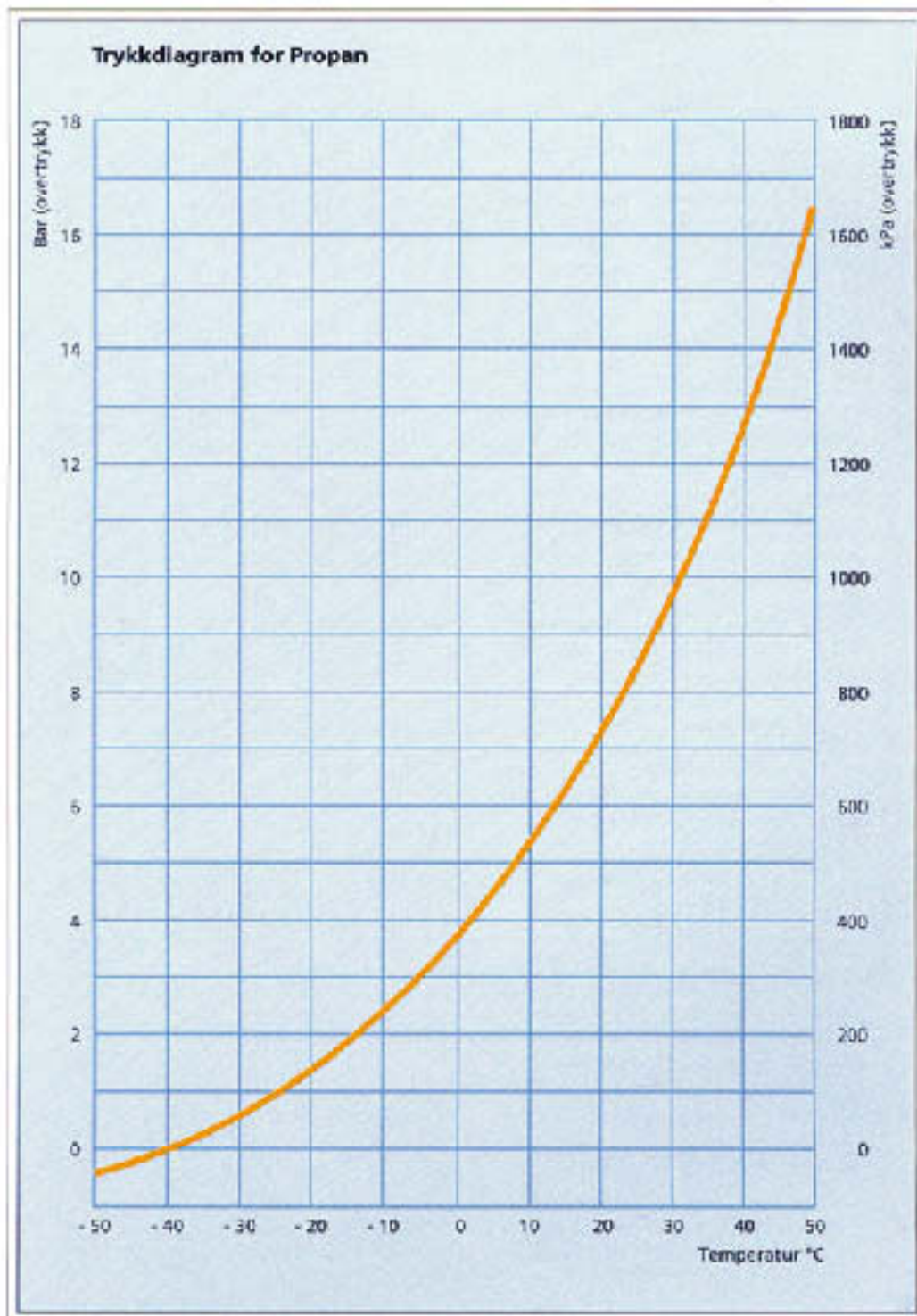
3.6.2 Propan - egenskaper

Propan er en meget brann- og eksplosjonsfarlig gass som i transportsammenheng er klassifisert som farlig gods. Propangass er omtrent en og en halv gang tyngre enn luft og legger seg derfor, dersom vind eller trekk ikke forhindrer det, langs bakken og søker ned i åpninger, fordypninger og lignende. Med en innblanding av mellom 2 og 9 % propangass i luft vil man få en eksplosiv blanding.

Ved lekkasje av propan vil det normalt være en fordel at gassen brenner dersom brannen kan holdes under kontroll. Får gassen lekke ut i større mengder vil den, dersom ikke vind eller trekk fører til tilstrekkelig fortynning, i blanding med luft kunne eksplodere dersom den antennes, jf. kap. 9.1. Konsekvensene av slike eksplosjoner kan bli meget store.

Propan er ved normalt trykk og temperatur i gassform. For å kunne oppbevares og transporteres på beholdere av akseptabel størrelse, komprimeres propangass på trykkbeholdere slik at den omdannes til væske. Volumet reduseres da omtrent 270 ganger. På en trykkbeholder er en del av volumet fylt av propan i væskeform, mens resten av volumet over væsken er gass, se fig. 9.3. De aktuelle tankene kunne ikke ha mer enn 85 % av volumet fylt med propanvæske.

I blanding med luft brenner propangass med høy temperatur. I selve flammen kan det være temperaturer opp mot 1700-1900°C.



Figur 3.15 Sammenhengen mellom temperatur og trykk for propan
 Kilde: Statoil

Trykket på en propantank, hvor en del av propanen er i væskeform, er avhengig av temperaturen og øker med stigende temperatur, jf. fig. 3.15. Det kreves mer styrke i tankkonstruksjonen desto høyere temperaturen blir. Den faktiske virkningen er imidlertid den motsatte. Med stigende temperatur reduseres tankkonstruksjonens styrke.

3.6.3 Faren for katastrofe ved brann i propantanker - BLEVE

Tanker med propan eller annen brennbar komprimert gass som utsettes for kraftig oppvarming i forbindelse med brann, vil revne når temperaturen og dermed trykket overstiger tankens tålegrense. Dette vil føre til at innholdet ved utstrømning blander seg med luft og forbrenner på en eksplosjonslignende måte. Det finnes flere eksempler på slike hendelser, ikke minst fra USA, se fig. 9.1 Dette omtales nærmere under kap. 9.1.

I de fleste tilfeller oppstår en BLEVE som følge av at en tank med brennbar gass under trykk blir utsatt for brann, og derav påfølgende lokal oppvarming av tankmaterialet. Oppvarmingen fører til at materialet over væsknivået i tanken svekkes samtidig som trykket på tanken stiger. I det materialets tålegrense overskrides revner tanken. Hvor lang tid det går før en slik situasjon oppstår er avhengig av mange faktorer, men brannens størrelse er den viktigste. Blir ikke oppvarmingen stoppet vil tankens tålegrense på et eller annet tidspunkt overskrides og man får en BLEVE.

Det som rent faktisk skjer når en tank med komprimert propan revner i løpet av svært kort tid, er at innholdet umiddelbart fordamper og dermed ekspanderer, samtidig som gassen blander seg med luft og antennes. Man får da en stor kuleformet sky av gass og luft som forbrenner med stor hastighet. En slik ildkule vil kunne medføre meget omfattende skader flere hundre meter fra der den oppstår på mennesker, dyr og eiendom. Det må forventes et stort antall branner. Skader på mennesker vil oppstå både som følge av ekstrem varmestråling og som følge av at gjenstander, deler av tanken mv. på grunn av trykkbølgen som dannes, blir slynget av sted med stor hastighet. I tettbygde områder vil man kunne få et høyt antall omkomne.

Ved kollisjonen på Lillestrøm, med gasslekkasje og påfølgende antennelse av gassen, fikk man en situasjon som kunne ha ført til en BLEVE uten at man visste hvor lang tid det i tilfelle ville ta. Den eneste muligheten for å forhindre en katastrofe var å kjøle tankene med vann innen temperaturen ble for høy.

3.7 Redningsaksjonen og brannens utvikling

3.7.1 Brannens lokalisering og utvikling i første fase

Etter antennelsen fortsatte brannen rundt lekkasjepunktene ved de to mannlokkene. Lekkasjepunktene var under væskeoverflaten i tankene, slik at det lekket ut propan i væskeform. Væsken gikk umiddelbart over i gassform og brant straks den ble blandet med luft. Brannen kan beskrives som en relativt kraftig gassbrann lokalisert til området mellom de to propanvognene, se fig. 3.16. Det var ikke mulig å fastslå om det var lekkasje fra bare en eller begge tanker. I ettertid er det klarlagt at det lekket fra mannhullene i begge tankene.

Brannen mellom tankene medførte at varme ble overført til tankmaterialet, dels ved stråling og dels ved varmeoverføring mellom varm branngass og tankmaterialet. Ved så høye flammetemperaturer som det her må antas å ha vært, var strålingen dominerende for varmeoverføringen. Inne i tankene var det som nevnt propan i væskeform i den nederste delen og i gassform i den øverste. Da tankene ble varmet opp ble varmen overført videre til propanen, slik at trykket på tankene steg.



Figur 3.16 Brannen mellom de to gasstankvognene

Kilde: Scanpix

Varmeoverføring skjer mer effektivt mellom stål og væske enn mellom stål og gass. Med andre ord ble stålet i tankene mer avkjølt i det området der propanen var i væskeform enn der den var i gassform. Av denne grunn ble ståltemperaturen høyest og stålets styrke mest svekket i det området av tanken som var fylt med gass. Oppvarmingen virket således negativt på to måter; både i form av økt belastning på tankmaterialet ved at trykket økte, og samtidig ved at det svekket materialenes evne til å tåle belastning.

Oppvarmingen av tankmaterialet og innholdet på tankene fortsatte helt til brannvesenet startet kjøling av tankene omtrent to timer etter at brannen startet. Undersøkelser gjennomført både av Kommisjonen og av NSB BA tyder på at man på dette tidspunktet var svært nær en ekstremt stor ulykke. Dette omtales nærmere i kap. 9.3.

3.7.2 Varsling

Som nevnt under pkt. 3.5.2 har Kommisjonen kommet frem til at kollisjonen må ha funnet sted noen få sekunder etter kl. 00.57.

Ulykken ble registrert av mange personer. Noen var i nærheten da kollisjonen skjedde og så hendelsen, mens andre kom til etter å ha hørt togets tuting eller smellet i forbindelse med hendelsen. Det kom derfor inn en rekke meldinger til nødetatene. Første melding kom til politiet kl. 01.02 fra Espen Ingholm. Han har i ettertid forklart politiet at han ca. kl. 01.00 kom kjørende og så et gnistregn fra jernbanestasjonen. Han så et lokomotiv som lå oppå en vogn, og det virket som om flere vogner var sammenfiltret. Han kjørte straks ned til stasjonen og fikk kontakt med noen personer fra NSB før han så ringte politiet.

Togledersentralen ringte på samme tidspunkt, altså omtrent fem minutter etter at kollisjonen fant sted, til helsevesenets AMK-sentral, men man visste da ikke hva som hadde skjedd. Det ble imidlertid bedt om at det ble sendt en ambulanse. I følge logg på AMK-sentralen ble sentralen kl. 01.03 oppringt av to personer som stod på Rælingsbroen og så ned på ulykkesstedet. I løpet av samtalen hvor innringer fortalte at to tog hadde kollidert, ble det også opplyst at det begynte å brenne.

110-sentralen fikk i følge egen logg melding fra AMK-sentralen kl. 01.04. Meldingen gikk ut på at det var togkollisjon og mulig brann. Samme melding ble mottatt fra politiet ett minutt senere. Politiet opplyste i tillegg at det ikke var noen skadede. Kl. 01.07 meldte AMK-sentralen til politiet at det var brann og at det var en tankvogn der det brant.

Politiet varslet Hovedredningssentralen for Sør-Norge kl. 01.15 og Statens forurensningstilsyn kl. 01.42. Kl. 02.02 ble politimester Jørgen L. Høidahl ved Romerike politidistrikt varslet og orientert om situasjonen.

3.7.3 Redningsaksjonens første fase

Umiddelbart etter at meldingen fra togledersentralen kom inn til AMK-sentralen ble det sendt to ambulanser. Disse var fremme på ulykkesstedet ca. kl. 01.08 og kunne raskt konstatere at det ikke var noen skadede.

Brannvesenet rykket ut både fra brannstasjonen på Lillestrøm og Lørenskog med en førsteutrykning bestående av fem biler og tolv mann. Første brannbil ankom ulykkesstedet kl. 01.12. Det ble da meldt tilbake til alarmsentralen at det var åpen ild mellom to tankvogner. Flammene ble av brannvesenet karakterisert som rolige og slikkende. Det var således ikke snakk om noen blåselampeeffekt. Brannvesenet ba umiddelbart om at kjørestrømmen skulle tas.

En politipatrulje ankom Lillestrøm stasjon kl. 01.18. Den observerte at det var kommet flere ambulanser til stedet, og at brannvesenet var inne på området hvor kollisjonen hadde skjedd. Videre var det to personer på stedet som hadde arbeidet med snørydding på stasjonsområdet, og som hadde vært vitne til selve kollisjonen. Politiet sørget for at Rælingsbroen ble sperret av.

Kl. 01.33 ble politiførstebetjent Arild Ruud utpekt til skadestedsleder (SKL). Han ankom og overtok ansvaret fra Alf Rune Bjerke kl. 02.28. Det ble opprettet kommandoplass for skadestedsleder (SKL-KO) i stasjonsbygningen på Lillestrøm stasjon kl. 03.09. Her møtte Ruud, brannsjef Arne Wold fra Nedre Romerike brann- og redningsvesen, ambulansesjåfør Olav Kristoffersen som fungerte som operativ leder sanitet og representanter for NSB BA og Jernbaneverket.

Brannvesenets innsats ble ledet av brannsjef Wold. På grunnlag av opplysninger om merkingen på tankvognene meldte 110-sentralen kl. 01.24 til brannsjefen at tankene inneholdt en blanding av propan og butan. Brannsjefen har til Kommisjonen forklart at han allerede på dette tidspunkt anså situasjonen som meget alvorlig.

Brannvesenet meldte kl. 01.26 til politiet at stasjonsområdet måtte sperres av. Skadestedsledelsen hadde på det tidspunktet ikke tilgang til nødvendig kompetanse for å gjennomføre en beregning av tilstrekkelig sikkerhetsavstand. Omtrent kl. 02.00 ble det meddelt til politiet at sikkerhetsavstanden fra tankene burde være 200 meter.

Kl. 01.35 ga brannsjefen ordre om å klargjøre for kjøling av tankene og fem minutter senere ordre om at kjøling skulle iverksettes, men slik at brannen ikke ble slokket. Begrunnelsen for ikke å slokke brannen var at det kunne oppstå en ukontrollert gassvandring dersom brannvesenet etter slokking ikke var i stand til å tette lekkasjen. Det ble besluttet å ta vann fra Lillestrømsiden. Det tok relativt lang tid å etablere vannforsyning og å påbegynne kjøling av tankene. Slik kjøling startet først kl. 03.05.

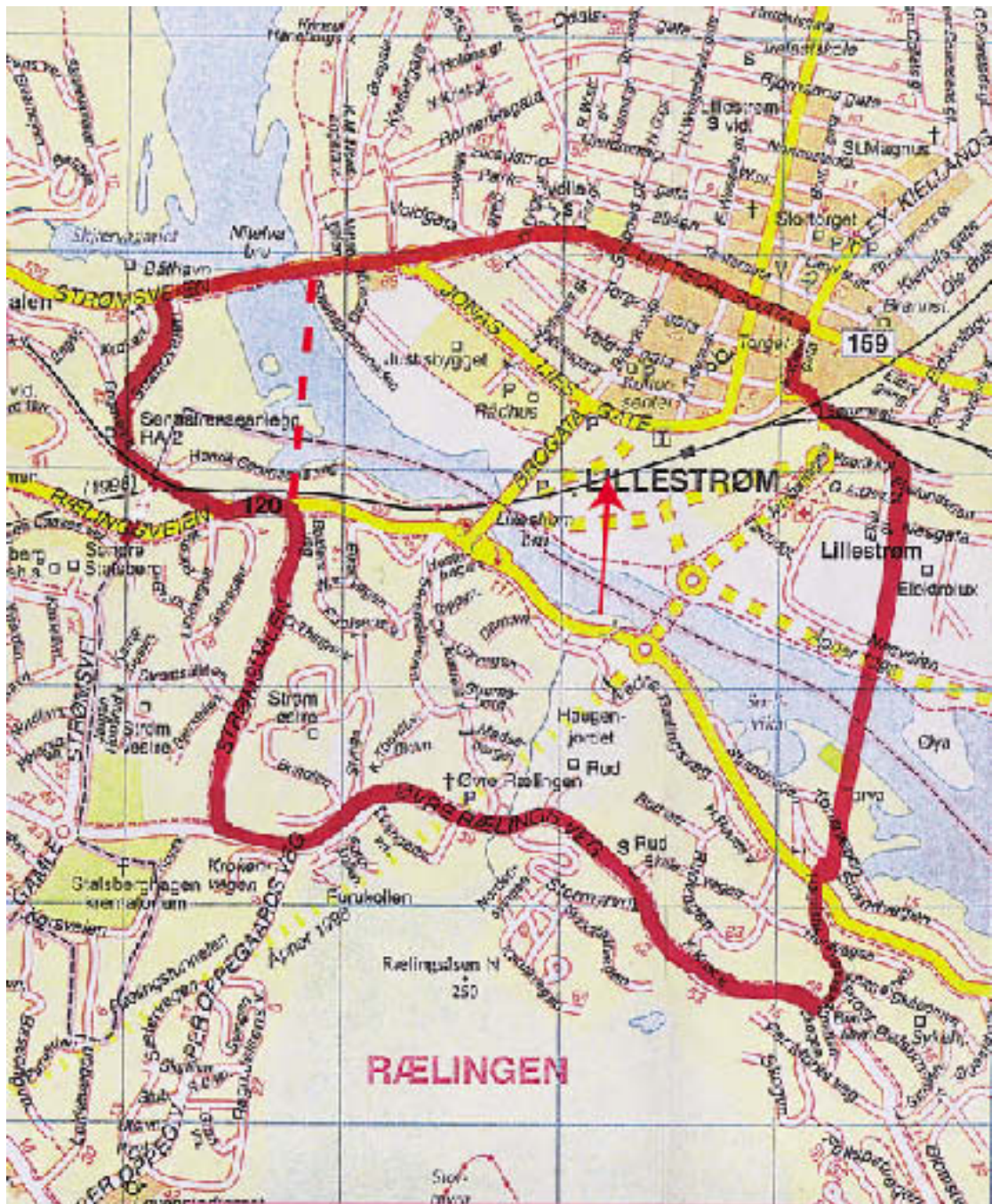
Kl. 02.12 meldte brannsjefen til 110-sentralen at han ønsket en gasskyndig person til stedet. Fra kl. 02.28 hadde 110-sentralen telefonkontakt med Stein Erik Larsen fra Norske Shell. Kl. 03.24 ga brannsjefen melding til 110-sentralen om at Larsen måtte møte i SKL-KO på Lillestrøm stasjon. Larsen ankom kl. 03.50.

Kjøling med to vannkanoner startet som nevnt kl. 03.05, altså to timer etter at brannen oppstod. Hver av vannkanonene hadde en kapasitet på ca. 1600 liter/minutt. Kanonene var plassert 10-15 meter fra tankvognene, se fig. 3.18. Strålene var ikke rettet mot selve brannen i frykt for å slokke denne. Kl. 03.32 meldte brannsjefen at brannen var under kontroll.

Mye av vannet antas å ha truffet soltakene som tankene var utstyrt med, se fig.6.2. Disse er montert for å redusere muligheten for soloppvarming av innholdet i tankene i de deler av verden som har sterk sol. På Lillestrøm antas skjermene å ha redusert effekten av kjølingen sett i forhold til om tankmaterialet hadde blitt truffet direkte.

Kl. 03.45 ba brannsjefen om at Direktoratet for brann- og eksplosjonsvern (DBE) skulle varsles, og etter gjentatte forsøk ble det kl. 04.20 oppnådd kontakt. Sjefingeniør Nils Henrik Agerup ble utpekt som DBEs ekspert og kontaktperson. Agerup ble orientert om situasjonen og ga over telefon ca. kl. 05.20 skadestedsledelsen råd om utvidelse av faresonen til 750-1000 meter og evakuering av alle innenfor denne sonen. Agerup, som etter at han kom til Lillestrøm gikk inn som rådgiver for SKL-KO og senere også for LRS, påpekte at det var konstant fare for en BLEVE, og at det viktigste tiltaket for å forhindre dette var å sørge for god kjøling med flest mulig vannkanoner.

Etter at Larsen fra Norske Shell ca. kl. 04.00 hadde foretatt en befarings nær tankene sammen med brannsjefen kontaktet han teknisk sjef for Shellgas i Sverige. Vedkommende foretok en rask risikoanalyse for å kunne angi nødvendig evakueringssone. Omtrent kl. 05.30 fikk Larsen tilbakemelding om at evakueringssonen burde være ca. 750 meter fra tankene. Larsen hadde senere også kontakt med Shell LPG Globals sikkerhetsansvarlige i London. Vedkommende samlet et "kriseteam" som Larsen var i kontakt med flere ganger under aksjonen.



Figur 3.17 Området som ble evakuert. Området mellom stiptet og heltrukken linje angir utvidelsen som ble foretatt natt til fredag 7. april. Kollisjonsstedet markert med pil

Kilde: Romerike politidistrikt

Kl. 05.38 iverksatte skadestedsledelsen utvidelse av sperringene til 300 meters avstand fra tankvognene. Kl. 06.16 ble det iverksatt ytterligere utvidelse til en radius på 700 meter. Kl. 06.47 ble det på nytt besluttet å utvide den avsperrede sonen, nå til 1000 meter fra tankene. Ingen var da foreløpig evakuert fra den beregnede faresonen.

Kl. 02.01 anmodet skadestedsleder om at LRS-stab skulle bli etablert. Kl. 05.06 ble det gitt melding om at brannsjef Wold, gassekspert Larsen fra Norske Shell og en person fra NSB BA ville slutte seg til staben. I og med at brannsjefen gikk inn i LRS overtok branninspektør Sven Knappskog oppgaven som fagleder brann i SKL-KO.

110-sentralen fikk kl. 05.39 melding fra brannsjefen om å opprette kontakt med Statoil. Beredskapsvakten til Statoil ringte umiddelbart, etter å ha blitt kontaktet, Statoils driftssjef for LPG (Liquefied Petroleum Gas) Knut Tellsgård. Tellsgård ankom SKL-KO kl. 06.55.

Da brannvesenet justerte vannkanonene kl. 06.04 ble det oppdaget at det også brant på toppen av den ene tanken. Brannvesenet trakk ca. kl. 06.50 sine mannskaper i dekning bak rådhuset. Fra denne posisjonen kunne de overvåke vannkanonenes kjøling av tankene. Like før klokken syv ble det besluttet å kontakte OSL-Gardermoen for bistand, og to store bilmonterte vannkanoner (Panter) ankom ca. kl. 07.40.

Kl. 08.30 ble det rekvirert vannkanoner med støttebein fra Oslo brannvesen, og to vannkanoner ankom skadestedet noe før kl. 10.00.

3.7.4 Evakuering av Lillestrøm

Som nevnt ble det tidlig onsdag morgen fattet beslutning om å evakuere befolkningen innenfor den beregnede faresonen på ca. 1000 meter. Evakueringen omfattet ca. 2000 mennesker og alle aktiviteter innenfor sikkerhetssonen ble stanset.

Kl. 07.31 ble varselet "Lytt på radio" sendt ut over sivilforsvarets luftvernsirener. Like etter ble det gitt følgende melding over radio:

"På grunn av meget stor eksplosjonsfare på Lillestrøm jernbanestasjon, har politimesteren i Romerike besluttet at følgende områder omgående skal evakueres:

I Rælingen: Området mellom Øvre og Nedre Rælingsvei fra Strømsdalen til Hagastubakken.

I Lillestrøm: Alt på innsiden av et område avgrenset til krysset Jonas Liesgaten/Nittedalsgaten - begge sider av Nittedalsgaten til Solheimsgaten - begge sider av Solheimsgaten til Voldgaten inkludert Volla skole - området i forlengelsen av Torggaten mot jernbanen og hus mellom Kongsvingerbanen og Nitelva og Fabrikkgaten/Ekelundsgaten.

Alle som er i stand til det må snarest begi seg vekk fra området. Andre vil bli hentet. De som ønsker transport til samlingsplass møter bak OBS og bak Volla skole, samt i krysset Fabrikkgaten/Ekelundsgaten."

Meldingen ble gjentatt flere ganger i løpet av morgenen.

Et kartutsnitt som angir evakueringsområdet er vist i fig. 3.17. Dette omfattet store deler av Lillestrøm sentrum og deler av Rælingen. Avstanden fra tankene til yttergrensene for evakueringssonen varierte fra 600 til 1200 meter.

De evakuerte ble etter kort tid bedt om å begi seg til Olavsgaard Hotell eller til slektninger og kjente. De som hadde behov for hjelp til forflytning fikk oppgitt et telefonnummer hvor de kunne henvende seg.

Kl. 08.33 ble SKL-KO av sikkerhetsmessige hensyn flyttet fra jernbanestasjonen til Lillestrøm brannstasjon. Politi og sivilforsvar foretok om morgenen, etter evakueringsordren, en dør til dør-aksjon for å påse at alle hadde etterkommet ordren.

Hjemmeværende og pleietrengende ble etter hjemmesykepleiens lister hentet av kommunens fellestjeneste, og transportert til sykehjem og bo- og behandlingssentre utenfor evakueringssonen. Pasienter og personell ved Lillestrøm sykehus ble flyttet til Sentralsykehuset i Akershus (SiA). I løpet av formiddagen ankom 100 evakuerte Olavsgaard Hotell. Psykiatritjeneste ankom hotellet kl. 10.00, og hjemmesykepleien etablerte kontakt kl. 14.00. I løpet av kvelden ble 70 personer installert på Lahaugmoen militærleir, 12 innlagt på bo- og behandlingssentre og tre på Olavsgaard Hotell. Resten av de evakuerte hadde ordnet opphold på egenhånd hos familie og venner.

Gatene i den avspærrede delen av Lillestrøm ble patruljert av uniformert personell fra politi og sivilforsvar.

3.7.5 Temperaturmålinger

En av vannkanonene fra Oslo brannvesen ble straks etter ankomst onsdag morgen ca. kl. 10.00 satt opp på Rælingensiden av vognene og rettet mot tanken man antok at ikke lekket. Kl. 12.23 ble det registrert at vannet fra denne kanonen ikke nådde frem til tanken, og justering ble foretatt. På dette tidspunktet var det tre vannkanoner i aksjon.

På onsdag formiddag ankom Teknologisk Institutt (TI) med varmekamera som gjorde det mulig å måle temperaturen på tankene på avstand. Første måling ble gjennomført i tidsrommet 11.30-13.00. Målingen viste at det var stor forskjell på temperaturen i gass- og væskedelen av tanken lengst fra lokomotivet. Med en viss usikkerhet ble temperaturen i gassdelen av tanken målt til 55°C. Den andre tanken var det på dette tidspunktet ikke mulig å foreta målinger av.

Kl. 14.53 ankom Ulrik Blomquist fra Stockholms brannforsvar til SKL-KO. Han var ikke tilkalt, men ble etter at han meldte sin ankomst tatt inn som rådgiver for skadestedsledelsen. Denne rollen hadde han under resten av aksjonen.

Like før kl. 16.00 ble ytterligere en vannkanon tatt i bruk. Man hadde da fire vannkanoner i drift, hver med kapasitet på 1600 liter/minutt. Strålene var rettet nær endeflaten på hver av tankene, men ikke direkte på endeflaten, se fig. 3.18. I løpet av kvelden ble det også satt inn en Panter fra OSL-Gardermoen. Denne har en kapasitet på 6000 liter/minutt.

Ny temperaturmåling ble foretatt av TI i tidsrommet 20.00-21.00. Temperaturen i gassdelen av bakerste tank ble målt til 53°C og til 37°C i den forreste tanken. Målingene ble foretatt på stor avstand (80-200 meter), og det ble av den grunn understreket at resultatene var usikre.

TI målte i tidsrommet 02.00-03.00 natt til torsdag 6. april igjen temperaturen på tankene. Temperaturen hadde da sunket til 40°C på bakerste tank og 30°C på forreste tank. Ved måling som ble foretatt ca. fire timer senere hadde temperaturen gått ytterligere ned, til henholdsvis 34°C og 26°C. Dette var en bekreftelse på at kjølingen hadde hatt effekt og at faren for en BLEVE var redusert.

3.7.6 Problemer med vind mv.

I løpet av torsdag formiddag økte vinden, noe som medførte at vannet ikke lenger traff tankene. Videre så det ut som om brannens omfang økte, og enkelte pumper stoppet. Vannmengden mot tankene ble anslagsvis redusert fra 12-15000 liter/minutt til 4-5000 liter/minutt. Dette medførte at situasjonen ble oppfattet som kritisk av brannmannskapene, og de trakk seg tilbake. Etter hektisk møtevirksomhet gikk brannmannskapene igjen frem og sørget for justering av kanoner og etterfylling av drivstoff. Den reduserte kjølingen varte i omtrent en og en halv time.

Kl. 16.15 ble det meldt at kjølingen var bedre enn noen gang. Det var da fem vannkanoner og en bilmontert pumpe i aksjon. Vannmengden var omkring 15000 liter/minutt.

I LRS var man tidlig klar over at det ville gå lang tid før tankene ble tømt og eksplosjonsfaren var over, dersom det ikke ble gjort tiltak for å påvirke tømmehastigheten. Man snakket om en periode på opp til 14 dager. Det ble derfor tidlig igangsatt arbeid med å komme frem til løsninger som kunne forkorte tømmetiden. Gjennom Statoil fikk man kunnskap om "Gasakuten", en beredskapsgruppe sammensatt av aktører i den svenske LPG-bransjen (Liquefied Petroleum Gas). Gasakuten består av fem faste medlemmer med lang erfaring fra LPG-virksomhet. Disse har kompetanse og spesialutstyr til å kunne tømme store gasstanker. Torsdag formiddag besluttet LRS at Gasakuten skulle anmodes om å komme til Lillestrøm med personell og utstyr så snart som mulig.

Første representant for Gasakuten ankom SKL-KO kl. 14.30 og ble umiddelbart orientert om situasjonen. De øvrige ankom med utstyr kl. 16.55. Skadestedsledelsen ble presentert et opplegg for tømming av tankene som gikk ut på å lede propanen fra tankene i slanger til store fakler hvor gassen ble brent. Etter presentasjonen ble det foretatt befarings på stedet. Fra Gasakuten ble det satt som vilkår at brannen skulle slukkes før arbeidet med å koble til fakler ble påbegynt. LRS besluttet etter dette at det skulle gjennomføres et forsøk på å slokke brannen.

Brannvesenet utarbeidet en detaljplan for slukkeforsøket, og kl. 23.10 gikk mannskaper i aksjon og forsøkte å slokke brannen med en kombinasjon av vann og pulver. Forsøket lyktes imidlertid ikke. Kommisjonen er av den oppfatning at det kan synes som om slukkeforsøket ikke var godt nok planlagt. I forbindelse med slukkeforsøket ble for eksempel vannforsyningen til vannkanonene stengt.

3.7.7 Situasjonen kritisk igjen

Ved at vannforsyningen til vannkanonene ble stengt, frøs vannet som ble stående i slanger og ventiler. Lufttemperaturen var ca. -10°C. I og med at slukkeforsøket mislyktes, hadde man fortsatt behov for kjøling av tankene. Vannforsyningen var imidlertid sterkt redusert og pumper hadde stoppet.



Figur 3.18 Gasakuten i arbeid

Kilde: Scanpix

Kl. 22.13 kom det nye opplysninger fra personellet fra Gasakuten. De hadde observert endringer i brannbildet ved at det nå også brant på toppen av den ene tanken. Det ble sett på som en mulighet at dette kunne skyldes sprekkdannelse i en sveiseskjøt i tanken, og at tanken derfor var nær ved å revne. Det ble fra Gasakutens side anmodet om at alle mannskaper ble trukket ut. Brannmannskapene arbeidet da på spreng for å etablere tilstrekkelig kjøling av tankene. Kl. 22.33 ble det meldt at alt innsatspersonell var trukket ut av området ved tankene. Som følge av situasjonen ble det innkalt til ekstraordinært møte i LRS.

I loggen til SKL-KO ble det kl. 00.28 notert: "Situasjonen er meget kritisk". Etter de opplysninger Kommisjonen har, var man fra dette tidspunktet helt uten kjøling av tankene. Like etter flyttet SKL-KO ned fra 2. til 1. etasje i brannstasjonen for å være mindre utsatt ved en eventuell BLEVE. Kl. 00.51 meldte personell fra Gasakuten at det var dårlig vannforsyning, og at det var store muligheter for at tankene ville revne som følge av materialtretthet. Samtidig arbeidet man med å etablere tre nye vannkanoner.

LRS satt fra midnatt til kl. 03.00 fredag 7. april samlet og diskuterte situasjonen. Etter de opplysninger Kommisjonen har ble situasjonen oppfattet som svært kritisk og det var uenighet om man skulle gi opp redningsarbeidet, gjennomføre en fullstendig evakuering og vente på en eventuell BLEVE på betryggende avstand. I så fall ville en fullstendig ødeleggelse av deler av Lillestrøm by og omegn vært et faktum. På grunn av de kolossale konsekvenser en slik beslutning ville innebære, ble det besluttet å gjøre et nytt forsøk på å få situasjonen under kontroll. Det ble også besluttet å utvide evakueringssonen, se fig. 3.17.

Kl. 01.14 ble det meldt at man igjen hadde fått i gang kjølingen av tankene og hadde i drift tre vannkanoner. Kl. 01.37 ble det meldt at ytterligere en kanon var i drift og kl. 02.00 en til, slik at man totalt hadde fem virksomme vannkanoner. Kjølingen ble da ansett som tilfredsstillende. Senere på natten ble kjølingen ytterligere forbedret, og man anså at situasjonen på nytt var under kontroll.

LRS fikk under sitt møte fortløpende kunnskap om at kjølingen av tankene ble gjenopprettet og at den ble gradvis bedre. SKL-KO var så langt Kommisjonen kjenner til, ikke kjent med at man i LRS vurderte fullstendig evakuering.

3.7.8 Avbrenning av gassen (fakling)

I løpet av natten hadde Statoil utarbeidet forslag om hvordan man kunne brenne av gassen i fakler, såkalt fakling, uten først å slukke brannen. De mente å kunne skaffe personell som kunne gjennomføre en slik operasjon, dersom ikke representantene fra Gasakuten var villige. Statoils forslag ble presentert for LRS fredag morgen, og forslaget ble besluttet gjennomført. Beslutningen ble ikke gjort kjent for SKL-KO. Gasakuten påtok seg oppgaven med å gjennomføre faklingen.

Som nevnt var ventiler og rørføringer på tanken lengst fra lokomotivet intakt, slik at disse kunne brukes direkte for tilkobling av slanger. Det ble derfor klargjort for tapping og fakling av gass fra denne tanken, se fig. 3.19. Kl. 10.45 ble faklene tent. Det vesentligste av innholdet var brent av kl. 22.00, og faklene sløkket.

Fredag 7. april ble det i SKL-KO arbeidet med å finne en løsning for tømning av den andre tanken. På denne var utvendige ventiler og rørføringer revet av, og man måtte derfor finne en alternativ måte å tappe propan fra tanken på. Det ble planlagt å sveise på to flenser med ventiler til tanken, og så bore hull i denne slik at tapping herfra kunne skje. Man hadde kjennskap til at det fantes utstyr som gjorde en slik operasjon mulig også på tanker med overtrykk. Planen ble godkjent av LRS i løpet av ettermiddagen, og man besluttet å starte arbeidet neste morgen. På kvelden ankom personell og utstyr til gjennomføring av boreoperasjonen fra Perstorp Industrier i Sverige. Det tok noe tid å finne fram til en sveiser som var kompetent og villig til å gjennomføre påsveising av flensene. Lørdag morgen var det klart at to sveisere fra Drammen kunne påta seg oppdraget.

På formiddagen lørdag 8. april ble det gjennomført omfattende sikringsarbeider med henblikk på sveise- og boreoperasjonen som skulle gjennomføres. Påsveising av flenser ble gjennomført, og kl. 18.00 startet boring av hullene, se fig. 3.20. Det ble så klargjort for tapping. Like før kl. 21.00 ble de tre faklene som skulle brenne av gassen fra tanken tent. Faklene sløkket kl. 03.15 natt til søndag, men ble tent igjen en halv time senere. På grunn av at tømmehullene ikke var helt i bunnen av tanken kom væsknivået etter hvert lavere enn hullene. Dette medførte at propanvæsken som var igjen på tanken måtte fordampe før gass kunne tappes ut. Slik fordampning krever varme. For å få fart på fordampningen ble det rekvirert byggtørker til oppvarming av tanken fra utsiden. Først om ettermiddagen mandag 10. april, mer enn 5 døgn etter kollisjonen, kunne tanken erklæres tom for gass.



Figur 3.19 Fakling
Kilde: Scanpix



Figur 3.20 Ventil som ble sveiset på for å tappe propan fra tanken på vogn 1
Kilde: Romerike politidistrikt

3.7.9 Avslutning av redningsaksjonen

I følge logg fra SKL-KO anså man at eksplosjonsfaren var over søndag 9. april kl. 12.28. LRS startet forberedelser slik at de evakuerte kunne vende tilbake til sine hjem. Pressemelding ble sendt ut fra politimesteren kl. 13.53 med følgende tekst:

”Situasjonen er nå fullstendig under kontroll og skadestedet er klarert ufarlig av politiet, etter konferanse med DBE. Sperringene oppheves kl. 15.00. Evakuerte kan vende tilbake til sine bopeler, og næringsvirksomhet kan gjenopptas.”

Kl. 21.30 mandag 10. april ble arbeidet på skadestedet avsluttet av personellet fra Gasakuten. Begge tankene var da tomme for propan.

3.8 Bevissikring

Romerike politidistrikt har hatt ansvaret for etterforskningen av togulykken med sikte på å avdekke eventuelle straffbare forhold i tilknytning til denne.

Etterforskningsarbeidet kom ikke for alvor i gang før fredag 7. april på grunn av gassbrannen. I den første fasen av arbeidet fikk det lokale politiet bistand fra Kripas, og da medarbeidere som var eller hadde vært involvert i etterforskningen etter Åsta-ulykken. NSB BA og Jernbaneverket oppnevner interne ulykkeskommisjoner i forbindelse med ulykker. Disse bisto politiet.

Kommisjonen fikk som nevnt i kap. 2.1 den 7. april utvidet sitt mandat til også å omfatte hendelsen på Lillestrøm. Kommisjonens leder Vibecke Groth og kommisjonsmedlem Ingemar Pålsson, samt Kommisjonens sekretær Jacob F. Bull, foretok den første befaring på ulykkesstedet 8. april 2000. Kommisjonen hadde da allerede vært i kontakt med politiets etterforskningsledelse og et godt samarbeid var innledet.

De tre representantene fra Kommisjonen var 8. april tilstede på et møte i LRS. Under møtet fremkom at representantene fra Gasakuten ønsket å få fjernet de bakerste vognene i tog 5781 for å lette tilgjengeligheten til tanken man skulle sveise og bore i. Jernbaneverkets representant i redningsledelsen opplyste at en skinnegående arbeidsmaskin var rekvirert for å fjerne de bakerste vognene i toget.

Etter møtet tok Kommisjonen kontakt med politiets ledelse. Man ba om at vognene ikke ble fjernet før kommisjonsmedlem Pålsson, som har jernbanefaglig kompetanse, og lederen for NSB BAs ulykkeskommisjon, Svein Ivar Johannessen, hadde fått sikret bevis knyttet til bremsesystemet i tog 5781. Dersom de bakerste vognene hadde blitt fjernet ville eventuelt vann og trykk i bremseledningene forsvunnet, og det ville vært vanskeligere å gjenskape tilstanden i togets bremsesystem. Eventuelle vannansamlinger i bremseledningene som kunne indikert ispropp ville rent ut. Politiet avventet derfor fjerning av de bakerste vognene til Kommisjonen hadde fått sikret de nødvendige bevis. Jernbaneverkets representant i redningsledelsen synes ikke å ha vurdert, og gjorde uansett ikke redningsledelsen oppmerksom på de bevismessige konsekvensene ved å flytte de bakerste vognene.

På togledersentralen styrer togleder trafikken ved hjelp av et grafisk ruteblad som han har foran seg. På rutebladet er trafikken på den aktuelle strekningen tegnet inn, og ved forsinkelser markeres dette. Politiet etterspurte lørdag 8. april det ruteblad som togleder Brenden hadde å forholde seg til natt til 5. april fra Jernbaneverket. Politiet fikk da opplyst at rutebladet var kastet. Hverken Jernbaneverket eller dens uhellskommisjon hadde innført rutiner som sikret at denne type opplysninger ble tatt vare på til tross for at ledelsen ved togledersentralen, fra Åsta-ulykken tre måneder tidligere, var kjent med at dette kunne være svært sentralt og viktig bevismateriale.

Telefonen som vaktlederen på togledersentralen i Oslo blant annet benyttet til å alarmere AMK-sentralen ble ikke logget. Kommisjonen kunne hatt interesse av å spille av de samtaler vaktlederen på togledersentralen hadde over denne telefonen etter ulykken.

4 Infrastruktur

Jernbanetraffic er et samspill mellom infrastruktur, rullende materiell og personell. En sikker togfremføring er like avhengig av at personellet handler korrekt i forhold til prosedyrer og regler som at signalsystem og materiell fungerer som forutsatt.

Det er ingen indikasjoner på at feil ved signal- og sikringsanlegget kan ha hatt betydning for ulykken 5. april 2000. Lokomotivfører i tog 5781 har forklart at innkjørsignalet til Lillestrøm stasjon viste rødt og togleder har forklart at togvei for tog 5781 ikke var lagt inn til Lillestrøm stasjon. Disse forklaringer er i samsvar med de funn som ble gjort i forbindelse med undersøkelser av infrastrukturen 10. april 2000. Kommisjonen finner det likevel hensiktsmessig å gi en kort fremstilling av infrastrukturen på strekningen mellom Alnabu Godsterminal og Lillestrøm stasjon.

4.1 Strekningen Alnabu godsterminal - Lillestrøm stasjon

Traffic fra Alnabu kommer inn på Hovedbanen mellom Oslo og Eidsvoll ved Grorud stasjon. Fra Grorud til Lillestrøm stasjon er det ca. 10,5 km. Skiltet maksimalhastighet på strekningen er 130 km/t, men for tog 5781 var den høyeste tillatte hastigheten 90 km/t. Strekningen er dobbeltsporet og elektrifisert. Figur 5.4 viser hastighet og stigning/fall på strekningen.

Fra Alnabu til Lørenskog stasjon er det stort sett stigning hele veien. Strekningen fra Lørenskog til Strømmen stasjon varierer med stigning først og deretter noe fall. Fra noe etter Strømmen, som er ca. tre kilometer før Lillestrøm, er det et kraftig fall på mellom 14 og 17,5 % ned til Nitelvbrosen som går over sporet like forut for stasjonsområdet på Lillestrøm.

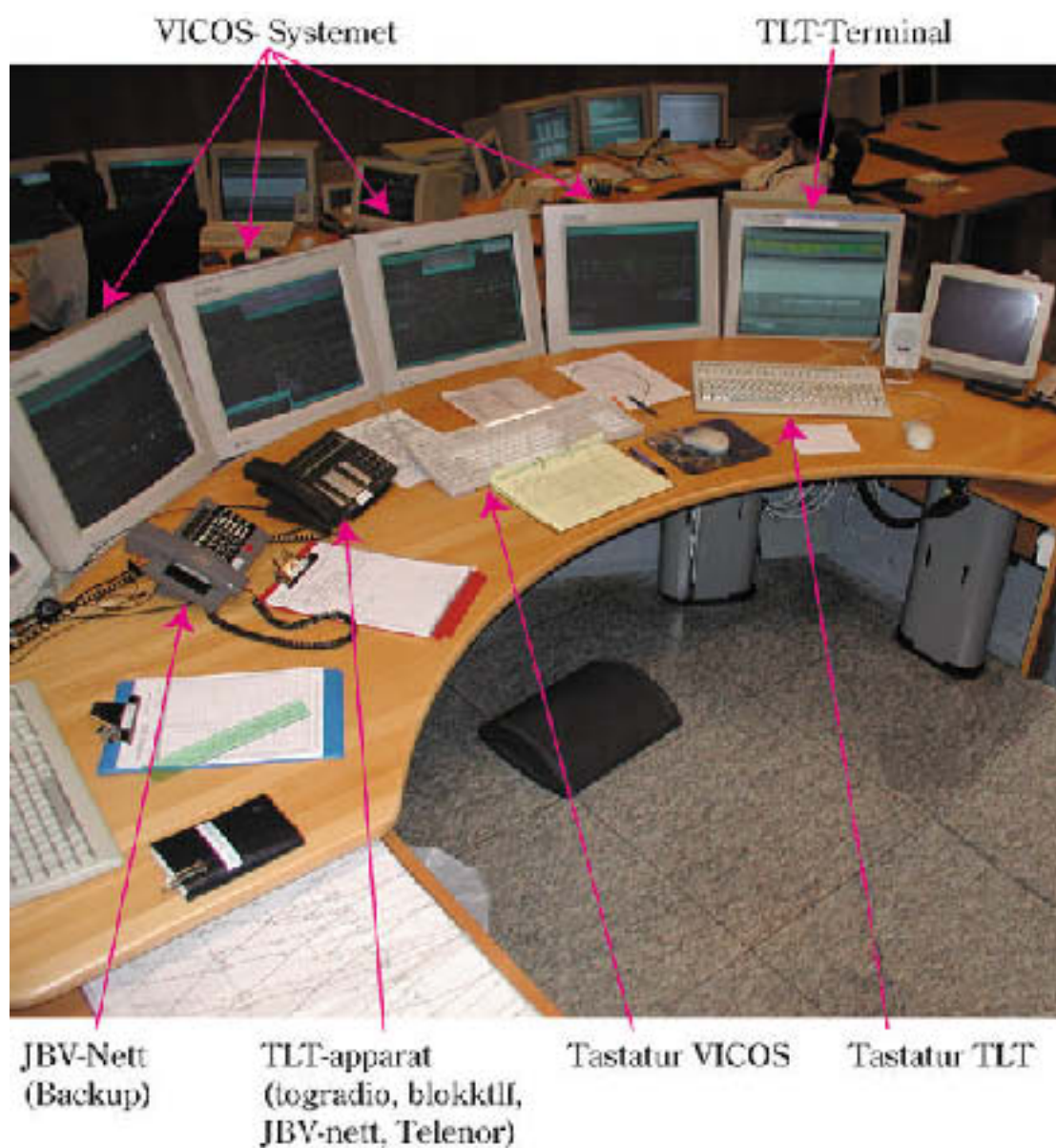
Ved innkjøring til alle stasjoner er det plassert et innkjørsignal som viser lokomotivfører om han har klart for innkjør inn på stasjonsområdet. Det er montert forsignal som indikerer hva det etterfølgende innkjørsignalet vil vise, slik at lokomotivfører skal kunne stoppe toget i tide dersom innkjørsignalet viser stopp. Forsignal innkjør til Lillestrøm stasjon er plassert ved Sagdalen blokkpost, 797 meter før innkjørsignalet som igjen er montert 759 meter forut for sporveksel 13 på Lillestrøm stasjon. Innstillingen av sporveksel 13 bestemmer om et nordgående tog skal fortsette rett frem i spor 6 eller ledes til høyre inn i sporene 7-11, se fig. 3.2.

4.2 Fjernstyring og sikringsanlegg

Strekningen er fjernstyrt fra Oslo togledersentral. Ved togledersentralen benyttes overvåkningssystemet VICOS. Dette overvåkningssystemet er relativt nytt og har erstattet tidligere systemer hvor togleder tastet inn ordre på et tastatur og la togveier på den måten. Med VICOS-systemet overvåkes trafikken på en eller flere dataskjermer, og ved å bruke musepekeren gis ordre og togveier legges. Jernbaneverket har planer om gradvis å erstatte de tastebaserte overvåkningssystemene med det mer moderne VICOS-systemet også på andre

togledersentraler. Systemet er foruten ved Oslo togledersentral installert på enkelte av de banestrekninger som overvåkes ved Hamar togledersentral. I forbindelse med høringene etter Åsta-ulykken kom det frem at toglederne på Hamar foretrakk det gamle systemet med taster fremfor det nye systemet med mus. Dette skyldes bl.a. at de fant det nye VICOS-systemet mer arbeidskrevende enn det gamle systemet som de fortsatt hadde på Rørosbanen.

Under Kommissjonens avhør av togleder Brenden, som hadde ansvaret for strekningen Bryn - Lillestrøm og Lillestrøm stasjon natt til 5. april 2000, uttalte også han at det gamle tastebaserte systemet var vel så bra som det nye VICOS-systemet. Han forklarte at punktene man må treffe med musepekeren for å legge inn ordre i systemet er svært små, og at det ofte skjer at man trykker feil, særlig når det er mye å gjøre. I en nødsituasjon kan dette være kritisk.



Figur 4.1 Togleders arbeidsplass på togledersentralen Oslo S
Kilde: Jernbaneverket

Det er installert sikringsanlegg på den enkelte stasjon som skal forhindre at to tog kommer i konflikt med hverandre. Strekningen Oslo - Lillestrøm er i hovedsak utstyrt med sikringsanlegget NSI-63, men fra innkjørsignalet inn mot Lillestrøm stasjon er sikringsanlegget SIMIS-C installert. Grunnen til dette er at Hovedbanen kommer sammen med Gardermobanen ved Lillestrøm stasjon. NSI-63 er et relébasert sikringsanlegg og utgjør hovedtyngden av sikringsanleggene i Norge. SIMIS-C er et datastyrt anlegg konstruert for større stasjoner.

4.3 ATC

Strekningen Oslo - Lillestrøm er utstyrt med ATC (Automatisk Togstopp). Strekningen frem til innkjørsignalet til Lillestrøm stasjon er utbygget med DATC, dvs. Delvis ATC. Delvis ATC innebærer at et tog stoppes automatisk ved eventuell passering av et rødt eller slukket signal ved at togets bremses aktiveres. Gardermobanen er utstyrt med Full ATC (FATC) som innebærer at ATC-utstyret om bord også overvåker hastigheten i forhold til en hastighetskurve, slik at avstanden frem til neste hastighetsendring eller stopp beregnes.

ATC må være utbygget i infrastrukturen og installert om bord i materiellet som trafikkerer strekningen for å fungere. ATC-utstyret om bord mottar informasjon fra såkalte baliser plassert i skinnegangen. En balise er en informasjonsenhet som aktiveres ved togpassasje, og som gir informasjon til toget om signalstatus på det stedet hvor toget befinner seg. I tillegg vil ATC-utrustningen om bord påse at togets hastighet ikke overskrider den maksimalhastighet som fremgår av godsvognoptaket, så sant lokomotivfører har stilt inn ATC-panelet i samsvar med denne hastigheten. Uten fungerende bremses hjelper det dog ikke at ATC-utrustningen om bord og i infrastrukturen er virksom.

4.4 Togradio

Kommunikasjonen mellom lokomotivfører og togleder skjer på den aktuelle strekningen ved hjelp av togradio. Togradiosystemet gir sikker identifikasjon av anropende tog ved at togleder får opp tognummeret og dets posisjon. Dette skjer ved at såkalte baliser i skinnegangen sender signaler til lokomotivets datamaskin som igjen har forbindelse med togradioen. Togradioen sender ut signaler som fanges opp av telenettet og kan således fungere som en telefon. Lokomotivfører kan bruke nødknappen på togradioen, og togleder vil da bli varslet om at en nødtelefon er på vei inn gjennom et lydsignal og ved at anropet kommer opp på overvåknings skjermen.

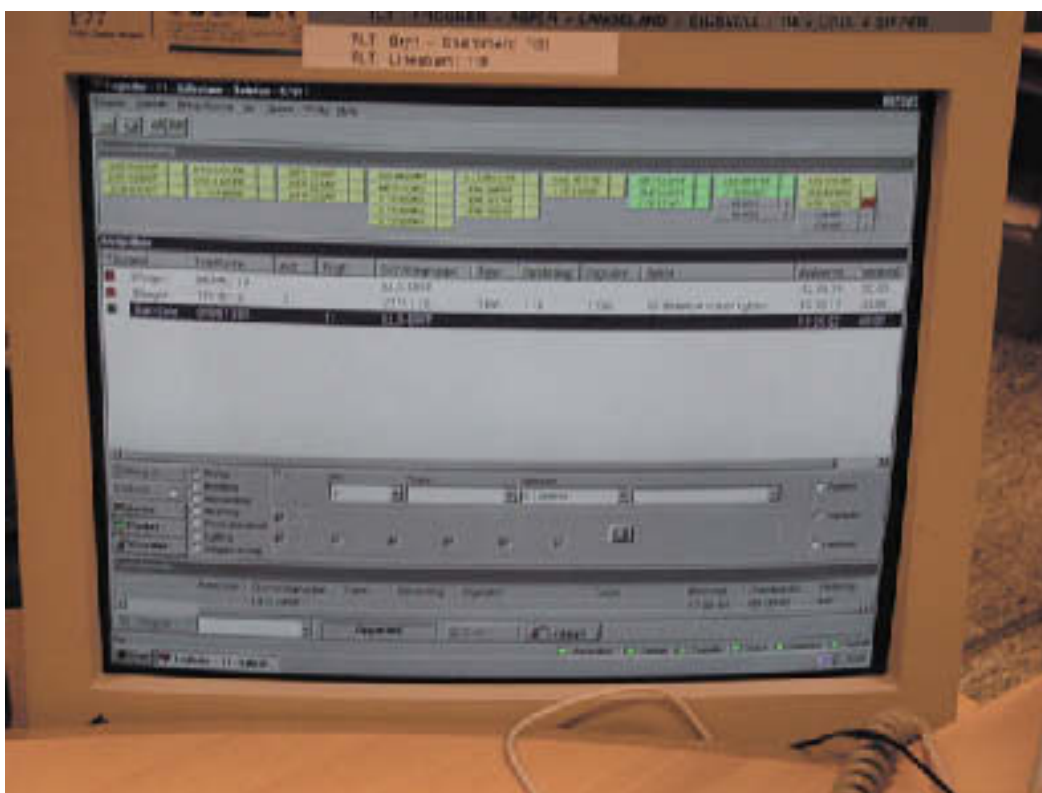
Under Kommissjonens høringer forklarte togleder Brenden at det tar lang tid før kontakt oppnås via togradiosystemet. Dette skyldes bl.a. at det er responstid i systemet for å sikre sikker identifikasjon og posisjon for anropende tog. I tillegg må togleder ofte avslutte en samtale for så å koble opp en ny, og det kan derfor ta opptil et halvt minutt før kontakt oppnås. Også ulykkesnatten tok det uforholdsmessig lang tid å få kontakt med toget.

Ulykkesnatten fikk togleder inn to nødanrop fra tog 5781. Dette skyldtes at lokomotivfører hadde trykket på nødanropsknappen to ganger og fordi toget ved innkjørsignalet til Lillestrøm kom inn i et nytt togområde. Strekningen Bryn -

Lillestrøm er togradioområde 111, mens Lillestrøm stasjon er togradioområde 113. Da tog 5781 passerte innkjørsignalet til Lillestrøm stasjon var lokomotivfører nødt til å trykke på nødknappen for å komme i kontakt med togleder. Hos togleder kom begge de to nødanropene opp. Han valgte å hente inn det sist ankomne og oppnådde etter noe tid kontakt med lokomotivfører. Hadde han i stedet innhentet det først innkomne ville kontakt med lokomotivfører ikke vært oppnådd.

Togleder bruker et eget betjeningssystem for valg av telekommunikasjonssamband. Dette systemet kalles TLT, Togleders Telefonsystem. Systemet betjenes ved hjelp av en PC med skjerm, mus og høyttaler, se fig. 4.2. Togleder kan ved hjelp av dette velge sambandsform, både for kommunikasjon med blokktelefonsystemet, det offentlige telenettet, det interne telenett i Jernbaneverket, publikumsinformasjonssystemet og med togradiosystemet. Utstyret er utviklet for å unngå at togleder skal måtte forholde seg til mange forskjellige grensesnitt for de ulike sambandssystemene. Bruksmåten er slik at togleder ved hjelp av mus og menysøk skal kunne velge sambandssystem og sette opp eller besvare anrop.

Et uheldig forhold ved dette kommunikasjonssystemet er at togleder, dersom han sitter i en annen telefon slik tilfellet var i den aktuelle situasjon, er nødt til å avslutte samtalen før nødanropet kan kobles opp. Slik oppkobling skjer ved at togleder ved hjelp av musen må peke på det aktuelle nødanropet på sin dataskjerm, for så å gå ned på et menyfelt som kalles "hent" og trykke med musepekeren. Deretter må han vente på at kontakt oppnås. Det er bare dersom togleder har en annen samtale over togradiosystemet at et nødanrop vil bryte igjennom.



Figur 4.2 TLT-terminal på togledersentralen Oslo S

Kilde: Jernbaneverket

Det er installert telefonlogg på togledersentralen som har gjort det mulig å spille av nødanropet i ettertid, jf. pkt. 3.4.2. Brenden har forklart at han ville hatt 25-30 sekunder lengre tid til å vurdere alternative muligheter til å håndtere nødsituasjonen, dersom han tidligere hadde oppnådd kontakt med lokomotivfører.

4.5 Oppsummering

Som nevnt er det ingen indikasjoner på at feil i signal- og sikringsanlegget har hatt betydning for ulykken. Det er heller ikke rimelig å anta at kollisjonen kunne vært avverget dersom lokomotivfører på tog 5781 hadde fått kontakt med togleder med det samme han forsøkte å oppnå kontakt via togradioen. Hadde togleder hatt bedre tid, kunne man tenke seg muligheten av at han ledet tog 5781 inn i spor 6 ved å stille sporveksel 13, se fig. 3.2. Togleder Brenden har forklart at det tar svært kort tid å stille en veksel fra et spor til et annet. Dette kan gjøres enten ved å stille togvei eller ved å manøvrere vekselen separat. På dette tidspunkt var imidlertid et sydgående Alladin-tog (tomt flybensintog) på en togvei som kunne kommet i konflikt med tog 5781 dersom dette var blitt ledet til spor 6.

I tilknytning til signal- og sikringsanlegget er det installert logg som gjør det mulig å avlese data om signalenes status i ettertid. De data som fremgikk av loggen var konsistente med innhentede vitneforklaringer, hva som fremgikk av togleders skjerm og de funn som ble gjort i sikringsanlegget. Det skal dog bemerkes at loggen bare kan leses av eksperter. Kommisjonen savner en logg som kunne gitt en visualisering av tilstanden i signalanlegget i forbindelse med nødsituasjonen, og som har en replay-funksjon som gjør det mulig å gjenskape situasjonen slik den fremstod for togleder. Toglederne ved Oslo togledersentral hadde ikke fått opplyst at replay-funksjonen som ligger inne i systemet ikke var ferdig installert og følgelig ikke fungerte forut for ulykken 5. april 2000.

5 Bremsler

Det var umiddelbart etter kollisjonen klart at denne skyldtes bremsesvikt i tog 5781. Det forelå imidlertid flere mulige årsaker til bremsesvikten, og det ble igangsatt en rekke undersøkelser av bremsene i tog 5781.

I tillegg til rent bremsetekniske undersøkelser fant Kommisjonen det nødvendig å undersøke opplæringen av lokomotivførere og annet personell i bremsesystemene og de rutiner som skal følges ved uttak av et godstog før avgang og under fremføringen. Foruten den dokumentasjon Kommisjonen selv har innhentet i forbindelse med granskningsarbeidet har DnV på oppdrag for Kommisjonen foretatt undersøkelser av bremsesystem på godstog, rutiner for vedlikehold av dette, samt opplæring, jf. kap. 5.3 og 5.4.

Det antas hensiktsmessig med en innføring i togets bremsesystem for å forstå innholdet av de undersøkelsene som er foretatt og analysen av årsaken til kollisjonen som presenteres i kap. 8. Kommisjonen gir derfor innledningsvis en kort redegjørelse for de ulike bremsesystemene og de funksjoner ved disse som er nødvendige for å forstå den videre fremstilling.



Figur 5.1 Lokomotiv El 16 nr. 2215 i tog 5781

Kilde: Foto NJK Solør Odal v/ Ronny Maarud

5.1 Bremsesystemet

5.1.1 Togets ulike bremsesystemer

Lokomotiv El 16 nr. 2215 var utstyrt med tre ulike bremsesystemer. Togets hovedbrems, som er et automatisk virkende bremsesystem for hele toget er basert på trykkluft. I tillegg var lokomotivet utstyrt med direktebrems og en elektrisk motstandsbrems. Disse bremsene kun selve lokomotivet.

Virksom *hovedbrems* forutsetter at bremsesystemet er ladet med trykkluft. Trykket i bremsesystemet lades ved hjelp av en kompressor i lokomotivet. Denne ettermater luft etter nedbremsing og under togfremføring, slik at trykket holdes konstant selv om det skulle være mindre lekkasjer i bremsesystemet. Hovedledningstrykket skal ved togfremføring være 5 bar. Ved å senke trykket i hovedledningen vil luften ved hjelp av hjelpeluftbeholdere og styreventiler i hver vogn tilsette bremseklossene. Lokomotivfører regulerer trykksenkningen ved å sette førerbremseventilen i ulike stillinger. Førerbremseventilens stillinger og funksjoner behandles nærmere under pkt. 5.1.4. Togets hovedbrems kalles automatisk fordi et raskt trykkfall eller brudd i hovedledningen automatisk vil føre til at toget bremses.

Lokomotivets direktebrems virker direkte på lokomotivets ordinære bremsene, og tilsettes ved hjelp av en separat bremsepak i førerrommet, den såkalte direktebremsventilen. Direktebremsen virker uavhengig av togets hovedbrems. Ved redusert bremseeffekt eller bremsevikt i deler av toget kan lokomotivets selvstendige bremseevne være vesentlig. Bruk av direktebremsen vil således kunne gi økt bremseeffekt for toget i en nødssituasjon, selv om den hovedsakelig brukes ved fremføring av lokomotivet alene. I lokomotiv med såkalt lavutbremsing i høye hastigheter, se nedenfor, vil bruk av direktebremsen fordoble lokomotivets selvstendige bremseevne. Ulempen med bruk av direktebrems er at den ikke har funksjonelt glidevern, noe som kan føre til at hjulene låser seg.

Beregninger foretatt etter kollisjonen viser at bruk av direktebremsen ikke ville avverget denne, men ville gitt en hastighet kollisjonsøyeblikket på mellom 40 og 45 km/t, avhengig av om direktebremsen hadde vært tilsatt ved Sagdalen blokkpost eller 10 sekunder etter passering Sagdalen blokkpost. Hvorvidt dette hadde betydning for gasslekkasjene som oppstod, kommer vi tilbake til i kap. 8.

Lokomotivets elektriske motstandsbrems virker på lokomotivets drivmotorer. Slik brems fungerer gjennom lokomotivets elektriske anlegg og brukes for å redusere slitasje på bremseklossene. Den elektriske bremsen virker bare på lokomotivet og er ingen stoppbrems. På lokomotivet i tog 5781 var den elektriske motstandsbremsen ute av funksjon. Det var likevel tillatt å fremføre toget, da dette ikke anses som sikkerhetskritisk. Motstandsbremsen kobler uansett ut når togets hovedbrems aktiveres. Den er ingen stoppbrems, men nyttes for å regulere hastigheten.

En egen nødbremseventil vil kunne tilsette togets hovedbrems ved å tømme hovedledningen for luft. Bruk av nødbremseventilen gir raskere tilsetting enn nødbremsestillingen på førerbremseventilen, jf. pkt. 5.1.4. I tillegg vil nødbremseventilen kunne brukes selv om førerbremseventilen er ute av funksjon.

Lokomotiv av typen El 16 har såkalt lavutbremsing i hastigheter over 55 km/t. For å få en jevn nedbremsing av hele toget er det nødvendig at vognene bremses kraftigere enn lokomotivet. Ved hastigheter over 55 km/t vil lokomotivets bremseeffekt derfor utgjøre rundt halvparten av det normale. Dersom bremsene i toget for øvrig fungerer normalt, vil dette likevel ikke ha særlig betydning for togets samlede bremseevne. Skulle deler av togets øvrige bremsere være ute av funksjon kan det at lokomotivet er lavutbremset være uheldig. Lokomotivets bremsere vil da utgjøre en langt større andel av togets totale bremseevne. Full bremseevne på et lavutbremset lokomotiv vil først oppnås når hastigheten blir lavere enn 55 km/t. Hastigheten på tog 5781 var i kollisjonsøyeblikket 62 km/t, og lokomotivet ga derfor i hele bremseforløpet ned mot Lillestrøm bare rundt halv bremseeffekt.

5.1.2 Beregning av bremseevne - bremseprosent

Krav til materiellets bremseevne og tillatt hastighet på en strekning er avstemt med signal- og baliseavstander. Et tog skal ved framføring i tillatt hastighet kunne stanse ved signal i stopp. Tog i alminnelighet, og lange godstog i særdeleshet, har lang bremsevei. Som nevnt i kap. 4.1 er det derfor plassert forsignaler som indikerer det signalt bildet som lokomotivfører kan forvente inn og ut fra stasjonen. Togets bremsevei vil være et resultat av togets fart og bremseevne, og det enkelte togs bremsevei må ikke overstige avstanden mellom forsignal og hovedsignal. Signalavstanden er normalt 800 meter mellom forsignal og hovedsignal. Siden avstanden mellom signalene er konstant er det nødvendig å kjenne togets bremseevne for å kunne bremse i tide. Gjennom å beregne bremseevnen vil tillatt hastighet for toget kunne fastsettes, slik at det stanser innenfor de fastlagte sikkerhetsmarginer.

I jernbanen opererer man med bremseprosent som mål på togets bremseevne. Bremseprosent kan noe forenklet forklares som bremset vekt (bremsekraft) dividert med bruttovekt multiplisert med 100. Bremseprosenten angir altså togets bremseevne i forhold til togets vekt. Ved uttak av et tog vil lokomotivfører få oppgitt togets bremseprosent. Bremseprosenten som sådan er en "kunstig" størrelse, da et tog kan ha en bremseprosent som overstiger 100. Bremseprosenten er likevel den beregningsstørrelse jernbanen opererer med, og er en viktig forutsetning for en sikker togfremføring. Et togs tillatte hastighet vil være avhengig av bremseprosenten. Jo høyere bremseprosent, desto høyere vil togets maksimalt tillatte hastighet være. Selv om lokomotivfører skal foreta prøvebremsing for å få føling med togets bremsere, bør bremseprosenten følgelig reflektere den reelle bremseevnen.

Hastigheten i fall beregnes ut fra trykte bremsetabeller som finnes i lokomotivet. Tabellen er en matrise over bremseprosent og fallinformasjon, og lokomotivfører kan ved hjelp av denne finne den hastighet toget skal holde i fallet. Et eksempel på en bremsetabell er inntatt i fig. 5.2. Bremsetabellene er lite praktiske til bruk under togfremføring, og det tar lang tid å finne frem riktig data for toget. Det er Kommisjonens inntrykk at lokomotivførerne anser bremsetabellene som et lite egnet verktøy ved fremføringen, fordi det tar tid å finne frem de riktige data. Mange beregner derfor i stedet farten etter erfaring og følelse med togets bremseevne.

9. Bremssetabell II (Br.gr G)

Bestem- mende fall i % _{max}	Kjørehastighet i km/h														
	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	
	Bremsprosent														
0 ¹⁾	5	5	5	5	5	7	10	13	13	23	29	35	45	55	
1	5	5	5	5	6	8	11	14	15	24	30	37	47	57	
2	5	5	5	5	7	9	12	16	20	28	32	39	48	58	
3	5	5	5	5	8	10	13	17	21	29	33	40	49	60	
4	5	5	5	7	9	11	14	18	23	29	34	42	51	62	
5	5	6	6	6	10	12	15	19	24	29	36	44	53	64	
6	5	6	7	6	11	13	17	20	25	31	37	45	55	66	
7	5	7	8	10	11	14	18	21	26	32	39	47	56	68	
8	5	8	9	11	12	15	19	23	28	33	40	48	58	70	
9	5	9	10	11	14	17	20	24	29	35	42	50	60	72	
10	6	10	11	12	15	18	21	26	31	38	43	52	62	74	
11	7	10	11	13	16	19	22	26	32	38	45	54	63	76	
12	8	11	12	14	17	20	24	28	33	40	47	56	65	77	
13	9	12	14	16	18	21	25	29	34	40	48	56	67	80	
14	9	13	15	17	19	22	26	31	36	42	49	58	69	82	
15	10	14	16	18	20	24	27	32	38	44	51	60	70	84	
16	11	15	17	19	21	25	28	33	39	45	53	62	72	86	
17	11	16	18	19	22	26	30	34	40	47	55	63	74	87	
18	12	17	19	20	24	27	31	36	41	48	56	65	76	90	
19	13	18	19	22	25	29	33	38	43	50	58	67	77		
20	14	18	20	23	26	29	33	39	45	51	59	69	79		
21	15	19	21	24	27	31	35	40	46	53	61	71	81		
22	16	20	22	25	28	32	35	41	48	55	62	72			
23	17	21	23	26	29	33	38	43	49	56	64	74			
24	18	22	24	28	31	34	39	44	50	57	65	75			
25	19	23	25	28	32	36	40	46	52	59	67	77			
30	26	28	31	34	38	42	47	53	59	67	76				
35	31	34	37	41	45	50	56	63	72	83					
40	38	40	45	50	57	67	77								
45	45	48	54	59	67	78									
60	55	59	63	70	73										
85	67	71	77	81											

¹⁾ Bremsprosenten for 0_{max} gjelder også for kjøring i stigning

Figur 5.2 Bremssetabell for godstog i bremsegruppe G fra JD 345
 Kilde: Jernbaneverket

5.1.3 Bremsgrupper og ulik tilsetningstid

Et tog kan fremføres i tre ulike bremsgrupper, R, P eller G. Hovedforskjellen mellom de ulike gruppene er tilsetningstiden for bremsene, altså fra bremsene aktiveres til bremseklossene virker med full kraft. Som tabell 5.1 viser gir bremsgruppe G relativt lang tilsetningstid sammenlignet med bremsgruppe P. Bremsgruppe R brukes bare i persontog.

Bremsgruppe velges separat for lokomotivet og vognene. Et lokomotiv kan således fremføres i en annen bremsgruppe enn resten av togsettet, og i lange godstog anses det hensiktsmessig at lokomotivet har lenger tilsetningstid enn resten av toget, slik at lokomotivet ikke brems før togsettet for øvrig. Nettopp av denne grunn skal lokomotiv i godstog i henhold til Jernbaneverkets trafiksikkerhetsbestemmelser, JD 345, fremføres i bremsgruppe G, uavhengig av vognenes bremseinnstilling.

Lokomotivet i tog 5781 ble fremført i bremsgruppe G, i overensstemmelse med Jernbaneverkets krav. Kravene til de ulike bremsgrupper er i hovedsak spesifisert av UIC og i Jernbaneverkets trafiksikkerhetsbestemmelser. I tabell 5.1 nedenfor gjengis kravene til tilsetnings- og løsetider ved fullbremsing. Med løsetid forstås den tid som går fra lokomotivfører avslutter bremsingen til bremseklossene ikke lenger virker mot hjulene.

Tabell 5.1 Krav i JD 345 til tilsetnings- og løsetider ved fullbrems i ulike bremsgrupper

Bremsetype:	Tilsetningstid (sek)	Løsetid (sek)
R-brems:	3-10	10-20
P-brems:	3-10	15-20
G-brems:	18-30	40-60

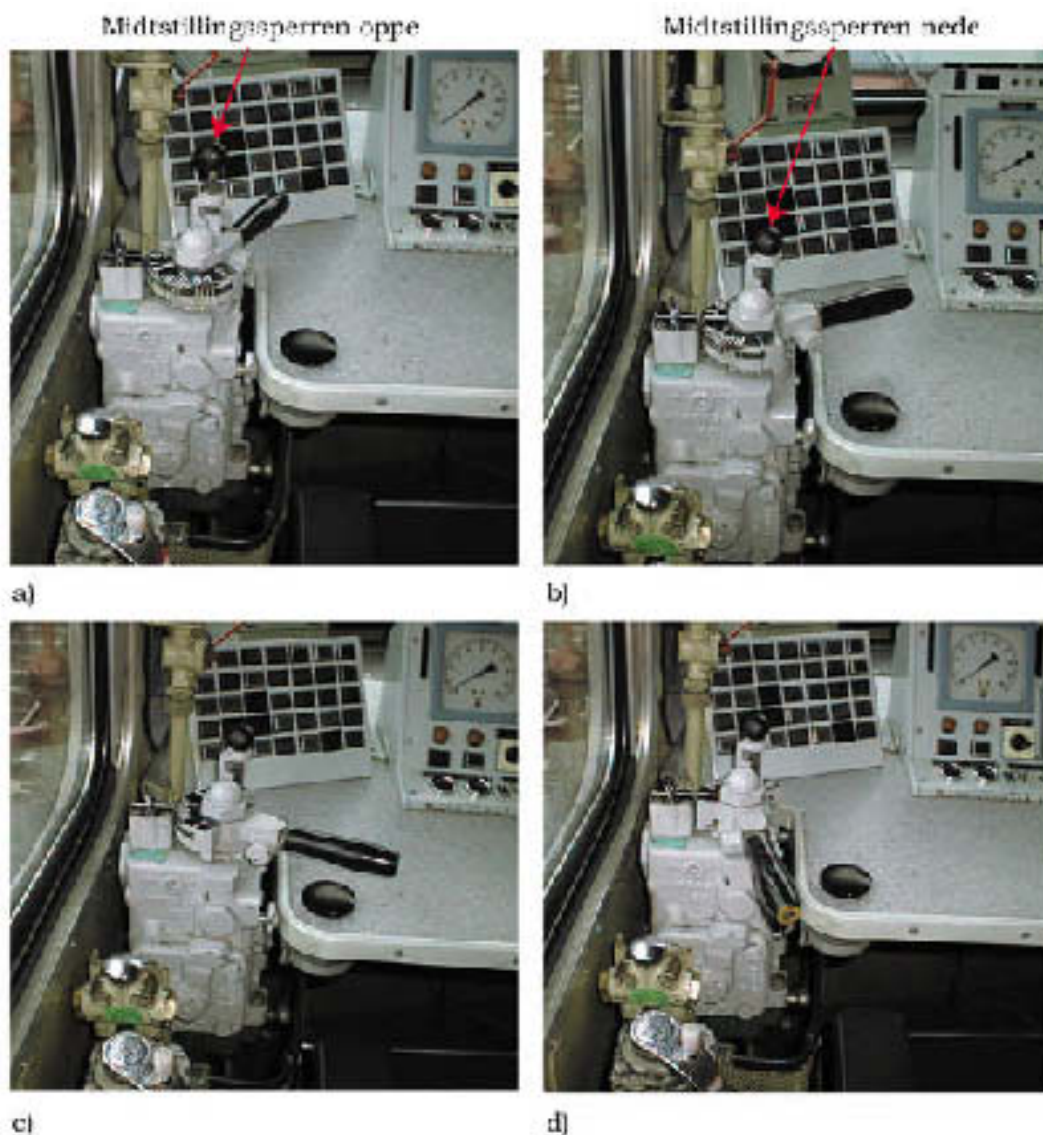
Lokomotiv av typen El 16 har en tilsetningstid på ca. 45 sekunder ved fullbrems i bremsgruppe G. Dette innebærer at lokomotivet i tog 5781 de første 45 sekundene etter at lokomotivfører aktiverte bremsene hadde svært lite brems. Ser man dette i sammenheng med at lokomotivet var lavutbremset i hastigheter over 55 km/t, innebærer det at lokomotivet først oppnådde halvert bremsekraft etter 40-45 sekunder. Hadde lokomotivet vært fremført i bremsgruppe P ville lokomotivets faktiske bremseevne fått effekt langt tidligere.

5.1.4 Nærmere om førerbremseventilen

Førerbremseventilen og dens ulike funksjoner har stått sentralt i undersøkelsesarbeidet. Nedenfor gis derfor en beskrivelse av førerbremseventilens mest sentrale funksjoner.

Førerbremseventilen er en bremsepak som benyttes av lokomotivfører ved togfremføring, blant annet til å tilsette og løse brems. Denne har en rekke ulike trinn og stillinger. De fem hovedstillingene er:

- Midtstilling (nøytralstilling), se fig. 5.3a
- Løse og ladestilling
- Fartsstilling, se fig. 5.3b
- Driftsbrems (ni trinn), se fig. 5.3c
- Nødbrems, se fig. 5.3d



Figur 5.3 Førerbremseventil i a) midstilling, b) fartsstilling, c) driftsbremse på trinn 4 og d) nødbremsestilling

Kilde: NSB BA

Midstillingen brukes ved tetthetsprøve, se nedenfor, og når togets bremses betjenes fra annen førerbremseventil, det vil si når lokomotivet kjøres fra det andre førerhuset.

Tetthetsprøve foretas for å kontrollere lekkasjer i hovedledningen, jf. pkt. 5.2.2. Det gjøres ved at førerbremseventilen settes i midstilling, noe som innebærer at ettermating av luft til bremsesystemet blokkeres. Lokomotivfører skal etter ett minutt lese av trykket i hovedledningen på et manometer, og vil da se om lekkasjeraten i hovedledningen er akseptabel. Noe lekkasje vil det normalt være. Det er derfor knyttet følsomhetskrav til bremsenes styreventiler før trykksenkning gir bremsetilsetting. Bremsene skal ikke tilsettes ved svært beskjeden trykksenkning som typisk vil skyldes mindre lekkasjer i bremsesystemet. I motsatt fall ville bremsene bli tilsatt ved en hver lekkasje. På den annen side er det selvsagt viktig at bremsene tilsettes når lokomotivfører bevisst aktiverer bremsene, eller når det skjer et brudd i hovedledningen.

På grunn av følsomhetskravene i bremsesystemet vil et tog ved fremføring med førerbremseventilen i midtstilling og noe lekkasje i hovedledningen gradvis tømmes for luft, se pkt. 5.5.4.1. Med blokkert ettermating vil systemet til slutt være helt uten lufttrykk. En slik reduksjon av trykket i hovedledningen vil imidlertid fremgå av manometeret på førerpanelet, se fig. 3.6. Det er ikke knyttet lys- eller lydindikasjon til en slik situasjon under fremføring.

Tidligere var førerbremseventilen konstruert slik at midtstilling var plassert mellom løse-/ladestilling og fartsstilling. NSB BA har imidlertid bygget om sine førerbremseventiler, slik at det nå er den øverste stillingen på bremsespaken som er midtstilling. I tillegg må lokomotivfører løfte en mekanisk sperre for å kunne føre spaken til denne stillingen. Ombyggingen ble gjennomført for å redusere risikoen for at lokomotivfører uforskyldt skulle sette spaken i midtstilling, og således blokkere ettermatingen av luft til bremsesystemet. El 16 er likevel konstruert slik at det er fullt mulig å fremføre toget med førerbremseventilen i midtstilling.

Førerbremseventilen har som nevnt en *løse-/ladestilling*. Denne stillingen brukes til å mate eller lade opp bremsesystemet med luft. Ved nedbremsing hvor den forventede bremseeffekt ikke oppnås på grunn av for lavt trykk, vil det å føre spaken til ladestilling, ta løsestøt, øke lufttrykket i bremsesystemet. Luftfyllingen pågår så lenge håndtaket holdes i løse-/ladestilling. Lokomotivfører vil ved å føre spaken tilbake til driftsbremse kunne forvente økt brems.

For at bremsene skal fungere som forutsatt er det nødvendig med luft i hele bremsesystemet. Manometeret på førerpanelet viser trykket i hovedledningen, men sier ikke noe om trykket i bremsesystemet for øvrig. Dersom ettermating blokkeres reduseres trykket i hovedledningen, og det samme skjer i de såkalte A-kamrene i styreventilene på hver vogn. Hvis lokomotivfører i en kort periode lader et bremsesystem uten luft ved å føre førerbremseventilen til løse-/ladestilling, vil dette gi utslag på manometeret. Trykket i A-kamrene økes imidlertid ikke i særlig grad. Ved å ta løsestøt i 8-13 sekunder vil trykket i hovedledningen øke til over 1,5 bar, som er tilstrekkelig til å få full bremsekraft. Det tar imidlertid 41-42 sekunder å fylle A-kamrene med nok luft til å være sikker på å få bremsevirkning. Dette innebærer at et tog som er tømt for luft ikke vil være sikret bremseeffekt før etter 41-42 sekunders lading, selv om manometeret indikerer over 1,5 bars trykk i hovedledningen.

Under togfremføringen skal spaken stå i *fartsstilling*. Bremsesystemet vil da, så fremt kompressoren fungerer, ettermates med luft. Lufttrykket vil økes etter bremsing og lufttrykket holdes konstant under fremføring til tross for eventuelle lekkasjer i systemet.

Ved nedbremsing eller hastighetsregulering benyttes *driftsbremsen*. Denne har ni ulike stillinger på førerbremseventilen, noe som gjør at lokomotivfører kan foreta en gradvis nedbremsing ved hjelp av togets hovedbremsesystem. Fullbrems er betegnelsen på maksimalt klosstrykk mot hjulene, og iverksettes ved å senke trykket i hovedledningen med 1,5 bar.

Det nederste trinnet på førerbremseventilen gir *nødbremse* som innebærer en fullstendig tømming av lufttrykket i hovedledningen. Nødbremse gir ikke kraftigere brems enn fullbrems, men raskere tilsetning. Ved bruk av nødbremse vil ikke

ettermating skje. Bremsvirkningen vil ved lekkasje i bremsesyndrene derfor avta. Foruten nødbremsen på førerbremseventilen finnes en egen nødbremseventil som også tømmer hovedledningen for luft. Den gir en noe raskere bremsetilsetning enn nødbremsen på førerbremseventilen. Lokomotivfører i tog 5781 benyttet ikke nødbremseventilen.

5.1.5 Enkeltfeil og bremsing av godstog

Kravforskriften, (forskrift av 22. juli 1994 nr. 746 om krav til anlegg og drift av jernbane, herunder sporvei, tunnelbane og forstadsbane mm.), stiller tekniske krav til bremsesystemer i rullende materiell. § 4, pkt. 2, bokstav g, annet ledd, krevet at ”bremsene skal være slik konstruert at ingen enkeltfeil i bremsesystemet gjør det umulig å stanse materiellet”. Videre stilles i sikkerhetsforskriften, (forskrift av 23. desember 1999 nr. 1402 om krav til styring og oppfølging av forhold relevant for sikker trafikkavvikling på jernbane, herunder sporvei, tunnelbane og forstadsbane mm.), § 6 krav om at ”jernbaneverksamhet skal planlegges, utformes og gjennomføres med henblikk på at enkeltfeil ikke skal føre til tap av menneskeliv eller alvorlig personskaade”.

Begrepet enkeltfeil skal forstås slik at én feil ved sikkerhetskritiske funksjoner ikke må forårsake tap av menneskeliv eller alvorlig skade på mennesker. Bremsing av godstog er en sikkerhetskritisk funksjon. En enkeltfeil ved bremsing av godstog kan for eksempel være en teknisk feil som resulterer i at toget ikke har forventet bremseevne.

Tilsetning og løsing av bremsesystem styres som nevnt av førerbremseventilen. Det nederste trinnet på ventilen gir nødbrems. I tillegg kan lokomotivfører hvis førerbremseventilen ikke fungerer iverksette nødbrems ved å åpne nødbremseventilen. Dette gir en barriere mot tap av brems dersom det er feil ved førerbremseventilen.

En av forutsetningen for å kunne bremse et godstog er at systemet er fylt opp med trykkluft. Lokomotiv av typen El 16 er utrustet med en kompressor som etterfyller luft etter hver bremsing og ved eventuelle lekkasjer i systemet, noe som er svært vanlig. Hvis kompressoren har stoppet eller er koblet ut, vil ettermating av luft til togets bremsesystem stanse. I en slik situasjon vil imidlertid strømmen i lokomotivet slås av etter kort tid. Det vil da fortsatt være tilstrekkelig trykk til å oppnå full bremsevirkning. Strømutkoblingen virker altså som en barriere mot bremsesvikt ved utkoblet kompressor. Hvis førerbremseventilen glemmes eller settes i midtstilling gir også dette blokkert ettermating. Trykket vil ved mindre lekkasjer sakte sive ut og toget har til slutt ingen brems. El 16 har ingen alarmfunksjon eller funksjon som gjør at toget stopper (traksjonssperre) i denne situasjonen.

Dersom trykket synker raskt i hovedledningen eller det blir brudd i denne, vil bremsene umiddelbart tilsettes. Dette vil gi samme virkning som en bevisst senkning av trykket i hovedledningen.

For å sikre at bremsene virker foreligger regler og prosedyrer for bremseprøve før kjøring og prøvebremsing under kjøring, se kap. 5.2. Før kjøring med ny togstamme eller forandringer i toget skal full bremseprøve utføres. Når denne er gjennomført, kontrollert og signert av en ”bremseprøver” skal det være luft i hovedledningen og togets bremsesystem skal tilsettes og løses. I henhold til reglene skal prøvebremsing under

fremføring deretter foretas, slik at lokomotivfører får et inntrykk av togets reelle bremseevne. I tillegg skal prøvebremsing foretas før fremføring i lengre fall. Etter Kommisjonens syn gir disse prosedyrer tre barrierer; lokomotivfører er den første barrieren, bremseprøven og ”bremseprøveren” den andre og prøvebremsing den tredje. Det er imidlertid kjent at menneskelige barrierer er langt mer usikre enn tekniske. Her snakker vi om tre menneskelige barrierer.

Ved å sette førerbremseventilen i midtstilling vil en situasjon hvor toget er uten brems på grunn av lavt bremselufttrykk kunne oppstå. Det er ingen operativ grunn til å gjøre dette bortsett fra ved tetthetsprøve. Et motiv for å sette førerbremseventilen i midtstilling er at lokomotivfører slipper en enerverende lyd fra kompressoren når han venter. Målinger foretatt på tog 5781 i etterkant av ulykken viser at det med førerbremseventilen i midtstilling, og dermed blokkert ettermating, tar ca. 30 minutter før trykket i bremsesystemet siver ut, se pkt. 5.5.4.1. Hvis lokomotivfører gjennomfører prøvebremsing vil han imidlertid oppdage at håndtaket er i feil posisjon. Det tar ca. 45 sekunder å lade opp fullt trykk igjen.

Etter Kommisjonens syn burde bremsesystemets trykk være koblet til en alarm med lyd og/eller lys som advarsel til lokomotivfører, alternativt traksjonssperre som hindrer fremføring, ved kritisk lavt trykk i hovedbremseledningen.

5.2 Regler og rutiner vedrørende sammensetning, uttak, bremseprøve mv.

5.2.1 Uttak av lokomotiv

Uttak av lokomotiv skjer på Grorud for tog med Alnabru som utgangsstasjon. Lokomotivfører skal ved uttak av lokomotiv type El 16 blant annet teste SIFA-utrustningen eller den såkalt dødmannsknappen og ATCen ombord. I tillegg foretas kontroll av førerbremseventilen og direktebremsen i begge ender av lokomotivet. Det foreligger en sjekkliste for lokomotivførerne over de forhold som skal prøves ved uttak. Lokomotivfører Jensen har forklart at han er kjent med denne listen, men at han ikke bruker den direkte fordi han med sin erfaring har en oppfatning om når et lokomotiv er i orden.

Jensen har forklart at han kontrollerte de sentrale funksjonene i lokomotivet ulykkesnatten, men fordi han ikke fulgte sjekklisten kunne han ikke med sikkerhet si at han ikke hadde glemt noe. En slik holdning til sentrale regler og rutiner ved uttak av lokomotiv er egnet til å skape unødig fare ved togfremføringen. Kommisjonen mener derfor at det må innskjerpes og kontrolleres at regler og rutiner følges av den enkelte lokomotivfører.

5.2.2 Sammenskifting av tog, tetthetsprøve, bremseprøve mv.

Ved Alnabru skiftestasjon skiftes vogner og lokomotiv sammen. ”Bremsprøver” har blant annet ansvaret for at sammenkobling mellom vognene blir utført, herunder sammenkobling av bremseslanger. Lokomotivfører er ansvarlig for at sammenkobling mellom lokomotiv og første vogn er i orden i god tid før togavgang. Skifteleder skal påse at dekningsvogn er satt inn der dette er påkrevet, mens vognenes plassering ellers avgjøres ut fra den sammenskiftingsplan som gjelder for togsettet.

Når bremseslangene er sammenkoblet gjennom hele toget skal lokomotivfører foreta tetthetsprøve, jf. NSB Gods' interne styringsdokument G-60-6 pkt. 8 b. Førerbremseventilen skal settes i midtstilling slik at ettermating av luft til hovedledningen blokkeres. Prøven skal vare i ett minutt, og en eventuell trykkreduksjon i hovedledningen vil vises på manometeret som igjen indikerer lekkasje i bremsesystemet. Lokomotivfører på tog 5781 har forklart at han foretok en form for tetthetsprøve før avgang 5. april 2000, men denne ble ikke utført i samsvar med G-60. Han holdt førerbremseventilen i midtstilling i bare 20 sekunder, og så at trykket i hovedledningen ikke falt.

Tetthetsprøven som nevnt foran, inngår i den fullstendige bremseprøven av et godstog. I tillegg skal det foretas en funksjonstesting av bremsene for å kontrollere at hovedledningen er åpen gjennom hele toget, og at bremsene tilsetter og løser før avgang, jf. G-60 6 pkt. 8 c-k. Bremseprøven utføres av lokomotivfører med assistanse fra en "bremseprøver". "Bremseprøveren" kontrollerer at bremseklossene blir tilsatt og løst ved å slå mot bremseklossene på begge sider av toget med en visitørhammer.

Bremseprøven viser gjennom tilsetting og løsning av bremsene at det er lufttrykk i bremsesystemet. Bremseprøven sier imidlertid ingenting om togets reelle bremseevne, og vil således ikke avsløre eventuelle svakheter ved denne. Slike svakheter vil imidlertid kunne oppdages ved prøvebremsing, se pkt. 5.2.6.

5.2.3 Godsvognoptak

Etter at bremseprøven er gjennomført skal "bremseprøver" gi lokomotivfører et signert godsvognoptak som bekrefter at slik prøve er gjennomført og godkjent. Av godsvognoptaket fremgår alle sentrale opplysninger om toget, herunder togets lengde, bremseprosent, tillatt hastighet, hvilke vogner som inngår i togsettet og opplysninger om eventuelt farlig gods i lasten, jf. fig. 3.3. Godsvognoptaket utarbeides av NSB Gods' transportavdeling ved den enkelte godsterminal. Ulykkesdagen ble godsvognoptaket signert og levert til lokomotivfører før skiftekonduktør Damstuen hadde kontrollert at bremsene løste. Han skulle imidlertid ta kontakt med lokomotivfører dersom han oppdaget at enkelte bremseklosser ikke hadde løst da han gikk bakover langs toget.

Jensen har overfor Kommisjonen forklart at han ikke kjente til hvilken last han hadde med seg ulykkesnatten. Han mener dette ikke er opplysninger som gis til lokomotivførere. Han hadde observert at det var tankvogner med i toget, men visste ikke hva slags stoffer disse inneholdt. Etter ulykken kunne Jensen ikke gjøre rede for hvilken last han hadde, og redningspersonellet måtte derfor bruke tid på å innhente informasjon om hva tankene inneholdt. Det tok også tid å få denne informasjonen fra togekspeditør på Alnabru. I godsvognoptaket lokomotivfører hadde med seg fremgikk imidlertid de nødvendige detaljer om det farlige godset.

5.2.4 Aktivering av ATC-utrustningen

Før avgang skal lokomotivfører mate inn informasjon som toglengde, bremseprosent og høyeste tillatte hastighet i ATC-systemet. Slik informasjon fremgår som nevnt av godsvognoptaket. Jensen tastet inn denne informasjonen, men la inn 100 km/t som maksimal hastighet, selv om denne i følge godsvognoptaket var 90 km/t, jf. fig. 3.7. Kommisjonens inntrykk er at enkelte lokomotivførere legger inn en hastighet i ATCen

noe høyere enn godsvognoptaket tilsier. Dette gjøres blant annet for å få større fleksibilitet i kjøringen, fordi det kan forekomme avvik mellom den reelle hastigheten og hva hastighetsmåleren i lokomotivet viser. ATC-systemet vil da gripe inn selv om toget holder tillatt hastighet.

Kommisjonens inntrykk er at NSB BA er kjent med dette. DnV har i sin bremsereport gitt uttrykk for at denne praksisen kan være godt begrunnet. Det er imidlertid meget uheldig at det ikke er samsvar mellom de regler som gjelder og den praksis som følges. NSB BA må derfor enten gi regler som gjenspeiler praksis eller slå ned på regelbrudd. For ordens skyld påpekes at hastighetsinnstillingen som Jensen la inn ikke hadde noen betydning for ulykken.

5.2.5 Innstilling av bremsegruppe

Lokomotivfører skal påse at bremsegruppetilleren er innstilt i den bremsegruppe godsvognoptaket foreskriver. Som nevnt i pkt. 3.2.3 og 5.1.3 var lokomotivet i tog 5781 fremført i bremsegruppe G, mens resten av vognene var stilt inn i bremsegruppe P. Jernbaneverkets trafiksikkerhetsbestemmelser påbyr bruk av bremsegruppe G for lokomotiv i godstog, og toget ble således fremført i samsvar med reglene.

Begrunnelsen for Jernbaneverkets krav om at lokomotiv i godstog skal fremføres i bremsegruppe G, er at lokomotivet ikke skal bremse før resten av toget. Dersom lokomotivet bremser før eller samtidig med vognene, vil disse presse på bakfra og faren for avsporing øke. DnV har i sin bremsereport påpekt at regelen synes dårlig begrunnet for korte og lette godstog, men fornuftig for lange godstog med lav bremseprosent eller ujevn fordeling av bremsene. Lokomotivførere DnV har intervjuet har forklart at fremføring av lokomotiv i godstog relativt sjelden skjer i bremsegruppe G, og at de ikke forstår poenget med Jernbaneverkets krav. Selv om riktig bremsegruppe ble brukt i tog 5781, er det uheldig at det ikke er samsvar mellom regler og praksis. Jensen forklarte at han vanligvis fremfører godstog med bremsegruppetilleren på lokomotivet i P-stilling. Hensiktsmessigheten av å fremføre lokomotiv i korte og lette godstog i bremsegruppe G bør etter Kommisjonens syn vurderes. Det bør videre påses at praksis er i henhold til de til enhver tid gjeldende regler.

5.2.6 Prøvebremsing

Som nevnt under pkt. 5.2.2 foretas fullstendig bremseprøve før avgang uten at denne sier noe om togets reelle bremseevne. Denne påvirkes blant annet av slitasjen på togets bremseklosser. Etter avgang fra utgangsstasjon og før lengre fall skal derfor lokomotivfører gjennomføre prøvebremsing for å få føling med togets reelle bremseevne, jf. G-60-6 pkt. 12.

I forbindelse med utarbeidelsen av DnVs bremsereport ble fire lokomotivførere intervjuet. Disse opplyste at prøvebremsing anses viktig for å få følelse med togets bremses. Det synes å være alminnelig kjent blant lokomotivførerne at bremseprosenten ikke er noe pålitelig mål på togets reelle bremseevne. Dette var også lokomotivfører Jensen godt kjent med. Jensen foretok likevel ingen prøvebremsing etter utkjøringen fra Alnabru, eller før det kraftige fallet ned mot Lillestrøm stasjon. Han har overfor Kommisjonen forklart at dette skyldtes den lave hastighet han var

nødt til å holde som følge av at tog 5713 gikk like foran. Det ville derfor ifølge hans forklaring ikke vært mulig å foreta prøvebremsing uten å stanse toget, og han ville da risikert å sperre trafikken på Hovedbanen.

På Lørenskog stasjon, hvor Jensen vanligvis foretar prøvebremsing, var det denne natten anleggsarbeider. Han måtte derfor passere i avvikssporet i lav hastighet, og hadde således ikke mulighet til å få prøvet bremsene. Prøvebremsing i så lav hastighet ville etter Jensens oppfatning ikke gitt noen reell føling med togets bremseevne. Lokomotivfører Hernes i tog 5713 har forklart at han til tross for lav hastighet prøvde bremsene her for å kjenne at de tok. Kommisjonen mener at prøvebremsing også kunne vært gjennomført mellom Lørenskog og Strømmen, se kap. 5.6.

DnV har i bremserapporten påpekt at det etter avgang fra skiftestasjoner eller andre avgangsstasjoner og før lengre fall, ikke er skiltet hvor prøvebremsing bør foretas. Det fremkom videre i intervjuene med lokomotivførerne at de ikke har noen hjelpemidler for å bedømme resultatet av prøvebremsingen. Lokomotivførernes holdning var at bremsene må prøves og hastigheten avpasses skjønnsmessig i forhold til generelle erfaringer og den følelse man får for togets brems. Videre viser utsagn fra de samme lokomotivførerne at funksjonen i ATC-systemet som gjør det mulig å etterprøve togets bremseprosent er lite kjent, se nærmere i pkt. 5.3.1.

5.3 Opplæring

I NSB BA må alt personell i sikkerhetstjeneste gjennomføre kurs i trafiksikkerhet. Å utføre sikkerhetstjeneste betyr at vedkommende utfører sikkerhetskritiske funksjoner ved togfremføring, skifting av tog, vedlikehold mv. Opplæringen skjer først gjennom grunnutdanningen, og deretter gjennom videreutdanning med kunnskapskontroll og gjennomgang av nye bestemmelser hvert tredje år. Disse kursene er vanligvis av to dagers varighet og avsluttes med eksamen.

Opplæringen er delt opp tematisk og det er lagt vekt på å kombinere praktisk trening med teoretisk undervisning. En lokomotivfører har i løpet av opplæringstiden på halvannet år ca. 110 dager med øvelseskjøring. Kommisjonen har i sine undersøkelser fokusert på videreutdanning og virksomhetenes kontroll av personalets kompetanse, samt på lokomotivførers og skiftekonduktørs kunnskap om bremsesystem og farlig gods.

I henhold til NSB BAs overordnede styringssystem for Trafiksikkerhet, Ytre miljø og Arbeidsmiljø (AD-60) skal hver enhets styringssystem klargjøre arbeidsoppgaver og de nødvendige kompetansekrav for å utføre oppgavene. Enhetens leder har ansvar for at det gis nødvendig opplæring. Lokomotivførerne er ansatt i lokomotivførererenheten under Drift- og teknikk i NSB BA. Det tilligger imidlertid NSB Gods å stille kompetansekrav for håndtering av farlig gods, mens ansvaret for selve utdanningen skal ivaretas av Drift og teknikk.

Da Jernbanetilsynet og DBE høsten 1999 gjennomførte en systemrevisjon av NSB Gods ble en del mangler vedrørende opplæring påpekt. Ingen av disse kan imidlertid ses å hatt betydning for ulykken. Vi går derfor ikke nærmere inn på dette.

5.3.1 Lokomotivførernes kompetanse på bremsesystem

I tillegg til grunnutdanningen må en lokomotivfører ha typekurs for de ulike tog vedkommende skal kjøre. Kunnskap om togets bremsesystem er sentralt både ved fremføring og uttak av toget. Lokomotivfører har ansvaret for at bremseprøve blir utført før togets avgang, jf. pkt. 5.2.2.

DnV har i sine undersøkelser av bremsene gjennomgått og vurdert det teoretiske pensum som lokomotivførere skal gjennom. Pensum legger stor vekt på togets bremse- og trykkluftsystemer med detaljert gjennomgang av dette. DnV fant imidlertid enkelte konkrete eksempler på manglende kompetanse når det gjaldt håndteringen av togets bremsesystem. Utdanningen inneholder for eksempel ingen spesialopplæring med hensyn til hvordan man skal forholde seg ved hel eller delvis bremsesvikt.

Lokomotiv El 16 har som nevnt i pkt. 5.1.1 en direktebrems som bare virker på lokomotivet. Ved fremføring av et lavutbremset lokomotiv som El 16 i bremsegruppe G, vil bruk av direktebrems i et tilfelle av delvis bremsesvikt gi en økning i lokomotivets og dermed togets samlede bremseevne. Bruk av direktebremsen kan i værste fall føre til avsporing, og opplæring i bruk av denne ved bremsesvikt bør derfor gis.

DnV har i bremserapporten påpekt at de intervjuede lokomotivførerne i liten grad var kjent med at lokomotivets direktebrems ville kunne øke lokomotivets bremseeffekt i nødssituasjoner. Lokomotivførerne antok imidlertid at de nok ville benyttet direktebremsen som et supplement til togets hovedbrems i en slik situasjon. Lokomotivførerne bør få bedre opplæring og råd om når det kan være hensiktsmessig også å benytte direktebremsen.

Som nevnt er bremseprosent kun en teoretisk verdi for togets bremseevne. Det finnes imidlertid gjennom ATC-systemet muligheter for å måle togets reelle bremseevne ved prøvebremsing. Dette er en funksjon som blir benyttet rutinemessig i Sverige hvor man har FATC på de fleste strekninger, men som lokomotivførere her i landet har liten kjennskap til, og som det ikke gis opplæring i å bruke. Dersom slik opplæring gis og det samtidig installeres baliser med fallinformasjon i sporet på utvalgte prøvebremsstrekninger etter de viktigste utgangsstasjoner, vil dette være en enkel og billig måte å gi en sikrere indikasjon på togets reelle bremseevne enn hva dagens prøvebremsing gir.

DnV fant videre at lokomotivførerne manglet kunnskap om de marginer som ligger inne for tillatt videre hastighet ved ulike bremseprosent og fall. Lokomotivførerne hadde således ikke kunnskap om hvilke sikkerhetsmarginer for beregning av bremsevei mellom forsignal og innkjørsignal man bygger på.

Opplæringen med hensyn til bremsing bør etter Kommissjonens syn bedres. Særlig bør det legges til rette for at lokomotivførerne læres opp til å utnytte de muligheter som ATC-utstyret gir.

5.3.2 Skiftekonduktørenes kompetanse på bremsesystemer

Som regel er det en skiftekonduktør som assisterer lokomotivfører ved bremseprøving før avgang fra utgangsstasjon. Slik var det også for tog 5781. Skiftekonduktør har mellom 6 og 12 måneders læretid. For å kunne utføre bremseprøver må vedkommende i tillegg gjennomgå et særskilt kurs på 2-3 uker på Jernbaneskolen. Dette kurset har både en teoretisk og en praktisk del hvor utføring av bremseprøve inngår. En skiftekonduktør er hvert tredje år inne til kontrollprøve. Dette er et teoretisk repetisjonskurs som avsluttes med en skriftlig eksamen. Kurset varer en dag. Under Kommisjonens høringer fremgikk det at alle som utfører bremseprøver på Alnabru har gjennomført særskilt kurs for dette.

5.4 Undersøkelser knyttet til NSB Gods vedlikeholdsrutiner

Som nevnt innledningsvis i dette kapitlet var det tidlig klart at bremsesvikt var den direkte årsaken til ulykken på Lillestrøm. Kommisjonen har i kap. 5.2 konstatert at det ikke foretas noen form for kontroll før avgang av at den angitte bremseprosenten reflekterer togets reelle bremseevne. Materiellet som sådan forutsettes å være i den stand godsvognoptaket angir. Kommisjonen ønsket på denne bakgrunn å utrede de rutiner som gjelder for vedlikehold av bremsesystemer i NSB Gods. Formålet med en slik undersøkelse har dels vært å bringe på det rene hvorvidt manglende vedlikehold i dette tilfelle kan forklare den bremsesvikt tog 5781 hadde ulykkesnatten, og dels om vedlikeholdsrutinene i NSB Gods generelt synes å være tilstrekkelige til å ivareta sikker togfremføring.

Kommisjonen ba DnV ved Terje Andersen om å undersøke og utrede ovennevnte forhold. Oppdraget ble gitt 26. mai 2000. Fra mandatet hitsettes:

Den regjeringsoppnevnte undersøkelseskommisjon etter togulykken på Rørosbanen 4. januar 2000 som har fått utvidet sitt mandat til også å undersøke togkollisjonen på Lillestrøm natt til 5. april 2000, ber DnV ved Terje Andersen undersøke om reglene og rutinene for drift og vedlikehold av bremsesystem på lokomotiv og godsvogner kan ha resultert i de feil og/eller svakheter som hadde konsekvenser for togfremføringen på Lillestrøm 5. april 2000.

Spesielt skal krav for transport av farlig gods vurderes. Undersøkelsene begrenses til godsvogner og lokomotiv. Beholdere og tanker for frakt av farlig gods som lastes eller monteres fast på godsvogner undersøkes spesielt av andre. I tillegg foretas det egne tekniske undersøkelser av det materiell som var involvert i kollisjonen. Dette mandatet er således begrenset til å se generelt på regler og rutiner etc. for vedlikehold av lokomotiv og godsvogner, samt spesielt på vedlikeholdshistorien for lokomotiv og vogner i tog 5781 ved kollisjonen 5. april i år.

Resultatet av undersøkelsene skal gi et klart bilde av hvordan bremsing håndteres ved togfremføring av godstog samt vedlikehold av bremsesystemene innen NSB. Undersøkelsene skal omfatte fire deler; tekniske krav, vedlikehold, kontroll før kjøring samt hvordan lokomotivfører foretar bremsing i ulike situasjoner.

I tillegg skal undersøkelsene omfatte en vurdering av regler og praksis knyttet til disse fire områder. Vurderingen skal også omfatte en sammenligning av Statoils og VTGs interne regler og praksis når det gjelder vedlikehold av gasstankvogner eksklusiv tank sett i forhold til de rutiner NSB arbeider etter.

Tekniske krav

Undersøkelsen skal omfatte tekniske krav fra UIC, RID, Jernbaneverket og NSB på det bremsesystem som monteres i lokomotiv og godsvogner. Dessuten skal undersøkelsen omfatte dokumentasjon og rutiner for de krav som berører vedlikehold og drift. Undersøkelsen skal også vise om kravene var oppfylt for lokomotiv og vogner i tog 5781.

Vedlikehold

Undersøkelsen skal omfatte gjennomføring av vedlikehold av lokomotiv og godsvogner på NSBs verksteder. Vedlikeholdstype, frekvens, materialer, instruksjoner og utrustning samt vedlikeholdsorganisering med ressurser, personell og utdanning. Vedlikeholdsprogrammer, gjennomføring av vedlikeholdsarbeidet, kontroll og kvalitetssikring. Videre skal undersøkelsen omfatte den tekniske status på lokomotiv og vogner i tog 5781 før ulykken den 5. april 2000.

Kontroll før kjøring

Mellom vedlikeholdsterminene ruller lokomotiv og godsvognene i ulike tog. Undersøkelsen skal også omfatte krav om og gjennomføringen av bremseprøver/-tester før kjøring og i hvilken grad disse prøvene/testene utføres for å følge opp bremsesystemenes funksjon i drift.

Drift

Undersøkelsen skal omfatte instruksjoner, opplæring og praksis knyttet til bremsehåndtering ved togfremføring. Spesielt skal vinterforhold med snø og is iakttas.

Vurdering

Det skal utarbeides en rapport som gir en vurdering av de foreliggende krav med tanke på risiko og sikkerhet. Videre skal det vurderes så langt som mulig hvordan kravene oppfylles i praksis.

Rapporten fra DnV (bremserapporten) ble overlevert Kommisjonen 9. januar 2001, og er inntatt som vedlegg 3.

DnV har i sin evaluering av NSB Gods' rutiner for ettersyn og vedlikehold av brems konkludert med at NSB Gods i forbindelse med årlig ettersyn av godsvogner foretar en god diagnose av vognens trykkluftsystem.

Imidlertid påpeker DnV at det i forbindelse med årlig ettersyn ikke gjennomføres noen etterprøving som kan gi grunnlag for å vurdere hvorvidt oppgitt bremseeffekt virkelig oppnås, for eksempel ved klosstrykkmålinger. Slik etterprøving bør helst gjennomføres både med tom og lastet vogn. DnV påpeker at det klosstrykk som oppnås ved fullbrems aldri blir målt. Dette innebærer at den teoretisk beregnede bremseprosenten, som brukes som grunnlag for beregning av togenes høyeste tillatte

hastighet, ikke etterprøves. NSB Gods vil dermed ikke oppdage avvik mellom reell bremseevne og den angitte bremseprosenten i godstog. Kommisjonen oppfatter dette som en svakhet i NSB Gods` vedlikeholdsrutiner som kan få sikkerhetskritiske konsekvenser.

DnV foretok i forbindelse med sine undersøkelser retardasjonsmålinger på fem godstog for å måle togenes reelle bremseevne ved nødbrems. Undersøkelsens formål var å finne hvilket samsvar det er mellom den teoretisk beregnede bremseprosent og den retardasjon toget faktisk oppnår. Målinger ved 2-3 nødbremsaktiveringer ble foretatt for hvert av togene.

Målingene viser dårlig samsvar mellom oppgitt bremseprosent og togets retardasjonsevne. For et av togene var det et avvik på 20-25 prosentpoeng. Toget hadde en oppgitt bremseprosent på 91, men den målte retardasjonen var svakere enn den retardasjon som ble målt for et tog med en bremseprosent på 68-70. Et slikt avvik er vesentlig større enn de sikkerhetsmarginer som ligger inne i bremsetabellene. Det aktuelle toget ville ikke vært i stand til å stanse innenfor den spesifiserte signalavstanden på 800 meter om toget hadde vært fremført i maksimalt angitt hastighet i fall. For de andre togene som ble målt var samsvaret noe bedre, men også her ble det funnet betydelige avvik.

I følge DnV synes målingene å vise at den første nedbremsingen gir vesentlig dårligere retardasjon enn de påfølgende nedbremsinger. Særlig ble det målt forskjell hvor den første nedbremsingen også var den første etter avgangsstasjonen. Forskjellen i målt retardasjon mellom første brems etter avgang og etterfølgende nedbremsinger synes å være bortimot 10 %.

Kommisjonen er kjent med at NSB BA er kritisk til de retardasjonsmålinger DnV har foretatt. NSB BA mener disse ikke er i samsvar med tradisjonell metode innen jernbanen og at det er usikkerhetsmomenter med hensyn til målingenes pålitelighet. I følge NSB BA gir DnVs målinger et mål på togets retardasjon i et hastighetsområde som er relativt konstant. Resultatene kan derfor ikke direkte sammenlignes med bremseprosenten, fordi tilsetningstid og høyere avbremsing i lave hastighetsområder ikke er medregnet.

Kommisjonen har vurdert NSB BAs kritikk, og mener DnVs metode er tilstrekkelig detaljert for det formål undersøkelsen hadde. Hensikten med målingene var på et overordnet nivå å finne om det var overensstemmelse mellom teoretisk og reell bremseevne.

DnV har også gått gjennom ulykker og nestenulykker med godstog som skyldes bremsesvikt, se tabell 5.2.

Gjennomgangen over viser at det i flere av tilfellene ble påvist misforhold mellom beregnet bremseprosent og reell bremseevne. Dette bekrefter Kommisjonens oppfatning om at bremseprosent kan gi et usikkert mål på et togs reelle bremseevne, dersom grunnlaget for et togs bremseprosent ikke etterprøves.

Tabell 5.2 Eksempler på hendelser med bremsesvikt i Norge

Nypan 1981	Sammenstøt forårsaket av bremsesvikt. Fremmedlegeme hadde tettet hovedledningen.
Billingsstad 1999	Godstog forbi hovedsignal i stopp. Virkelig bremseprosent 49 mot oppgitt 63 % (bremser avstengt i visse vogner).
Lillestrøm 2000	Gt 5781 kollidert med Gt 5713. 5781 hadde kraftig forlenget bremsevei. Virkelig bremseprosent 57 mot angitt 77 % og tom hovedledning.
Bryn - Loenga 2000	Tomt flybrenselvogt klarte ikke å holde 30 km/t i 27 ‰ fall. Nødbremse for å ikke overskride maksimal hastighet. Vognenes bremseprosent midlertidig redusert med 10 %.
Dombås - Otta 2000	Lokfører oppdaget dårlige bremser. Virkelig bremseprosent 44 mot oppgitt 79 %. Bremseprøve viser at syv vogner var uten brems.

DnV har videre påpekt at det ikke gjennomføres funksjonstest eller registrering av eventuelle feilårsaker på bremsekomponenter som skiftes ved utgått revisjonsintervall. Det gjennomføres heller ingen funksjonstest av komponentene før de eventuelt blir revidert og brukt på nytt. NSB Gods har således ingen statistikk over påliteligheten av disse komponentene, og får ingen erfaringer med hensyn til hensiktsmessigheten ved de revisjonsintervaller som benyttes. DnV er særlig kritisk til at revisjonsintervallene er blitt utvidet med fire år, samtidig med at kilometerløpet på den enkelte vogn er økt uten en systematisk etterprøving av tilstanden på de komponenter som tas ut.

DnV har også innhentet informasjon om vedlikeholds- og løpshistorien til lokomotiv og vogner i tog 5781. En gjennomgang av materialet gir ingen indikasjon på at vedlikeholdsterminer var oversittet eller at vedlikehold av betydning for togets bremser var utsatt. Likevel hadde toget dårligere bremseevne enn forutsatt.

Kommisjonen mener Jernbanetilsynet tidligere burde ha gjennomført revisjoner rettet mot vedlikehold, regler og rutiner vedrørende bremser på godstog. Bremser er en helt sentral faktor for sikker togfremføring og bør følgelig fokuseres også fra Tilsynets side. Tilsynet ble gjort oppmerksom på at Kommisjonen igangsatte grundige undersøkelser av bremsene i godstog gjennom DnV, og ga da uttrykk for at man ønsket å avvente Kommisjonens rapport. Med de funn som er gjort legger Kommisjonen til grunn at Tilsynet vil følge disse opp, og likeledes at Tilsynet vil kartlegge situasjonen for så vidt gjelder bremser i persontog.

Det er etter Kommisjonens oppfatning nødvendig å få bedre samsvar mellom de teoretiske og reelle bremseverdier, hvis bremseprosenten som fremgår av godsvognoptaket skal fremstå som troverdig og som et mål på forventet bremseeffekt. I mellomtiden må det forhold at bremseprosenten ikke er til å stole på fokuseres, slik at prøvebremsing foretas som fastlagt i Jernbaneverkets trafiksikkerhetsbestemmelser og i NSB Gods' interne regelverk.

5.5 Gjennomførte bremsetekniske undersøkelser av materiellet

Som nevnt var det tidlig klart at tog 5781 hadde hatt bremsesvikt i fallet ned mot Lillestrøm stasjon. Kommisjonen fant det derfor nødvendig å få gjennomført bremsetekniske undersøkelser av det involverte materiellet. Sammen med politiet ble det avtalt at disse undersøkelsene kunne gjennomføres av NSB BAs bremsekontor under overvåking og kontroll av politiet og Kommisjonen. I Norge er kompetansen på bremses i tog lokalisert til personer ansatt ved dette kontoret. Kommisjonen fant tilstedeværelse under tester, prøver og rekonstruksjoner, samt kritisk overvåking av undersøkelsene underveis tilstrekkelig til at man i utgangspunktet kunne basere seg på bremsekontorets rapport.

Kommisjonen har i tillegg fått sivilingeniør, og tidligere bremsesjef i SJ Sven A. Eriksson, nå ansatt i Green Cargo AB (tidligere SJ Gods), til å etterprøve de undersøkelsene som er gjort og de resultater som har fremkommet i NSB BAs bremsetekniske rapport. Henning Brustad ved NSB BAs bremsekontor har hatt hovedansvaret for rapporten som er datert 27. november 2000 og kalt "Gjennomførte undersøkelser i forbindelse med Lillestrøm-ulykken". Rapportens sammendrag er inntatt som vedlegg 4 til Kommisjonens rapport. Sven A. Erikssons verifisering av det arbeid som NSB BA har gjort, samt Kommisjonens mandat til Eriksson er inntatt som vedlegg 5.

Nedenfor vil de gjennomførte prøver og undersøkelser som knytter seg til de bremsetekniske undersøkelsene gjennomgås. Disse er delt inn i fire deler:

- Åstedsbefaring
- Bremsetekniske data
- Registrerte hastighetsdata
- Prøvekjøringer og statiske måleforsøk

5.5.1 Åstedsbefaring

Som nevnt deltok Kommisjonen i åstedsbefaring 10. og 11. april etter at redningstjenesten hadde erklært at eksplosjonsfaren var over. Ved denne befaring ble status i bremseutrustningen til lokomotiv og vogner i tog 5781 kontrollert. Registrerte hastighetsdata fra lokomotivet, herunder restveiskive og hastighetsregistrering på papirrull, ble tatt ut av lokomotivet.

Ved befaring i lokomotivet ble følgende observasjoner av betydning notert:

- Førerbremseventilen stod i nødbremsestilling
- Nødbremseventilen var ikke åpnet
- Direktebremseventilen var i løsestilling, det vil si stengt
- Elektrisk motstandsbrems var ute av funksjon
- Kompressor var innkoblet og alle kraner var korrekt innstilt

Videre var ATC-utrustningen innkoblet, og følgende innstillinger fremgikk av ATC-panelet, jf. fig. 3.7:

- Maksimal hastighet: 100 km/t
- Toglengde: 200 meter
- Bremsetilsettingstid for vognene: 6 sekunder
- Maksimal retardasjon: 0,60 m/s²

I lokomotivets maskinrom var SIFA-ventilen innkoblet og plombert, bremsegruppeomstilleren stod i G-stilling, det vil si at lokomotivet var avbremsset i bremsegruppe G, se fig. 3.5. Kranene til direktebrems, togbrems og styreventil var åpne.

De ni vognene ble også inspisert. På alle vognene var styreventilene innkoblet, koblingsslangenes kraner åpne og alle vogner var korrekt innstilt i bremsegruppe P. Videre ble alle koblingsslanger undersøkt med hensyn til fuktighet. Det var ikke mulig å foreta undersøkelser av slangene i den første vognen, fordi disse var ødelagt. I bremseslangene til vognene 2 og 3 var det tørt. Ingen fuktighet ble påvist. I bremseslangene mellom vognene 4 til 9 ble det registrert litt fuktighet i hver.

Det forhold at direktebremsen ikke var tilsatt og at det overhode ikke ble funnet vann, men bare litt fuktighet i togets bremsesystem har stått sentralt i undersøkelsesarbeidet.

5.5.2 Bremsetekniske data

Bremseprosent er som nevnt i pkt. 5.1.2 en teoretisk beregnet verdi for et togs evne til å bremse, bremseevnen. Et togs bremseprosent fremgår av godsvognoptaket som lokomotivfører får utlevert etter utført bremseprøve. En sentral del av undersøkelsesarbeidet har vært å bringe på det rene hvorvidt togets reelle bremseevne var i samsvar med den angitte bremseprosenten. Kommisjonen har i denne hensikt deltatt i bremsetekniske undersøkelser av ulykkesmateriellet sammen med NSB BA og politiet.

Undersøkelsene har dels blitt gjennomført som stillestående målinger av det involverte materiell, og dels som prøvekjøringer med rekonstruert ulykkestog. Ved undersøkelsene har man i størst mulig grad benyttet det materiell som var involvert i ulykken. Hvor dette ikke var mulig har tilsvarende materiell blitt brukt. For eksempel var lokomotiv El 16 nr. 2215 for skadet til å nyttes. Man benyttet derfor et annet El 16 lokomotiv, nr. 2216, men hvor de sentrale bremsekomponenter i lokomotiv nr. 2215 ble satt inn.

5.5.2.1 Lokomotiv

Det beregnes normalt ingen bremseprosent for lokomotivet alene. Lokomotivets bremseevne kan imidlertid etterprøves ved klosstrykkmålinger. Målinger av lokomotivets bremses viser at den reelle bremseevnen for lokomotivet var rundt 75 % av den teoretiske verdien.

5.5.2.2 Vogner

For å få frem vognenes reelle bremseevne ble det foretatt statiske klosstrykkmålinger av bremseklossene på Alnabru 15., 17. og 27. april 2000. Resultatene ble verifisert gjennom bremseveimålinger 9. mai 2000. Det var mulig å foreta slike målinger på alle vogner i tog 5781 med unntak av første gasstankvogn som ble for skadet i kollisjonen. Det er derfor lagt til grunn at denne vognen hadde de samme data som den andre gasstankvognen i toget, fordi konstruksjon og vekt var tilnærmet lik.

Beregninger foretatt på bakgrunn av disse undersøkelsene gjorde det mulig å konstatere følgende avvik mellom den reelle og den teoretiske bremseevnen:

- I gjennomsnitt var reell bremseevne for de syv bakerste godsvognene ca. 6/10 av den teoretiske. Bremseevnen for de enkelte vognene varierte, fra tilnærmet samsvar med teoretisk verdi for vogn 3 til nesten halvert verdi for vogn 5.
- Resultatet for den ene tankvognen var en faktisk bremseverdi på ca. 7/8 av teoretisk verdi. Som nevnt er dette resultatet også lagt til grunn som verdi for den andre tankvognen.

Samlet faktisk bremseevne for vognene i tog 5781 var ca. 2/3 av teoretisk verdi.

5.5.2.3 Tog 5781

Dokumenterte reelle bremsedata for rekonstruert ulykkestog sammenlignet med angitte verdier i godsvognoptaket er vist i tabell 5.3.

Tabell 5.3 Teoretiske og målte bremseverdier for tog 5781

Tog 5781		
	Faktisk verdi	Ifølge godsvognoptak
Dynamisk masse M (tonn)	619	622
Bremset vekt B(tonn)	357	484
Bremseprosent B/M	57	77

Den maksimale retarderende kraften for tog 5781 ved fullbrems/nødbrem med lavutbremset lokomotiv i bremsegruppe G på strekning uten fall, blir ca. 319 kN (kiloNewton) mot teoretiske 476 kN.

Den reelle bremseevnen for tog 5781 var således 2/3 av den teoretisk beregnede.

5.5.3 Registrerte hastighetsdata

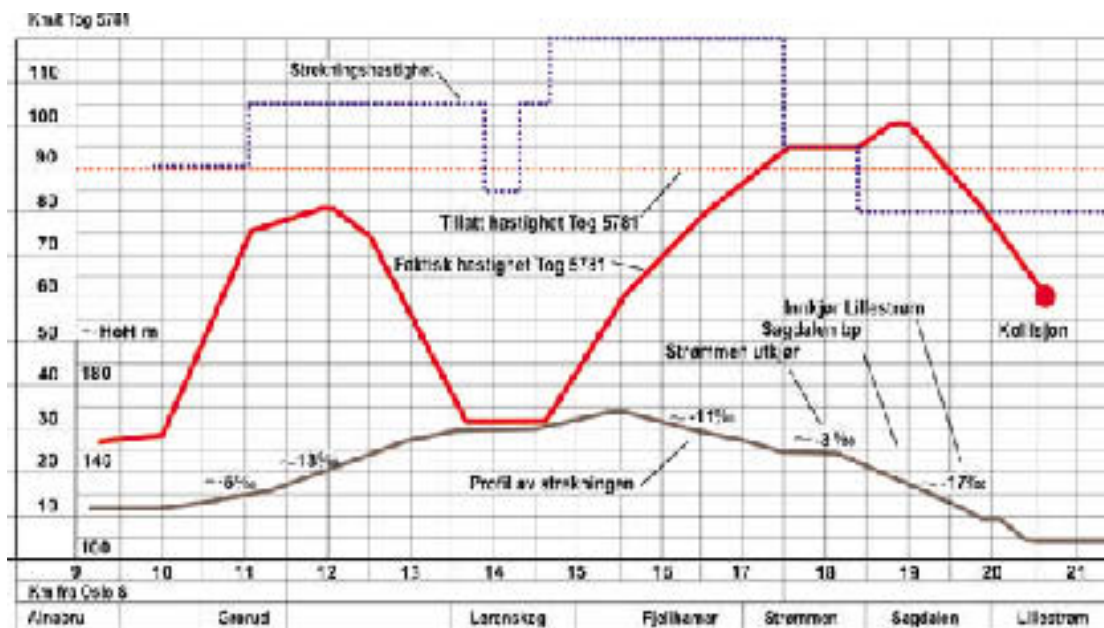
De registrerte hastighetsdata for tog 5781 ble som nevnt tatt ut av lokomotivet under åstedsbefaringene 10. og 11. april 2000. Disse data gjør det mulig å sammenligne kjøremønsteret for toget med hastighetsdata fra de gjennomførte prøvekjøringer. Gjennom disse mente man å finne hvilke forutsetninger som var tilstede ulykkesnatten for å gi den hastighetsprofil toget hadde.

Hastighetsrullen til tog 5781 måtte oppjusteres med 2 km/t på grunn av for lav grunninnstilling av hastighetsmåleren, og i tillegg 3 % for avvikende hjul diameter. Slik justering er foretatt for alle de hastigheter som gjengis i rapporten.

Restveiskiven gir detaljert informasjon om hastighet og bremsing av lokomotivet de siste 1050 meterne. Denne viser at ulykkestogets hastighet ble redusert fra 91 til 62 km/t på denne strekningen, jf. fig. 3.9 og fig.5.4.

Følgende forhold som kan leses ut av hastighetsrullen og restveiskiven har stått sentralt i Kommisjonens undersøkelsesarbeid:

- Hastigheten er omtrent konstant rundt 95 km/t gjennom Strømmen stasjon og ut over fallet mellom km 17,6 og 18,4.
- Ved km 18,4 viser hastighetsrullen en forholdsvis konstant akselerasjon over ca. 15 sekunder. Etter drøyt 400 meter reduseres akselerasjonen, og etter ytterligere 100 meter begynner toget å retardere. Dette skjer ved Sagdalen blokkpost, km 18,9, hvor hastigheten har økt til 102 km/t.



Figur 5.4 Skjematisk presentasjon av hastigheten til tog 5781 og profil av strekningen Alnabru – Lillestrøm

- Utover fallet fra Sagdalen blokkpost og frem til kollisjonspunktet (ca. km 20,55) er det ca. 1620 meter og et fall på ca. 17 %. På denne strekningen er retardasjonen svak og relativt konstant.
- Ved kollisjonsstedet slutter linjen på hastighetsrullen med en avlest hastighet på 62 km/t.

5.5.4 Statistiske måleforsøk og prøvekjøringer

Sammenligner man de avleste data fra hastighetsregistreringen med de bremsetekniske data får man frem følgende:

- Togets teoretiske retardasjon er beregnet til $0,65 \text{ m/s}^2$ i 17 % fall
- Togets reelle retardasjon var i følge bremsetekniske data fra gjennomførte undersøkelser og målinger i 17 % fall beregnet til $0,39 \text{ m/s}^2$
- Togets retardasjon ulykkesnatten var i følge hastighetsrullen mellom $0,14$ og $0,16 \text{ m/s}^2$

For å finne forklaringen på forskjellen mellom oppnådd retardasjon og den bremseevnen toget skulle hatt, i det videre benevnt hovedbremsesvikten, var det nødvendig å iverksette ytterligere undersøkelser. Ifølge bremsetekniske data i pkt. 5.5.2 tilsvarte den oppnådde retardasjonen på $0,14 - 0,16 \text{ m/s}^2$ en bremsekraft tilsvarende halvparten av togets reelle bremseevne. Dette tilsvarer en senkning av hovedledningstrykket på ca. 1 bar (4-5 bremsetrinn på førerbremseventilen) eller at de tre til fem bakerste vognene i toget var helt uten brems.

Det er særlig to forhold ved togets hastighetsprofil som har vært vesentlige. For det første den akselerasjon toget hadde etter utkjøring fra Strømmen stasjon og for det andre den sterkt reduserte, men konstante bremseevnen over de neste 1620 meterne fra Sagdalen blokkpost til kollisjonsstedet.

Når tog 5781 hadde en så redusert bremseevne som det viste seg å ha, må dette enten skyldes at lufttrykket i togets hovedledning var tilnærmet borte, eller at hovedledningen var blokkert under nedbremsingen mot Lillestrøm. Dette kan igjen bare skyldes ett av to forhold. Enten ispropp i hovedledningen eller langsom luftlekkasje i bremsesystemet uten nødvendig ettermating fordi førerbremseventilen stod i midtstilling

For å finne årsaken ble følgende rekonstruksjoner og målinger foretatt:

1. Statiske måleforsøk med rekonstruert ulykkestog, Alnabru 21. mai 2000
2. Prøvekjøring med rekonstruert ulykkestog, Strømmen - Lillestrøm 22. mai 2000
3. Statiske måleforsøk med rekonstruert ulykkestog, Alnabru 27. juni 2000
4. Prøvekjøring med rekonstruert ulykkestog, Strømmen - Lillestrøm 23. oktober 2000
5. Benkeforsøk med diverse bremsekomponenter fra lokomotiv og vogner i ulykkestog på Grorud i oktober og november 2000.

5.5.4.1 Statiske måleforsøk med rekonstruert ulykkestog, Alnabru 21. mai 2000

En mulig forklaring på hovedbremsevikten er som nevnt at lufttrykket i hovedledningen lekket ut etter avsluttet bremseprøve på Alnabru og at lokomotivfører dermed ikke fikk særlig bremsevirkning i fallet mot Lillestrøm. Hensikten med de statiske måleforsøkene var å finne ut hvordan bremsene virker i en situasjon der trykket sakte siver ut fra hovedledningen ved blokkert ettermating. Dette ble gjort for å kunne vurdere om et slikt ulykkesforløp var mulig.

Undersøkelsen viste at det tar 3 minutter og 15 sekunder å fylle hele togets bremsesystem med luft. Etter en nødbremse går det raskere å øke hovedledningstrykket. 2 bar oppnås etter 12 sekunder, og 4 bar etter 35 sekunder. 5 bar oppnås da i løpet av 1 minutt og 25 sekunder.

Med blokkert ettermating reduseres hovedledningstrykket til 2 bar i løpet av 15 minutter. Etter 19 minutter er trykket nede i 1,6 bar, og med tilsvarende trykkreduksjon vil bremsesystemet være helt tømt for luft etter rundt 30 minutter.

Hvis kompressoren er skrudd av vil hovedstrømbryteren til lokomotivet kobles ut når trykket synker til under 4,6 bar. Togets bremseevne er ved et slikt trykk fortsatt intakt. Lokomotivfører kan dermed stanse toget og skru på strømmen igjen. Dette skjedde beviselig ikke 5. april 2000. Kommisjonen utelukker derfor at utkoblet kompressor kan ha vært årsak til bremsevikten i tog 5781, jf. pkt. 8.1.2.

5.5.4.2 Prøvekjøring med rekonstruert ulykkestog, Strømmen - Lillestrøm 22. mai 2000

Hensikten med denne prøvekjøringen var å undersøke hvordan toget akselererte i fallet mot Lillestrøm ved tilsetting av ulik bremsekraft. Dette ble gjort for å verifisere forholdet mellom bremsetilsetting og togets registrerte hastighetsprofil.

Det ble foretatt prøvekjøringer med alle bremses i orden, med bremsene i den nest siste vognen utkoblet og med bremsene i den siste vognen og lokomotivet utkoblet. Undersøkelsen viste at togets bremseevne ulykkesnatten tilsvarte at de siste tre til fem vognene var uten brems.

Siden lokomotivfører har forklart at han tilsatte bremsene med to trinn på førerbremseventilen i fallet mot Sagdalen blokkpost ble dette prøvet. Undersøkelsen viste at toget ikke akselererte i fallet mot Sagdalen med en slik bremsetilsetting. Hastighetsprofilen til tog 5781 viser imidlertid akselerasjon. En slik akselerasjon kan både skyldes blokkert ettermating og blokkert hovedledning.

5.5.4.3 Statistiske måleforsøk med rekonstruert ulykkestog, Alnabru 27. juni 2000

En mulig forklaring på hovedbremsevikten kunne som nevnt være at en ispropp i hovedledningen påvirket togets bremseevne. Hensikten med dette forsøket var å simulere effekten av en ispropp.

Ispropp ble simulert ved delvis blokkering av hovedledningen mellom vogn 6 og 7. Formålet var å sammenligne forskjellige bremseforløp med ulike ispropper for å se om disse samsvarte med hastighetsprofilen.

Forsøk ble gjennomført med simulerte ispropper som ga luftgjennomstrømning tilsvarende henholdsvis 1 % og 5 % åpning i hovedledningen. Resultatene viste at en ispropp som tilsvarer 1 % åpning i hovedledningen, forsinket bremsetilsettingen for vognene bak proppen med fem sekunder ved nødbrems. En ispropp som ga 5 % åpning i hovedledningen påvirket overhode ikke bremsenes tilsettingstid. Skal en ispropp gi redusert brems må den følgelig tette hovedledningen fullstendig.

5.5.4.4 Prøvekjøring med rekonstruert ulykkestog, Strømmen - Lillestrøm 23. oktober 2000

Hensikten med denne prøvekjøringen var å dokumentere ulykkestogets akselerasjon mellom Strømmen stasjon og Sagdalen blokkpost uten bremsetilsetting, samt å finne togets praktiske rullemotstand for videre teoretiske beregninger.

Resultatet fra prøvekjøringen var at en tilsetting av 4-5 bremsetrinn på førerbremseventilen, noe som tilsvarer en trykksenkning i hovedledningen på 0,91 - 1,05 bar ved Sagdalen blokkpost, gir en retardsjon som tilsvarer den ulykkestoget hadde derfra.

For å se hvilken akselerasjon et tog ville få i fallet mellom Strømmen stasjon og Sagdalen blokkpost uten brems, ble et tog fremført uten bremsetilsetting på denne strekningen. Målt akselerasjon ved rekonstruksjonen var 0,11 - 0,12 m/s².

Beregninger basert på resultatene fra prøvekjøringen sammenlignet med ulykkestogets hastighetsprofil viser at toget må ha vært tilnærmet uten brems i maksimalt fall i ca. 15 sekunder. Dette tilsvarer drøyt 400 meter.

5.5.4.5 Forsøk med diverse bremsekomponenter fra lokomotiv og vogner på Grorud i oktober og november 2000

Hensikten med disse forsøkene var å bringe på det rene hvorvidt det forelå feil ved noen av komponentene i lokomotivet eller vognene i tog 5781 som kunne forklare ulykken.

Førerbremsventil, bremsegruppestillere (GPR-kran) og bremsekyndere fra lokomotiv El 16 nr. 2215 ble funnet i orden.

Styreventilene fra de tre siste vognene ble funksjonstestet i verksted, og det var ingen bemerkninger til ventilenes funksjonsdyktighet.

I tillegg ble det foretatt en spesialtest av styreventilene fra de tre bakerste vognene, for å se hvordan det såkalte A-kammertrykket påvirker bremsekyndertrykket. Hensikten med dette forsøket var å bringe på det rene hvor høyt A-kammertrykk som er nødvendig for at bremsene tilsetter ved nødbremse.

Det tar 41-42 sekunder å lade opp A-kammertrykket i vognenes styreventiler til 1,5 bar hvis A-kammeret er tomt. Ved 1,5 bar trykk i A-kamrene ville samtlige undersøkte styreventiler gitt full tilgjengelig bremseeffekt ved nødbremse. Siden tog 5781 ikke oppnådde full tilgjengelig bremsekraft ulykkesnatten, kan trykket i A-kamrene således ikke ha vært 1,5 bar. Ved lavere trykk enn 1,5 bar i A-kamrene er det svært usikkert hvordan styreventilene reagerer. Noen kan tilsette med full bremsevirkning, mens andre ikke tilsetter. Det er derfor i ettertid svært vanskelig å fastslå hvilke styreventiler som ga bremse 5. april 2000, jf. pkt. 8.1.5.

5.5.5 Verifisering av gjennomførte undersøkelser

Som nevnt har Kommisjonen bedt sivilingeniør og tidligere bremsejef i SJ Sven A. Eriksson, nå ansatt i Green Cargo AB, om å gjennomgå og verifisere NSB BAs bremsetekniske rapport. Eriksson fikk oppdraget 20. desember 2000. Fra mandatet hitsettes:

Bremsesystemene i ulykkestoget, lokomotiv El 16 nr. 2215 med ni vogner, er undersøkt på NSB BAs verksteder under oppsyn og kontroll av medlemmer fra Kommisjonen og polititjenestemenn ved Romerike politidistrikt. Gjennomførte målinger, beregninger og konklusjoner er samlet i en rapport fra NSB BAs bremsekontoret av 27. november 2000 ved Henning Brustad.

Kommisjonen ber Sven A. Eriksson ved Green Cargo AB gi en faglig vurdering av NSB BAs bremserapport. Rapporten viser at tog 5781 først ikke fikk noen bremse etter utkjør Strømmen og deretter hadde redusert, men konstant bremseevne.

Arbeidet skal spesielt omfatte følgende punkter:

- Er rapporten komplett utfra de undersøkelser, målinger, beregninger og konklusjoner som er gjort eller er det fortsatt åpne problemstillinger som må lukkes?
- Ville ulykken ha skjedd hvis tog 5781 hadde den teoretisk bremseevnen og det reduserte bremsetrykket?

- Ville ulykken ha skjedd hvis tog 5781 hadde den faktiske bremseevnen og et normalt bremsetrykk?
- Hvilken effekt ville bruk av lokomotivets direktebrems gitt for hendelsesforløpet?
- Vurdering og kommentarer til de konklusjoner som gis i NSB BAs bremserapport.

I tillegg ber Kommissjonen Sven A. Eriksson vie muligheten for ispropp i hovedbremseledningen særlig oppmerksomhet. Dette spørsmålet skal vurderes særskilt og på en slik måte at det ikke er noen tvil om en ispropp kan eller ikke kan ha vært årsak til bremsesvikten. Som grunnlag for denne vurdering finnes værdata med temperatur og luftfuktighet samt innhentet informasjon knyttet til sammenkoblingen av vognene til den aktuelle togstamme på Alnabru 4. april i NSB BAs rapport. Skulle denne informasjon ikke være tilstrekkelig til å vurdere muligheten for ispropp som årsak til bremsesvikten, bes om at Sven A. Eriksson omgående foreslår en utvidelse av dette mandat slik at eventuelle fagekspert innen sne og is engasjeres og slik at eventuelle praktiske forsøk gjennomføres.

Sven A. Eriksson avga sin rapport til Kommissjonen 20. januar 2001. Eriksson har gransket NSB BAs bremserapport og funnet at den inneholder de nødvendige undersøkelser, målinger og beregninger for å avdekke den sannsynlige årsaken til ulykken. Eriksson finner også at de konklusjoner, vurderinger og øvrige kommentarer som gis i rapporten er forenlige med de undersøkelser som er gjennomført. Han stiller seg således bak rapportens hovedkonklusjoner.

Erikssons rapport er inntatt som vedlegg 5.

5.5.6 Oppsummering av de gjennomførte undersøkelser

Undersøkelsene viser at det forelå et avvik mellom den reelle bremseprosenten og den teoretisk beregnede bremseprosenten som fremgikk av godsvognopptaket. Den reelle bremseprosenten for ulykkestoget var 57, mens den skulle vært 77.

Videre forelå det avvik mellom den reelle bremseevnen og den bremseevne toget faktisk hadde ulykkesnatten. Forskjellen i teoretisk og reell bremseevne kan dermed ikke forklare hele bremsesvikten.

Den bremseevne toget hadde tilsvarte at de siste tre til fem vognene var uten brems. Dette tilsvarer tilsetting av 4-5 av de 9 bremsetrinn på førerbremseventilen eller et hovedledningstrykk på 0,91-1,05 bar.

Ulykkestoget må ha vært tilnærmet uten brems i maksimalt fall på strekningen Strømmen - Sagdalen blokkpost i ca. 15 sekunder eller over drøyt 400 meter.

Forsøk med simulert ispropp viste at en ispropp må tette hovedledningen fullstendig for å påvirke bremsetilsettingen.

Det tar 41-42 sekunder å lade opp A-kammertrykket i vognenes styreventiler til 1,5 bar. Ved 1,5 bars trykk i A-kamrene ville samtlige undersøkte styreventiler gitt full tilgjengelig bremseeffekt ved nødbrems. Toget oppnådde ikke full tilgjengelig

bremsekraft og A-kammertrykket har derfor ikke ha vært over 1,5 bar. Det er derfor i ettertid svært vanskelig å fastslå hvilke styreventiler som ga brems 5. april 2000.

Betydningen av disse undersøkelsene presenteres i analysen i kap. 8.

5.6 Kjøremonsteret fra Alnabru til kollisjonsstedet

Kommisjonen har studert kjøremonsteret fra Alnabru til Lillestrøm for å se om det foreligger avvik fra normal togfremføring som kan knyttes til ulykken.

Som grunnlag har Kommisjonen benyttet ferdskriversen fra tog 5781 og et såkalt løfteskjema med informasjon om strekningsprofilen og tillatt hastighet for strekningen. Ved å sammenligne data fra ferdskriversen med data om strekningens profil, det vil si stigning og fall, kan kjøringen studeres i detalj, jf. fig. 5.4.

5.6.1 Alnabru - Strømmen

Tog 5781 kjørte fra Alnabru med lav hastighet, og akselererte deretter fra 30 til 80 km/t over omtrent to kilometer i en motbakke. Akselerasjonen var sterk den første kilometeren og ble deretter noe redusert i motbakken.

Omtrent 1500 meter før Lørenskog stasjon begynte toget å retardere i en motbakke. Ved Lørenskog var hastigheten lav. Ifølge lokomotivfører ble bremsene antakelig ikke brukt fordi motbakken var tilstrekkelig til å gi ønsket retardasjon.

Det var banearbeidere i sporet ved Lørenskog stasjon. Hastigheten var derfor nedsatt til 40 km/t og tog 5781 passerte i avvik, det vil si at toget ble ledet over i motgående spor et stykke, for så å bli vekslet tilbake i riktig spor. Hastigheten var 25-30 km/t. Prøvebremsing som normalt foretas her, fordi sporet er plant, ble ikke foretatt på grunn av omkjøringen. Det hadde imidlertid vært mulig å kontrollere at bremsene tok slik lokomotivfører Hernes i tog 5713 gjorde.

Etter Lørenskog akselererte toget gjennom Fjellhamar frem til Strømmen stasjon hvor hastigheten var omtrent 95 km/t. Tillatt hastighet for tog 5781 var ifølge godsvognoptaket 90 km/t. Lokomotivets hastighetsmåler viste imidlertid 91 km/t på grunn av avvik mellom denne og reell hastighet. På denne delen av strekningen, mellom Lørenskog og Strømmen hadde det vært mulig å foreta en prøvebremsing.

Gjennom Strømmen stasjon var hastigheten omtrent konstant 95 km/t i et svakt fall på 3 ‰.

5.6.2 Strømmen - kollisjonsstedet

Ved utkjøring fra Strømmen stasjon var hastigheten fortsatt 95 km/t. Da hele toget kom ut i fallet på 17 ‰, ca. 400 meter etter Strømmen stasjon, viser ferdskriver en kraftig akselerasjon over de neste 400-450 meterne. Lokomotivfører har forklart at han innledet bremsing ved Strømmen stasjon med to hakk på førerbremseventilen. Utfra de rekonstruksjoner som er foretatt skulle toget ikke fått noen fartsøkning med en slik bremsetilsetting, se pkt. 5.5.4.2. Like etter Strømmen stasjon viser et skilt at

tillatt hastighet er 80 km/t på strekningen. Lokomotivfører fikk dermed en klar oppfordring til å bremse ned toget, noe han også har forklart at han forsøkte å gjøre. Det er på denne bakgrunn unormalt at toget i stedet akselererte fra 95 til 102 km/t frem til Sagdalen blokkpost.

Ved passering Sagdalen blokkpost var hastigheten 102 km/t, og toget begynte å retardere rundt 100 meter før dette. Forsignalet ved Sagdalen blokkpost indikerte at det var stopp i hovedsignalet ved innkjør Lillestrøm. Fra Sagdalen blokkpost til kollisjonsstedet er det omtrent 1620 meter. Over denne strekningen ble hastigheten redusert fra 102 til 62 km/t, som var hastigheten ved kollisjonen. Retardasjonen var svak, men konstant og tilsier at toget ikke var normalt avbremset.

Hastighetsrullen viser at retardasjonen var svak fra Sagdalen til kollisjonsstedet, men at den ble marginalt bedret etterhvert. Hastighetsutviklingen kan deles i tre. I den første delen var retardasjonen svak. I den andre delen ble den noe bedre, men svært lite. I den siste delen ble retardasjonen ytterligere noe forbedret.

Forbedringen kan skyldes at det tok litt tid før bremsene bygget opp maksimalt tilgjengelig klossstrykk. Det var første nedbremsing etter Alnabru, og snø og is i bremsesystemet kan ha forsinket tilsetningen av full tilgjengelig bremsekraft noe. Etter hvert som is og snø ble slitt av tilsatte bremsene med all tilgjengelig kraft, og bremseeffekten ble noe bedre. Lang tilsettingstid for lokomotivets brems i bremsegruppe G kan også ha virket inn. Bremseeffekten var imidlertid svak gjennom hele bremseveien. Snø og is i bremsesystemet kan på denne bakgrunn ikke ses å ha hatt nevneverdig betydning for at kollisjonen fant sted.

Forbedringen over den siste delen av strekningen skyldes at fallet avtok frem til kollisjonspunktet.

5.6.3 Sammenfatning

Etter Kommisjonens oppfatning var kjøringen fra Alnabru til Strømmen for så vidt normal. Det understrekes imidlertid at bremsene ikke ble brukt på strekningen. Prøvebremsing kunne vært foretatt på strekningen mellom Lørenskog og Strømmen.

Etter Strømmen stasjon viser hastighetsrullen en unormal akselerasjon i det toget egentlig skulle retardert, ettersom forsignalet ved Sagdalen blokkpost indikerte stopp i innkjørsignalet til Lillestrøm. Hastigheten ved Sagdalen blokkpost var 102 km/t. Retardasjonen fra Sagdalen til kollisjonsstedet viser en konstant, men svak bremseeffekt.

5.7 Oppsummering

Tog 5781 var utstyrt med to fungerende bremsesystemer, togets hovedbrems og lokomotivets direktebrems. Både hovedbremsen og direktebremsen er avhengige av trykkluft, men de fungerer uavhengig av hverandre.

Førerbremseventilen brukes av lokomotivfører til å regulere togets bremsesystem. I midtstilling blokkeres ettermating av luft til bremsesystemet.

Ved uttak av godstog skal bremseprøve foretas. Prøven vil vise om det er lufttrykk i bremsesystemet og om bremsene tilsetter og løser. Lokomotivfører skal foreta prøvebremsing ved første anledning etter utkjøring fra avgangsstasjonen, og før lengre fall, for å sjekke togets reelle bremseevne. Prøvebremsing ble ikke gjennomført etter utkjøring eller før fallet mot Lillestrøm ulykkesnatten.

Bremseevnen beregnes teoretisk, og angis i godsvognoptaket som en bremseprosent. Foretatte undersøkelser viser at bremseprosenten gir et lite pålitelig mål på togets reelle bremseevne. Foretatte undersøkelser viser også at tog 5781 hadde en reell bremseprosent på 57 mot en oppgitt bremseprosent på 77.

Undersøkelser DnV har foretatt viser at det ikke foretas noen klosstrykkmålinger som kan etterprøve den teoretisk beregnede bremseeffekten, og at det ikke gjennomføres funksjonstest eller registrering av eventuelle feilårsaker på bremsekomponenter som skiftes ut ved utgått revisjonsintervall. Dette innebærer at forutsetningene for den teoretisk beregnede bremseprosenten aldri etterprøves.

Klosstrykkmåling og prøvekjøring med rekonstruert ulykkestog viser at den reelle bremseevnen for tog 5781 var svakere enn den bremseprosenten som godsvognoptaket tilsa. Målingene tilsier imidlertid at dette ikke alene kan forklare ulykken. Togets hastighetsprofil indikerer en langt svakere bremseevne ulykkesnatten enn fullbrems med tilgjengelig bremseevne skulle gitt.



Figur 6.1 Mannhull for inspeksjon
Kilde: DnV

6 Gasstankene

Som nevnt var de to første vognene i tog 5781 tankvogner med propan. Vognene var innleiet av Statoil i Sverige fra det tyske selskapet Vereinigte Tanklager und Transportmittel GmbH (VTG) i Hamburg.

På grunn av gasslekkasjene som oppstod har Kommisjonen undersøkt de to gasstankene for så vidt gjelder konstruksjon, vedlikehold, fylling og hvilke skader de ble påført i forbindelse med kollisjonen.

Tanker som skal frakte propan på jernbane skal tilfredsstillende bestemte krav som fremgår av RID, et internasjonalt regelverk som gjelder for frakt av farlig gods på jernbane, se nærmere pkt. 7.1.2. I hvilken grad det finnes krav, og hvordan de aktuelle tankene møtte disse, er behandlet i pkt. 7.4.2.

6.1 Tankenes størrelse og konstruksjon

De aktuelle vognene ble kun brukt til transport av propan og ble operert fra Borealis' anlegg i Stenungsund i Sverige. Tankvognene blir av Statoil Sverige leiet for en periode på minimum tre år.

Tankvognene bestod av et understell med to boggier, påmontert en stor ståltank beregnet for transport av flytende propan. Propantankene besto av en sylindrisk del med diameter 3 meter og buede endebunner. Hver tank hadde en lengde på 16,26 meter. Godstykkelsen var 12,2 mm i den sylindriske delen og 13,7 mm i endebunnene.

Begge tankvognene hadde sirkelrunde mannhull til bruk ved innvendig inspeksjon noe under midten på en av endebunnene, se fig. 6.1. Mannhullene stakk ut fra endebunnen og var lukket med et sirkulært mannlokk fastskrudd med 24 bolter jevnt fordelt over omkretsen. Mannlokkets tykkelse var 30 mm. Boltender og påmonterte muttere lå utenfor mannlokkets overflate. Vognene var i togsettet orientert slik at mannhullene vendte mot hverandre, se fig. 3.13 og 13.14.

På toppen av tankene var det nær enden av den sylindriske delen, i samme ende som mannhullene, et ½" hull til bruk ved trykkprøving av tanken. Hullene var tettet med koniske bolter.

I bunnen hadde tankene uttak for henholdsvis gass og væske. Uttakene hadde innvendige fjærbelastede stengeventiler som forhindrer lekkasje dersom tankens utvendige rørsystem skulle bli revet av i forbindelse med en kollisjon eller avsporing. De utvendige rørsystemene gikk fra uttakene ut til siden for påkobling av fyll- og tømme-slanger.

Begge tankene hadde såkalte soltak i form av en metallplate montert 40 mm fra tankens overflate i sonen hvor propan er i gassform under transport. Hensikten med soltak er å begrense soloppvarming av tankmaterialet og tankens innhold, se fig. 6.2.



Figur 6.2 Gasstankvogn med soltak

Kilde: DnV

Den forreste tanken ble bygget i 1975 ved Linke-Hofmann-Busch GmbH og hadde vognnr. 494-1. Tanken hadde et volum på 108750 liter. Vognens totalvekt uten last var 32550 kg.

Den andre tanken ble bygget i 1978 ved Waggon Union GmbH og hadde vognnr. 055-0. Tanken hadde et volum på 109420 liter. Vognens totalvekt uten last var 32240 kg.

Tankene ble som nye trykktestet med et overtrykk på 26 bar.

6.2 Vedlikehold og kontroll

Alle vogner som blir lastet ved Borealis' anlegg i Stenungsund blir sjekket både før og etter lasting i henhold til en utarbeidet liste inntatt i driftshåndboken ved anlegget. Statoil har overfor Kommisjonen oppgitt at slik kontroll ble utført i forbindelse med lasting av de aktuelle tankene, og at intet unormalt ble funnet.

Hver 20. uke skal tankvognene inn til kontroll hos Borealis. Kontrollen er beskrevet i driftsplanen. Slik kontroll ble sist gjennomført 19. januar 2000 for vogn nr. 494-1 og 11. februar 2000 for vogn nr. 055-0. Mannhullene kontrolleres hverken før eller etter lasting eller ved 20-ukerskontrollen. Mannlokkene blir ikke åpnet ved Borealis. Blir det oppdaget feil ved disse blir tanken tømt, rensset og sendt til Tyskland for reparasjon.

Prøvepluggen på toppen av tankene blir ikke åpnet ved Borealis. De blir kun benyttet når tanken fylles med vann og trykkprøves, og dette gjøres i Tyskland.

Tankene skal hvert åttende år inspiseres inn- og utvendig av offisiell kontrollør og trykkprøves. Sist ble dette gjennomført for vogn nr. 494-1 i 1994 og for vogn nr. 055-0 i 1996. Fire år etter denne testen skal det gjennomføres en noe mindre omfattende kontroll som består av en innvendig og utvendig inspeksjon og tetthetsprøve. En slik kontroll ble gjort for vogn nr. 494-1 i 1998.

Større vedlikehold av vognene skjer hvert tolvte år etter et nøye fastlagt program hvor hele vognen demonteres og forsynes med nye deler.

6.3 Fylling av tanker

Når tankene fylles med propan tilsettes et luktstoff, merkaptan, for å kunne oppdage en lekkasje siden propan er uten lukt. Maksimal fyllingsgrad i tankene er 85 %. Denne grensen kan ikke overskrides, og var heller ikke overskredet i de aktuelle tankene.

Fyllingen forgår under et trykk fra fyllingsanlegget på 21 bar. Temperaturen på propanen under fylling er mellom 1 og 4°C. Etter at vognene er fylt blir de veiet.

Tankvognene ble 20. mars fylt opp med propan ved Borealis' anlegg i Stenungsund. Tanken på vogn nr. 494-1 som gikk nærmest lokomotivet ble fylt med 83760 liter, noe som tilsvarer 46360 kg. Tanken i vogn nr. 055-0 ble fylt med 85410 liter eller 46560 kg propan. Kvaliteten som leveres fra Borealis' anlegg i Stenungsund er propan 95, et produkt som inneholder minst 95 % propan. I dette tilfellet var propaninnholdet i følge Statoil 98,5 %. Resten var hovedsakelig butan og etan. Det ble tilsatt 1,115 kg med luktstoffet merkaptan. Vognene ble satt til lagring i påvente av at noen skulle etterspørre propanen.

Elkem i Mosjøen bestilte 31. mars to vogner med propan for forsendelse 3. april. Vognene ble hentet fra Stenungsund 3. april og transportert til Alnabru av SJ hvor de ble overlevert til NSB BA.

Det er tilfeldig hvordan tankvognene orienteres i forhold til hverandre, og det foreligger ingen regler eller instruksjoner om dette, se pkt. 7.4.1. Plasseringen styres av hvordan vognene kommer inn til Borealis, og i dette tilfellet ble vognene orientert slik at mann hullene med mannlokk og bolter vendte mot hverandre.

Tankvognene var merket på begge sider med oransje skilt med sifrene 23 øverst og 1965 nederst. Det øverste sifferet angir fareklasse. 23 betyr at tanken inneholdt en komprimert brannfarlig gass. Det nederste sifferet angir stoffnummeret, og 1965 angir at stoffet var en blanding av propan og butan.

6.4 Undersøkelser av tankene foretatt etter ulykken

I forbindelse med kollisjonen kom boltene til mannlokkene i inngrep med hverandre og to bolter på hver tank ble skadet, se fig. 6.3 og også pkt. 3.5.4. Dette førte til at det oppstod lekkasje av propan i væskeform mellom flens og mannlokk på begge tankene. Utlekket propan ble antent og tankene ble utsatt for sterk varmebelastning som følge av brannen.



Figur 6.3 Mannlokk med ødelagte bolter
Kilde: DnV



Figur 6.4 Bakre del av gasstanken på vogn 1 etter brannen. Inntrykkingen over mannhullet og utbulingen på tankens øvre del er angitt. Videre pekes på toppluggens plassering
Kilde: DnV

Etter ulykken kunne det konstateres at tankene hadde tålt den belastningen de ble utsatt for under brannen uten å revne. Den forreste tanken hadde imidlertid en utbuling relativt høyt oppe på den endebunnen som hadde vært brannbelastet, se fig. 6.4. Dette kunne være en indikasjon på at materialet i tanken hadde vært utsatt for belastninger meget nær tålegrensen.

Kommisjonen besluttet derfor å gjennomføre en materialteknisk undersøkelse av tankene for å avdekke hvor store belastninger materialene i tankene hadde vært utsatt for. Kommisjonen inngikk avtale med DnV om slik undersøkelse 20. juni 2000. Rapporten, DnVs materialtekniske rapport, er inntatt som vedlegg 6.

Det fremgår av Kommisjonens mandat til DnV at Kommisjonen blant annet ønsket svar på følgende spørsmål:

- Hvor mye svakere hadde materialet i tankene blitt som følge av brannen?
- Var skadene og konsekvensene av disse som det kunne forventes?
- Hvor nær var tankmaterialet brudd under brannen?

DnV gjennomførte oppdraget både i form av feltundersøkelse av tankene på Alnabru og laboratorieundersøkelser og testing av materialprøver fra tankene i eget laboratorium. DnV leverte sin rapport 24. juli. Rapporten hadde følgende konklusjoner:

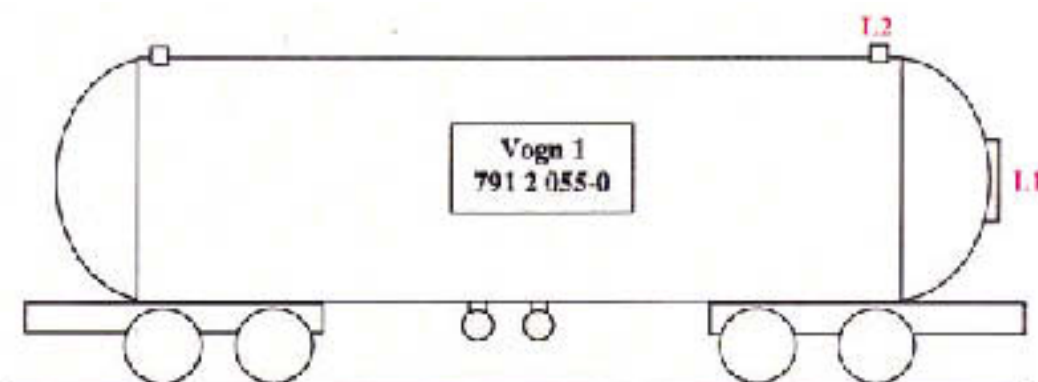
- Boltene strekkfasthet, som oppgitt i spesifikasjonen for boltene materiale, stemmer ikke overens med strekkfastheten spesifisert av VTG-Lehnkering AG. De testede materialegenskapene er som forventet for denne type materialer, og ingen feil eller defekter med betydning for de observerte skadene på bolter og muttere er blitt avdekket. Heller ingen defekter eller mangler i materialet til disse komponentene, som kan ha forårsaket lekkasjen, har blitt avdekket i de undersøkte prøvene.
- Betydelige skader, som brannskader, brudd, sprekker eller store deformasjoner, har ikke blitt observert på pakningen til mannhullet. Ingen indikasjoner på at pakningen er skyld i lekkasjen er funnet.
- Prøver av materialet i pluggene på taket til de to vognene, se fig. 6.4, viser at materialet i disse pluggene har forskjellig mikrostruktur. Dette betyr at pluggene mest sannsynlig har vært levert i forskjellige varmebehandlingstilstander.
- Avrivning av bolter, se fig. 6.3, to ved hvert mannhull, regnes, etter ekskludering av andre årsaker, som den mest sannsynlige forklaringen til lekkasjen ved mannhullet på vogn 1. At boltene har blitt revet av som følge av kollisjonen er som forventet for utenpåliggende bolter med en utsatt plassering. Lekkasje som følge av avrevne bolter anses som rimelig.
- Testing og undersøkelse av tankmaterialet, viser at dette ikke har blitt betydelig svekket av å bli oppvarmet og avkjølt igjen. Den maksimale permanente svekkelsen av strekkfastheten er på ca. 4 %. Likevel regnes det som sannsynlig at materialets styrke var betydelig redusert mens det var oppvarmet under brannen.
- Tankmaterialet har ikke vært varmere enn 700°C under brannen.
- Den observerte utbulingen på tanken til vogn nr. 1 er mest sannsynlig et resultat av plastisk deformasjon som følge av høy temperatur og høyt trykk under brannen. Utbulingen indikerer derfor at tankmaterialet har vært overbelastet med hensyn til plastisk deformasjon. Testresultater fra lignende materialer viser at både

flytegrense og strekkfasthet avtar betydelig ved opphøyde temperaturer samtidig som forskjellen mellom disse størrelsene blir liten. De nevnte testresultatene indikerer derfor at tankmaterialet var nær bruddbelastning under brannen.

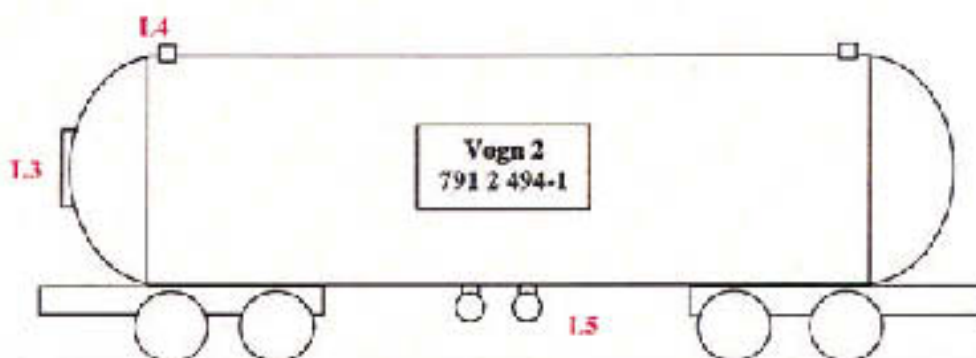
- Høy lokal temperatur har vært en konsekvens av brannen. Denne høye temperaturen har gitt redusert materialstyrke og økt gasstrykk i tanken. Når kombinasjonen av disse to faktorene blir kritisk, er plastisk deformasjon etterfulgt av et eventuelt brudd forventet. Hvorvidt en slik kombinasjon nås, avhenger av forholdet mellom oppvarming og avkjøling av tankmaterialet.

De resultater som kom frem i forbindelse med de materialtekniske undersøkelsene har dannet grunnlag for Kommisjonens vurdering av hvor nær man var den virkelige store katastrofen på Lillestrøm. Dette beskrives i kap. 9.2 og 9.3.

De foretatte undersøkelser av tankene og lekkasjeraten har igjen dannet grunnlaget for beregninger foretatt av ComputIT. Blant annet ble Kjelforeningen Norsk Energi bedt om å finne antall lekkasjepunkter og bestemme lekkasjeraten for begge tankene. Påvisning av lekkasjepunktene ble blant annet gjennomført ved IR-fotografering av Termek AS på oppdrag fra Kjelforeningen Norsk Energi. Det ble påvist fem lekkasjepunkter på de to tankene, se fig. 6.5 og 6.6. Begge tanker hadde lekkasje mellom mannlokk og mannhullsflens og ved innfesting for toppluggen. I tillegg ble det påvist lekkasje i bunnventilen til forreste tank.



Figur 6.5 Lekkasjepunkter på vogn 1
Kilde: Kjelforeningen



Figur 6.6 Lekkasjepunkter på vogn 2
Kilde: Kjelforeningen

Kommisjonen er av den oppfatning at det ikke var lekkasje fra bunnventilen mens brannen pågikk. Alle observasjoner som ble gjort på stedet tyder også på det. Grunnen til at det ble målt lekkasje i bunnventilen i ettertid skyldes etter Kommisjonens oppfatning at det under lekkasjetestene ikke var tilsvarende trykk i tankene som da de inneholdt propan. ComputITs beregninger er behandlet i kap. 9.2 og 9.3.

6.5 Oppsummering

I forbindelse med kollisjonen kom boltene til mannlokkene på de to tankene i inngrep med hverandre. Dette skyldtes at de to tankvognenes mannlokk stod mot hverandre, og at disse stikker ut fra tanken. To bolter på hver tank ble skadet og det oppstod lekkasje av propan mellom flensen og mannlokket på begge tankene. Gassen ble antent og tankene ble utsatt for langvarig varmebelastning fra brannen som vedvarte i flere dager.

Tanken som gikk nærmest lokomotivet hadde etter brannen en utbuling. Dette var mest sannsynlig et resultat av plastisk deformasjon som følge av høy temperatur og høyt trykk under brannen. Dette indikerer at tankmaterialet var nær bruddbelastning under brannen og at man var derfor svært nær en stor katastrofe. På hvilket tidspunkt denne utbulingen kan ha oppstått diskuteres nærmere under kap. 9.3.

Lekkasjen som i løpet av brannen oppstod ved pluggene på tankenes topp var av liten betydning for den belastningen tankene ble utsatt for, men skapte usikkerhet og dramatikk i forbindelse med redningsaksjonen fordi man ikke var kjent med at det fantes slike plugg. Dermed antok man at det kunne være en begynnende sprekkdannelse i tanken da man oppdaget at det brant rundt pluggene natten mellom torsdag og fredag, jf. pkt. 3.7.7. Lekkasjen i pluggen antas å ha oppstått som følge av langvarig varmebelastning.

7 Transport av farlig gods på jernbanen

Kommisjonen skal i henhold til sitt mandat vurdere de forutsetninger som er lagt til grunn for transport av farlig gods på jernbane. Lillestrøm-ulykken viste at risikoen for alvorlige ulykker ved transport av farlig gods er meget stor, særlig gjennom tettbygde strøk. Kommisjonen har undersøkt reglene for transport av farlig gods og om de, i lys av erfaringene fra ulykken på Lillestrøm, kan og bør endres.

Ulykker med farlig gods må forebygges gjennom å ha en høy jernbanesikkerhet generelt. I tillegg må man fokusere på risikopotensialet ved det farlige godset som transporteres. Kommisjonen tar i dette kapitlet opp konkrete tiltak som vil kunne medføre lavere risiko ved transport av farlig gods gjennom tettsted og tiltak, spesielt rettet mot transport av farlige gasser.

7.1 Regelverket

7.1.1 Regler for jernbanevirksomheten

For jernbanevirksomheten generelt gjelder følgende regelverk:

- Lov 11. juni 1993 nr. 100 om anlegg og drift av jernbane, herunder sporvei, tunnelbane og forstadsbane m.m. (jernbaneloven),
- Departementets forskrift 22. juli 1994 nr. 746 om krav til anlegg og drift av jernbane, herunder sporvei, tunnelbane og forstadsbane m.m. (kravforskriften),
- Departementets forskrift 10. juli 1997 nr. 782 om tillatelse til å drive jernbanevirksomhet, herunder sporvei, tunnelbane og forstadsbane m.m. (tillatelsesforskriften),
- Jernbanetilsynets forskrift 23. desember 1999 nr. 1402 om krav til styring og oppfølging av forhold relevant for sikker trafikkavvikling på jernbane, herunder sporvei, tunnelbane og forstadsbane m.m. (sikkerhetsforskriften).

I tillegg har Jernbaneverket utferdiget trafikksikkerhetsbestemmelser (JD-serien). Gjennom en egen avtale, sportilgangsavtalen, pålegges NSB BA og andre operatører på jernbanenettet å følge disse bestemmelsene.

For en bredere omtale av reguleringen av jernbanevirksomheten vises til Kommisjonens fremstilling i Åsta-rapporten (NOU 2000:30).

7.1.2 Særlige regler for transport av farlig gods

Regelverket for frakt av farlig gods på jernbane bygger hovedsakelig på internasjonale avtaler. "Overenskomst om internasjonal jernbanetrafikk" (COTIF) er en traktat om internasjonal jernbanefrakt, og er ratifisert av de fleste europeiske stater, herunder Norge, samt en del stater i Nord-Afrika og Midtøsten. COTIF er fra 1980, men det foreligger en endringsprotokoll fra 1999 som ennå ikke er ratifisert.

Som en integrert del av COTIF finner vi ”Regulation concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Rail”, RID, som regulerer frakt av farlig gods med jernbane. I henhold til COTIF gjelder RID bare for internasjonal transport mellom de stater som er tilsluttet traktaten.

Rådsdirektiv 96/49/EF pålegger alle stater innen EU-/EØS-området å legge RID til grunn også for nasjonal jernbanetransport. Gjennom EØS-avtalen er Norge forpliktet til å etterkomme direktivets pålegg. Pålegget er fulgt opp gjennom ”Forskrift om transport av farlig gods på veg og jernbane” av 20. desember 1996, landtransportforskriften, som implementerer RID i norsk rett, jf. forskriftens § 1-2. Ansvaret for oppfølging og tilsyn med landtransportforskriften er delegert til DBE.

Farlig gods er i RID oppdelt i ni ulike klasser, delt inn etter godsets art. Det er gitt ulike transportbestemmelser for hver klasse, i tillegg til at det finnes særbestemmelser for enkeltstoffer. Den relevante klasse for propan er “gasser”, RID klasse 2. Klasse 2 er igjen inndelt i åtte siffer, hvor propan inngår under siffer 2 “flytende gasser med kritisk temperatur 20°C eller høyere”. Stoffene under de forskjellige siffer er videre gruppert i henhold til fareegenskaper. Propan inngår i gruppe F, “brennbare gasser”. Det er således transportreglene i RID klasse 2, siffer 2F, som gjelder for jernbanetransport av propan. Reglene for transport av alle typer gasser er imidlertid stort sett like.

7.1.3 Regelverkets struktur

Kommisjonens gjennomgang av regelverket for transport av farlig gods på jernbanen har vist at dette er lite oversiktlig og til dels vanskelig tilgjengelig. For det første er man nødt til å kombinere regelverk på mange forskjellige nivåer, fra våre internasjonale forpliktelser i COTIF og EU-direktivet, til jernbaneloven med mange tilhørende forskrifter og ned til Jernbaneverkets trafiksikkerhetsbestemmelser og NSB Gods’ interne regler. For det andre er regelverket til en viss grad dårlig samordnet, for eksempel synes det unødvendig med så mange ulike forskrifter med til dels overlappende virkeområde og formål. For det tredje er regelverket ikke tilpasset omorganiseringen av det gamle NSB, noe som fører til uklarheter og tvilsspørsmål.

Kommisjonen er av den oppfatning at det er et stort potensiale for en klargjøring og forenkling av det eksisterende regelverk, og at en slik forbedring kan medføre sikkerhetsgevinster. Det er mer sannsynlig at regelverket blir fulgt hvis det er oversiktlig og lettere tilgjengelig. Det må også antas at kontrollmyndighetenes oppgave blir enklere. Videre vil en strukturell forbedring føre til klarere ansvarslinjer, noe som blant annet kan lette den daglige oppfølging av driften.

Konkrete forslag til ny regelstruktur krever et omfattende utredningsarbeid som ligger utenfor Kommisjonens mandat. Kommisjonen vil likevel peke på at regelverket bærer preg av at det til dels ble etablert før delingen av NSB i 1996. Det er nødvendig å tydeliggjøre i det enkelte regelverk hvilket organ som er pliktsubjekt. Kommisjonen mener også det bør vurderes om ikke de ulike forskriftene kan slås sammen helt eller delvis, eventuelt også hvorvidt noen av forskriftsreglene bør trekkes opp på lovsnivå.

For transport av farlig gods på vei finnes et tilsvarende regelverk til RID, ADR. RID er strukturert slik at alle bestemmelser er sortert under den enkelte klasse. ADR er

derimot tematisk inndelt, slik at bestemmelser som omhandler avsender og transportør er adskilt. Dette gjør pliktsubjektet etter de ulike reglene klarere enn i RID. Avsender- og transportørdelen er igjen delt inn i en generell og en spesiell del, slik at de regler som er felles for klassene fremgår klart. Avvik for enkeltstoffer fremgår i den spesielle delen. I RID vil altså reglene for både avsender og transportør, generelle som spesielle, være samlet under den enkelte klasse. Kommisjonen er av den oppfatning at ADR er bedre og mer oversiktlig strukturert enn RID.

7.1.4 Forholdet til RID-regelverket

Et sentralt spørsmål er hvorvidt Norge kan supplere eller gi strengere regler enn hva som fremgår av gjeldende RID. EUs Rådskdirektiv 96/49/EF setter rammene for en slik adgang. Formålet med direktivet er å legge til rette for fri flyt av transporttjenester mellom medlemsstatene, og derigjennom fjerne hindringer for fri konkurranse innen EU-/EØS-området. En størst mulig grad av harmonisering av regelverket er således nødvendig, og adgangen til nasjonale tilpasninger er derfor begrenset.

Norske myndigheter er følgelig i det alt vesentlige henvist til å følge reglene i RID. RID kan kun fravikes i den grad det direkte fremgår av direktivet. Det er likevel enkelte åpninger for nasjonale tilpasninger. Slike vil bli belyst i forbindelse med behandlingen av de aktuelle konkrete forhold.

RID-reglene fastsettes av Committee of Experts for the Carriage of Dangerous Goods i OTIF (The Intergovernmental Organisation for International Carriage by Rail). Alle land knyttet til OTIF (40 nasjoner) har møte- og stemmerett. Hver nasjon har en stemme og vedtak skjer ved simpelt flertall.

Alle nasjoner har anledning til å fremme forslag om endring av reglene i RID. Norge kan således påvirke regelverket ved aktivt å komme med forslag til nye regler eller endringer.

7.1.5 Transportørens ansvar

Det påhviler trafikkselskapet som disponerer det rullende materiell, her NSB BA, å påse at dette tilfredsstiller gjeldende krav, jf kravsforskriften § 4. NSB BA plikter dessuten å følge de regler for frakt av farlig gods med jernbane som fremgår av landtransportforskriften og RID, jf forskriftens § 1-3, første ledd.

Med hensyn til konstruksjon og vedlikehold av gasstanker, begrenser NSB BAs ansvar seg til å avvise tankene dersom de ikke er merket i henhold til kravene i RID. Dersom materiellet er merket i tråd med kravene, kan ikke NSB BA avvise tankene. Ansvar for at materiellet er bygget og vedlikeholdt i henhold til kravene i RID påhviler den som eier eller leier materiellet, her Statoil, jf landtransportforskriften § 4-3 jf § 1-3 annet ledd..

NSB BA har en egen enhet for godstransport, NSB Gods.

7.2 NSB Gods

NSB Gods er en selvstendig resultatenhhet i NSB BA og er den dominerende godsoperatøren på det norske jernbanenettet. Som operatør har NSB Gods ansvar for

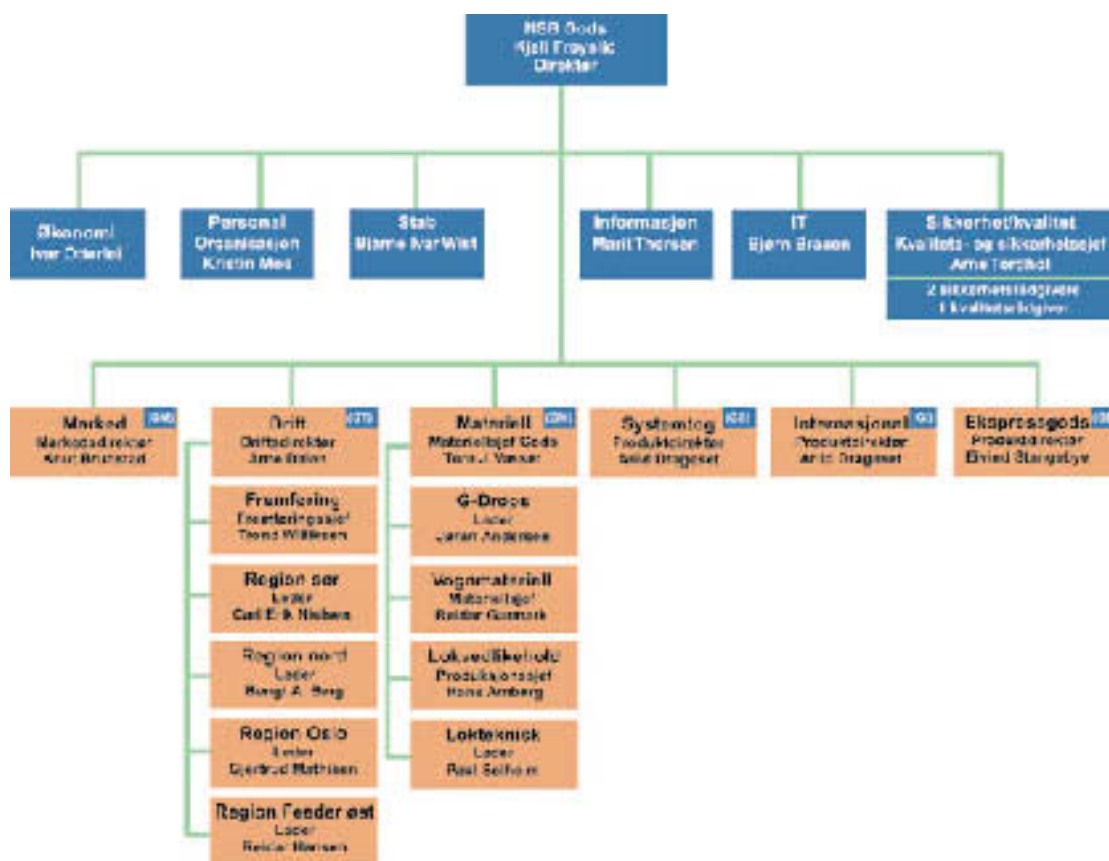
at transporten skjer i henhold til de krav lovverket, sportilgangsavtalen og Jernbaneverkets trafikksikkerhetsbestemmelser stiller.

Det overordnede sikkerhetsansvar i NSB BA ligger hos konsernsjefen. Ansvaret for trafikksikkerhet for øvrig ligger i linjen. Det vil si at ledelsen i NSB Gods har ansvaret for sikkerheten ved transport av farlig gods.

7.2.1 Organisasjon og ansvar for farlig gods

NSB Gods er i hovedsak organisert ut fra sine produkter og var 1. april 2000 organisert i seks produktenheter, se fig. 7.1. Materiellenheten har ansvar for trekraft og vognmateriell for all godstrafikk, herunder vedlikehold. Driftsenheten har ansvar for terminaltjenester og fremføring av vognlast, det vil si den godstrafikktype som var involvert på Lillestrøm.

Godstransportvirksomhet involverer både eget og andres materiell. Eksempelvis tilhørte gasstankvognene som var involvert i ulykken på Lillestrøm det tyske firmaet VTG.



Figur 7.1 Organisering av NSB Gods pr. 1. april 2000

Direktøren for NSB Gods har det overordnede ansvaret for sikkerhetsarbeidet. I stab har NSB Gods en egen sikkerhets- og kvalitetsleder. Denne stillingen ble etablert høsten 1998. Fra 1999 har NSB Gods også en egen faggruppe som skal være rådgiver

for godsdirektøren og linjelederne når det gjelder trafiksikkerhet, inklusive håndtering av farlig gods.

Forskrift om sikkerhetsrådgiver i virksomheter som driver med transport av farlig gods ble gitt i september 1999 og krever at den ansvarlige for virksomheten skal sørge for at det utpekes en eller flere sikkerhetsrådgivere. Disse skal se til at virksomheten foregår på en sikker måte. Blant annet skal de påse at bestemmelsene om transport av farlig gods overholdes og sørge for at det utarbeides en årlig rapport om håndteringen av farlig gods, herunder antall uhell eller tilløp til uhell. Videre skal sikkerhetsrådgiver sørge for at de ansatte som arbeider med farlig gods får hensiktsmessig opplæring og detaljerte instruksjoner om hvordan arbeidet skal utføres. Kvalifikasjonskravene til den som ansettes som sikkerhetsrådgiver følger av forskriften, jf. forskriftens § 3-2 og § 3-3.

To medarbeidere i NSB Gods var utpekt som sikkerhetsrådgivere da ulykken på Lillestrøm inntraff.

7.2.2 Styringssystem

I overensstemmelse med kravforskriften fra 1994, innførte NSB BA fra 1. juni 1999 risikobasert sikkerhetsstyring i sitt overordnede styringssystem, AD 60-0. Dette styringssystemet fyller også kravene i sikkerhetsforskriften fra 1999.

Kravforskriften § 2 og sikkerhetsforskriften § 7 krever at det skal settes opp klare mål for trafiksikkerheten som virksomheten kan måles opp mot. Slike mål er ikke fastsatt hva gjelder transport av farlig gods.

I tillegg til det overordnede styringssystemet har NSB Gods egne styringsdokumenter som regulerer forhold av betydning for transport av farlig gods. G-60 gir sikkerhetsbestemmelser for produksjon og fremføring av godstog, testing og prøving av bremses og håndtering av farlig gods. G-71 stiller krav til kvalitetskontroll, sikkerhetskontroll og vedlikehold av godsvogner. G-62 behandler krav til opplæring i trafiksikkerhet.

7.2.3 Internkontroll

Kapittel 6 i NSB BAs styringssystem (AD-00) krever at "alle enheter i morselskapet skal dokumentere etterlevelse av kravene i NSBs styringssystem (AD-serien)", herunder utøve internkontroll. Da Jernbanetilsynet og DBE 12. november 1999 avsluttet en systemrevisjon av NSB Gods, kom de til den felles konklusjon at tilfredsstillende internkontroll ikke var etablert. Flere avvik fra landtransportforskriften ble konstatert. Lokale variasjoner i rutiner og praksis i arbeidet med å ivareta sikkerheten i forbindelse med håndtering av farlig gods ble påvist, og man fant ikke ledelsens styrings- og kvalitetskontroll på dette området tilfredsstillende.

I rapporten fra Tilsynets og DBEs systemrevisjon, beskrives blant annet at linjeledere ikke kan dokumentere at de systematisk forsikrer seg om at sikkerheten ivaretas. En del av de linjeledere som ble intervjuet opplyste at deres oppfølging stort sett begrenset seg til å utgi styringsdokumenter eller sende ut skriv, og at de hadde tillit til at personell nedover i linjen utførte sine oppgaver tilfredsstillende.

NSB Gods utarbeidet etter tilsynet en plan for korrigerende tiltak under ledelse av trafiksikkerhetsgruppen. Før ulykken på Lillestrøm fant sted var 25 av i alt 68 tiltak gjennomført. Kommisjonen har ikke funnet at de tiltak som ennå ikke var gjennomført kan ha hatt betydning for at ulykken fant sted. Mange av tiltakene er imidlertid av vesentlig betydning for en sikker transport av farlig gods generelt.

Når det gjelder bremses har vi i kap. 5.4 vist at NSB Gods ikke har tilfredsstillende kontroll med vedlikeholdet, og med at den reelle bremseevnen er i overensstemmelse med den teoretiske. Det er viktig at internkontrollen griper fatt i dette og sørger for at man har kontroll med hvilke bremses et tog reelt har. Dette gjelder selvsagt de godstog som frakter farlig gods, men også de øvrige godstog. Tilsynet bør påse at dette følges opp, jf. kap. 5.4.

NSB Gods leier lokomotivførere fra konsernenheten Drift og teknikk. Disse kjører både person- og godstog. Ved innleie forutsetter NSB Gods at lokomotivførerne fyller de krav enheten setter til opplæring for så vidt gjelder godstransport generelt og transport av farlig gods spesielt. Ved revisjonstidspunktet var dette ansvaret og godsenshetens krav til opplæring i farlig gods ikke klarlagt.

Landtransportforskriften krever at det gjennomføres systematisk opplæring og oppfriskning av kunnskap om farlig gods. I april 2000 hadde man i NSB BA fått klarlagt ansvaret for denne opplæringen. Men man hadde ennå ikke fått utarbeidet de nødvendige opplæringsmoduler eller gjennomført kurs for viktige personalgrupper. Planlagte beredskapsøvelser i NSB Gods var heller ikke gjennomført.

Ved revisjonen ble det påpekt at farer og problemer ikke var kartlagt, og videre at NSB Gods i liten grad hadde utført risikoanalyser av endringer eller definert risikofaktorer for transport av farlig gods. Denne tilnærmingen har i godsensheten i hovedsak vært brukt på nye prosjekter som vurdering av godstransport på Gardermobanen og av Jet-Fuel-transporter, men er ikke brukt innenfor den løpende virksomheten.

Et viktig tiltak for å få bedre kunnskap om risikoen ved transport av farlig gods er utarbeidelse av risikoanalyser. Grunnlaget for slike analyser er bl.a. data om ulykker og tilløp til ulykker. I NSB BA arbeides det med å utvikle rapporteringssystemet Synergi for at dette skal bli et bedre redskap for å registrere og analysere hendelser med farlig gods. Dette arbeidet og planer for risikoanalyser var ikke ferdig gjennomført i april 2000.

7.2.5 Sikkerhet og effektivitet

Sårbarhetsutvalget trekker i sin utredning (NOU 2000:24) fram risiko knyttet til transport av farlig gods som en nøkkelutfordring innenfor transportsektoren. Utvalget kobler endringen i risikobildet til det faktum at transportbedriftene opererer i et sterkt konkurranseutsatt marked, der man må redusere kostnadene samtidig med at servicenivået skal opprettholdes og de utfordringer ny teknologi og økt hastighet medfører skal ivaretas.

Kommisjonen har i Åsta-rapporten pekt på at sikkerhet synes å ha vært lite fokusert i NSB BA i de senere år. I omstillingsfasen fra forvaltning til forretning har NSB BA prioritert områder der det har vært større avstand mellom mål og resultater enn det som har vært tilfelle innenfor sikkerhet, der resultatene har vært rimelig gode.

Det samme mønsteret finner vi i NSB Gods. Forretningsplanen for 1997 - 2007 slår fast at det overordnede mål for enheten er å produsere lønnsom transport. Denne fokuseringen har bl.a. sin bakgrunn i Stortingets krav til lønnsomhet og det faktum at godseneheten gjennom hele 1990-tallet har hatt et negativt resultat.

NSB Gods er i stor grad utsatt for internasjonal konkurranse. De sentrale elementer i godsenehetens handlingsplaner er derfor knyttet til strategier for å håndtere denne konkurransen, som for eksempel økt satsing på internasjonal alliansebygging, økt markedsføring, kundekontakt o.l. Effektivisering søkes oppnådd gjennom å redusere antallet medarbeidere og gjennom en mer effektiv utnyttelse av materiell og personell. Kommisjonen har ikke funnet at sikkerhet i godstransporten, herunder håndtering av farlig gods, er spesielt omtalt i de senere års konsernplaner, årsmeldinger eller i godsenehetens egne forretningsplaner og strategidokumenter.

7.3 Transport gjennom tettbygde strøk

7.3.1 Identifisering av risikofaktorer

Det sier seg selv at ulykker med farlig gods vil gi større konsekvenser i tettbygde strøk enn utenfor. Kommisjonen har derfor vært særlig opptatt av hvilke farer man står overfor ved transport av farlig gods gjennom tettbygde strøk. En måte å identifisere risikoen på er å foreta risikoanalyser. Kommisjonen har ikke funnet at denne type analyser har vært gjennomført før Lillestrøm-ulykken fant sted.

Kommisjonen har i Åsta-rapporten redegjort nærmere for ulike former for risikoanalyser og viser til denne fremstillingen. Her skal bare kort nevnes en risikoanalyse av godstransport gjennom tettbygde områder må omfatte en rekke forhold, som materiellet med lokomotiv og vogner, typer av farlig gods som transporteres, transportmengder og hyppighet. Disse faktorer må vurderes sammen med lokale forhold som sporstandard, fall, over- og underbygging, signalanlegg og kommunikasjonssystem. Særlig viktig er det å ta hensyn til sikkerhetstiltak på den aktuelle strekning som f.eks. ATC, muligheten for å komme i rask kontakt med togleder og muligheten for å stanse toget i en nødsituasjon.

For transport gjennom tettbygde strøk må man legge spesiell vekt på transport av stoffer som kan forårsake en såkalt BLEVE med de konsekvenser dette kan få for omgivelsene. Det er åpenbart at konsekvensene av en BLEVE i tettbygde strøk er langt større enn i tynt befolkede områder.

For å analysere risikoen for ulykker og mulige konsekvenser av slike, er det nødvendig å ha oversikt over både transportmengder og transportveier. Slik oversikt finnes i dag ikke for transport av farlig gods på jernbanen. Under Kommisjonens høringer kom det fram at NSB Gods ikke selv har oversikt over hvor mye farlig gods de transporterer. Etter Kommisjonens oppfatning bør det utarbeides en oversikt over dette.

Den siste nasjonale kartleggingen av farlig gods i Norge ble gjennomført i 1992. Kommisjonen mener at nye undersøkelser på dette området er av stor betydning for et effektivt og forebyggende sikkerhetsarbeid. Nye undersøkelser bør spesielt få frem omfanget av transport av farlig gods i tettbygde områder.

7.3.2 Risikoreducerende tiltak

Det som mer enn noe vil redusere risikoen er selvsagt en nedgang i mengden farlig gods som transporteres totalt sett på vei og jernbane. Muligens bør det også vurderes om det er stoffer som ikke bør transporteres når behovet måles mot risikoen. Dette er imidlertid politiske spørsmål som ligger utenfor Kommisjonens mandat.

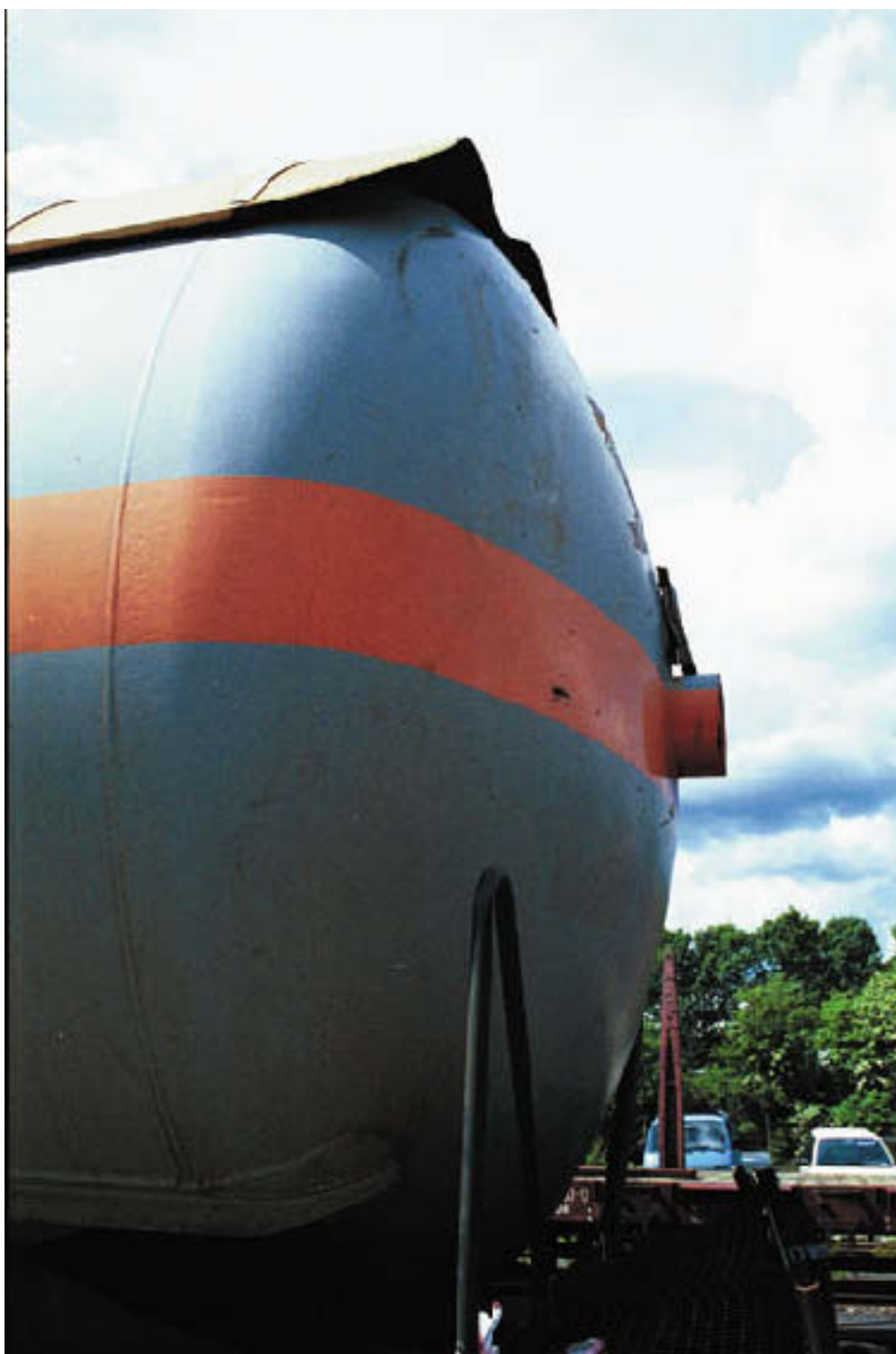
Kommisjonen har vurdert om transport av farlig gods kan overføres til andre transportmidler for å redusere risikoen. Ulykkesrisikoen ved veitransport er imidlertid klart høyere enn på jernbanen, og en overgang til fly eller skip synes i liten grad aktuelt grunnet tilgjengelighet og kapasitet, men også fordi det vil kreve kombinerte transporter i større grad. Kommisjonen er samtidig av den oppfatning at risikoen bør kunne reduseres ytterligere der jernbanetransport av farlig gods går gjennom tettbygde strøk. Aktuelle tiltak er regulering av tidspunkt og hastighet.

Tidsrestriksjoner for frakt av farlig gods, kan skje gjennom å påby at transporten skal foregå om natten når linjenettet har størst kapasitet. Dette bør redusere faren for sammenstøt, og kostnadene for slike tilpasninger vil være begrenset. Et argument mot en slik ordning er at det ofte vil være dårligere beredskap om natten. De praktiske muligheter for en ordning med tidsbegrensninger og hvilke sikkerhetsfordeler som kan oppnås ved dette bør etter Kommisjonens oppfatning undergis en nærmere undersøkelse.

Fastsettelse av hastighet for den konkrete transport ligger innenfor den kompetanse Jernbaneverket har. Det er likevel mulig for lovgiver å fastsette nærmere angitte maksimalhastigheter for visse typer gods som innskrenker Jernbaneverkets generelle kompetanse. Angitte maksimalhastigheter vil i så fall gjelde i den utstrekning Jernbaneverket ikke fastsetter noe annet. Regler om maksimale hastigheter for godstog finnes i NSB Gods styringssystem G-60-7 pkt. 8.2. Maksimalhastigheten varierer mellom 80 og 100 km/t, avhengig av lastens størrelse, togets lengde og togets bremseprosent. Det har imidlertid ingen betydning for hastighetsgrensene hvorvidt godset anses som farlig eller ikke.

Kommisjonen er av den oppfatning at det bør vurderes nærmere hvorvidt en senkning av fartsgrenser for tog som frakter farlig gods kan gi en sikkerhetsforbedring. Det synes hensiktsmessig med en nærmere gradering av fartsgrensene avhengig av faregrad. I dag er det ingen forskjell på fartsgrenser for frakt av helt ufarlig gods og det mest eksplosive gods. Det bør også vurderes en gradering av fartsgrenser i forhold til omgivelsene, slik at frakt av farlig gods gjennom tettbygde strøk må gå med redusert hastighet.

Dersom man etter en nærmere undersøkelse finner det hensiktsmessig med en generell senkning av fartsgrensene, eventuelt en mer gradert inndeling i forhold til fareklasse eller omgivelser, mener Kommisjonen at slike regler bør gis i lov eller forskrift.



Figur 7.2 Tankene hadde en utstikkende sylindrisk del i motsatt endebunn
Kilde: DnV

7.4 Krav til materiell

Ved frakt av farlig gods kommer to regelverk til parallell anvendelse når det gjelder rullende materiell. Bestemmelser knyttet til lokomotiv, vogner og togets bremsesystem fremgår av de alminnelige reglene i kravsforskriften. Disse stiller ikke særlige krav til materiell som frakter farlig gods. Ved frakt av farlig gods suppleres kravsforskriftens regler av særlige bestemmelser i landtransportforskriften som igjen viser til RID. RID har blant annet krav til styrke og strekkfasthet i tanker som skal frakte farlig gods.

Av kravsforskriften § 4 fremgår at materialet skal bygges i henhold til internasjonale eller nasjonale standarder. De standarder som ønskes anvendt må godkjennes av Jernbanetilsynet. Materiell som skal brukes i internasjonal trafikk må tilfredsstille kravene som er oppstilt av den internasjonale jernbaneunionen, UIC (Union International de Chemin de fer). For nasjonal transport gjelder ikke noe slikt absolutt krav, men UIC-kravene vil være blant de standarder Jernbanetilsynet vil akseptere.

Tanker som brukes til frakt av farlig gods må være i slik stand og ha slikt utstyr at transporten kan gjennomføres i samsvar med RID, jf. landtransportforskriften § 4-3, jf. § 4-1.

7.4.1 Gasstankers plassering i toget

Gasstankenes plassering i forhold til hverandre kan ha hatt betydning for ulykken på Lillestrøm. Det finnes imidlertid som tidligere nevnt ingen regler i RID med hensyn til i hvilken retning tankene skal være orientert under transport. Tankenes orientering er tilfeldig, og i dette tilfellet stod mannlokkene som nevnt mot hverandre. I forbindelse med kollisjonen støtte mannlokkene sammen. Dette resulterte i at bolter som fester mannlokkene ble skadet og gasslekkasje ved mannhullene oppstod.

Et spørsmål som Kommisjonen har reist er hvorvidt gasslekkasje hadde oppstått dersom mannlokkene ikke hadde vært orientert mot hverandre. Det fantes også utstikkende elementer på den andre endebunnen av tankene, i form av en kort sylindrisk del plassert midt på endebunnen av hver tank, se fig. 7.2. Denne kunne sammen med tilsvarende utstikkende del på motstående tank eller sammen med mannlokket på den andre tanken ha bidratt til skader som ville ført til gasslekkasje. Man hadde derfor ikke nødvendigvis unngått gasslekkasjene dersom tankene hadde vært orientert annerledes.

Gasstankene var som tidligere nevnt plassert nærmest lokomotivet. Det er ikke gitt regler for gasstankers plassering i togsettet. Vognene plasseres derfor i hovedsak etter en sammenskiftingsplan med grunnlag i vognenes bestemmelsessted og de skifteprosedyrer som gjelder ved de enkelte bestemmelsesstedene. Det tas således ikke hensyn til farlig gods ved plassering av vognene.

Hadde gasstankvognene vært plassert lenger bak i togsettet ville kollisjonsenergien i dette tilfellet i større grad vært fanget opp av vogner uten farlig gods, og gasslekkasjene sannsynligvis vært unngått.

Krav til plassering av farlig gods i togsett vil i prinsippet innebære krav om dekningsvogn. Med dekningsvogn menes vogn uten farlig gods som plasseres mellom

lokomotiv og farlig gods, eller mellom forskjellige vogner med farlig gods. I RID finnes det kun én regel om bruk av dekningsvogn. Det er mellom en vogn med eksplosiver og en vogn med brannfarlige eller oksiderende stoffer. Tidligere benyttet man i Norge dekningsvogner i langt større grad enn RID nå påbyr. NSBs Trykk 402, som ble opphevet da RID ble innført, påbød utstrakt bruk av dekningsvogn.

I forbindelse med Lillestrøm-ulykken ville en dekningsvogn uten utstikkende eller skadevoldende elementer mellom lokomotivet og forreste gasstankvogn, og i tillegg en dekningsvogn mellom de to tankvognene, gitt langt mindre belastning på tankene ved kollisjonen, og Kommisjonen antar at lekkasjene ikke hadde oppstått.

Kommisjonen savner bevissthet med hensyn til plassering av farlig gods i godstog under transport, slik at risikoen for skade ved kollisjon eller avsporing kan bli minst mulig. Kommisjonen er videre av den oppfatning at det bør vurderes å innføre regler om hvor farlig gods skal plasseres i et tog, herunder krav til orientering av tanker og krav om dekningsvogner.

Norske myndigheter har kompetanse til å pålegge særskilt plassering av gasstankvogner, både med hensyn til orientering og hvor i toget de skal plasseres under nasjonale transporter, jf. Rådsdirektivets art. 1 pkt. 2. De har imidlertid ikke kompetanse til å forby tanker med utstikkende eller skadevoldende elementer. Gasstankene som var involvert på Lillestrøm kunne følgelig ikke vært nektet transportert av norske myndigheter, men kunne vært plassert slik at mannlokkene eller andre skadevoldende elementer hadde blitt ufarlige.

7.4.2 Krav til gasstankers utforming

DnV har som nevnt på oppdrag fra Kommisjonen foretatt undersøkelser av de to gasstankene involvert i ulykken på Lillestrøm. Hensikten med oppdraget var også å undersøke hvorvidt tankene tilfredstilte de krav som er oppstilt i RID. DnV har konkludert med at det bare forelå marginale avvik fra kravene når det gjelder tankenes konstruksjon og tåleevne. Disse avvikene hadde i følge DnV ikke innvirkning på ulykkesforløpet. Rapporten følger som vedlegg 6 til nærværende rapport.

Flere forhold ved tankenes konstruksjon hadde som nevnt foran betydning for at det oppstod en gasslekkasje. Det finnes ingen regler i RID vedrørende plassering av mannlokk, bruk av utenpåliggende muttere eller krav til materiale i pakning, bolter og muttere som fester mannlokket.

De involverte tankene var utstyrt med såkalte soltak, se fig. 6.2. Soltak er metallplater som er plassert like over tanken for å skjerme mot soloppvarming som kan påvirke lastens trykk. Dette er hensiktsmessig i land med sterk sol. På Lillestrøm var imidlertid disse soltakene til hinder for redningsmannskapenes arbeid. Bruken av soltak er ikke regulert i RID.

Som nevnt i kap. 6.1 var tankene utstyrt med plugger på toppen til bruk ved trykkprøving, se fig. 6.4. Under redningsaksjonen på Lillestrøm oppstod det gasslekkasje og brann ved toppluggene. DnV har i de materialtekniske undersøkelsene ikke funnet regler om plassering av topplugger i tanker eller krav til materialet i slike.

For alle de ovennevnte forhold gjelder at Rådskonferansen forhindrer norske myndigheter fra å innføre krav ut over de som er fastsatt i RID. Kommissjonen vurderer imidlertid minimumskravene til gasstanker i RID-regelverket som lite omfattende og lite detaljert sammenlignet med materialkravene som stilles i tilsvarende regelverk for gasstanker brukt til andre formål.

Det bør etter Kommissjonens oppfatning fremmes forslag om forbedringer av gjeldende regelverks krav til kollisjonssikkerhet for gasstanker for jernbanetransport fra norske myndigheters side. Forslagene bør omfatte annen plassering av mann hullene, innfelling av bolter og muttere, samt alternative tetningsmekanismer for topppluggene som medfører redusert risiko ved transport av propan og tilsvarende stoffer.

7.5 Oppsummering

Norge er gjennom COTIF og EUs Rådskonferanse forpliktet til å legge det internasjonale regelverket RID til grunn ved all transport av farlig gods på jernbanen. Rådskonferansen åpner bare i liten grad for nasjonale tilpasninger til regelverket. Endringer må derfor skje gjennom aktiv påvirkning av RID-reglene.

De begrensede muligheter for nasjonale tilpasninger som finnes, er ikke utnyttet i Norge. Blant annet har Norge full anledning til å supplere RID med regler om godsvognerens plassering i togene og krav om dekningsvogn ved nasjonale transport. Kommissjonen mener at muligheten for å redusere risiko ved hjelp av bedre regler på dette området må kartlegges.

Kommissjonen har konstatert at NSB BA har startet arbeidet med å bygge opp et system for risikostyring og internkontroll i henhold til lovverkets krav, både generelt og når det gjelder håndtering av farlig gods. Da ulykken på Lillestrøm fant sted var dette arbeidet ikke fullført, og systemet hadde fortsatt mangler. Kommissjonen har ikke funnet at disse manglene hadde betydning for ulykken. Kommissjonen vil imidlertid understreke betydningen av et fullverdig sikkerhetsstyrings- og internkontrollsystem, for å oppnå en sikker håndtering av farlig gods.

For å forebygge ulykker med store konsekvenser bør det gjennomføres særskilte tiltak som reduserer risikoen ved transport av farlig gods gjennom tettbygde strøk. De tiltak Kommissjonen ser som aktuelle og realistiske å gjennomføre omfatter tids- og hastighetsbegrensninger for transporten. Kommissjonen mener videre man bør vurdere bruk av dekningsvogner, krav til sammenstilling av togsett med farlig gods, samt å innføre nye krav til utforming av gasstanker.

8 Analyse av årsakene til kollisjonen og gasslekkasjen

I denne delen av rapporten vil Kommissjonen på bakgrunn av de bevis som foreligger, den dokumentasjon som er gjennomgått og de tekniske og andre undersøkelser og beregninger som er gjennomført, foreta en analyse av årsaksforholdene i tilknytning til ulykken.

Innledningsvis vil de mulige direkte årsaker til kollisjonen gjennomgås. Deretter analyseres de mulige årsaker som kan forklare kollisjonen. Også de bakenforliggende årsaker til at kollisjonen inntraff behandles.

I tillegg til selve kollisjonsårsaken har Kommissjonen sett det som viktig å analysere de direkte og bakenforliggende årsakene til at gasslekkasjene i tankvognene oppstod, noe som i sin tur skapte den dramatiske situasjonen på Lillestrøm.

8.1 Mulige direkte årsaker til kollisjonen

Umiddelbart etter kollisjonen ble det klart at den direkte årsaken til kollisjonen var bremsesvikt i tog 5781. Kommissjonen har på denne bakgrunn foretatt en grundig gjennomgang av de mulige årsaker til bremsesvikten, og hvordan den kunne være så betydelig som den viste seg å være.

8.1.1 Mangler ved bremsesystemet

De undersøkelser som er gjennomført av ulykkesmateriellet for å finne årsaken til den betydelige bremsesvikten i tog 5781, er redegjort for i kap. 5.5. Undersøkelsene viser at togets reelle bremseevne var dårligere enn lokomotivfører Jensen utfra godsvognoptaket kunne forvente. Godsvognoptaket tilsa at toget skulle ha en bremseprosent på 77. Bremseprosenten angir det konkrete togets bremseevne. Den kan være høy eller lav. Poenget er imidlertid at togets hastighet bestemmes ut fra bremseprosenten. Er således bremseprosenten satt for høyt i forhold til togets reelle bremseevne, blir følgelig farten satt for høyt. Klosstrykk- og bremseveismålinger som er gjennomført på ulykkesmateriellet viser at tog 5781 bare hadde en reell bremseprosent på 57. Dette tilsvarer 2/3 av den bremseevne som fremgikk av godsvognoptaket.

Kommissjonen har beregnet bremseveien for toget basert på at den reelle bremseevnen tilsvarte en bremseprosent på 57 %. Med en slik bremseprosent, og en utgangshastighet på 85 km/t ved Sagdalen blokkpost, ville den beregnede bremsevei vært ca. 800 meter, se fig. 8.1. Avstanden fra Sagdalen til kollisjonsstedet er ca. 1620 meter, og toget ville således ha stanset i god tid før kollisjonsstedet. Beregningen er basert på et fall på 17 ‰, en bremsetilsettingstid på fem sekunder og en hastighet på 85 km/t ved passering Sagdalen blokkpost, som tilsvarer strekningens tillatte hastighet på 80 km/t pluss en oppjustering av hastigheten på 5 km/t på grunn av avvik mellom hastighetsmåler og reell hastighet.

Med en hastighet på 102 km/t ved Sagdalen blokkpost, som toget hadde, ville den beregnede bremseveien vært rundt 1000 meter. Tilsettingstid er da ikke tatt med, fordi en lokomotivfører ville tilsatt brems før forsignalet i denne hastigheten. Toget ville ikke kunnet stanse før innkjørsignalet som er plassert 797 meter etter forsignalet, men i god tid før kollisjonsstedet selv med de dårlige bremsene. Den hastighetsprofil toget hadde ulykkesnatten viser imidlertid en langt svakere bremseevne enn en bremseprosent på 57 skulle tilsi.

8.1.2 Mulige årsaker til hovedbremsesvikten

Det har vært foretatt ulike undersøkelser, rekonstruksjoner av kjøringen ulykkesnatten mv. for å forklare årsaken til at tog 5781 hadde en betydelig dårligere brems enn hva undersøkelser og målinger av ulykkesmateriellet tilsier. Denne delen av bremsesvikten benevnes i det følgende "hovedbremsesvikten".

Kommisjonen har undersøkt følgende mulige forklaringer på hovedbremsesvikten:

- Snø og is mellom hjul og bremsekloss
- Utkoblet kompressor eller at kompressoren ikke virket
- Unnlatt bruk av direktebrems
- Ispropp i hovedledningen
- Førerbremseventilen i midtstilling

Tog 5781 hadde ved utkjøring fra Strømmen stasjon en hastighet på 95 km/t, jf. pkt. 5.6.2. I fallet før Sagdalen blokkpost, hvor forsignal innkjør til Lillestrøm er plassert, viser ferdskriveren en akselerasjon i toget over de neste 400-450 meterne fra 95 km/t til 102 km/t ved passering Sagdalen blokkpost. Akselerasjonen skjedde til tross for at lokomotivfører Jensen innledet bremsingen etter Strømmen stasjon. Det er et skilt ved Strømmen som viser at høyeste tillatte hastighet er 80 km/t. Først ved Sagdalen blokkpost begynte toget å retardere, jf. fig. 5.4. Tog 5781 må således ha vært tilnærmet uten brems i ca. 15 sekunder, eller over en strekning på drøyt 400 meter.

Fra Sagdalen blokkpost til kollisjonsstedet er det omtrent 1620 meter. På denne strekningen ble hastigheten redusert fra 102 til 62 km/t, som var hastigheten ved kollisjonen. Retardasjonen var svak og tilsier at toget ikke var normalt avbremsset. Hastighetsrullen viser at retardasjonen fra Sagdalen til kollisjonsstedet var svak på hele strekningen, og at den bare ble marginalt bedret etterhvert. Dette hastighetsforløpet har stått sentralt under undersøkelsene av årsaken til bremsesvikten.

Snø og is mellom hjul og bremseklosser kan etter Kommisjonens syn ikke alene forklare hovedbremsesvikten. Med snø og is på bremseklossene, eller mellom hjul og bremseklosser, ville man hatt noe brems da bremsingen ble innledet. Videre ville man fått en gradvis forbedret bremseeffekt etter hvert som snøen eller isen mellom hjul og bremseklosser ble slitt bort, og dette harmonerer dårlig med hastighetsprofilen. Det skal for ordens skyld nevnes at snø og is kan ha medvirket til at bremsevirkningen ble marginalt bedret da toget først fikk brems, men dette har ikke hatt nevneverdig betydning for hendelsesforløpet. Se for øvrig pkt. 5.6.2.

Det forhold at toget var helt uten brems de første 15 sekundene indikerer at det enten ikke har vært lufttrykk i bremsesystemet eller at hovedledningen har vært blokkert. En mulig årsak til dette kunne være at lokomotivfører koblet ut kompressoren eller at

kompresoren ikke virket. Kompresoren ble testet etter ulykken og funnet i orden. Kobles kompresoren ut vil ettermating av luft opphøre. Når trykket i lokomotivets hovedluftbeholdere når 4,6 bar, vil strømtilførselen til lokomotivet kobles ut, jf. pkt. 5.5.4.1. Lokomotivfører vil da kunne bremse toget og skru på strømmen igjen. Dette var beviselig ikke situasjonen for tog 5781. *Utkoblet kompressor eller at kompresoren ikke virket* kan derfor avvises som årsak til ulykken.

Som tidligere nevnt benyttet lokomotivfører Jensen ikke lokomotivets *direktebrems*. Manglende bruk av denne kan imidlertid ikke forklare hovedbremsesvikten. Bruk av direktebremsen ville ikke forhindre kollisjonen, men beregninger viser at hastigheten i kollisjonsøyeblikket ville vært redusert til mellom 40 og 45 km/t, jf. pkt. 5.1.1. Det er ikke mulig å si hvorvidt gasslekkasjene hadde oppstått ved en kollisjon i denne hastigheten. Kommisjonen vil i denne sammenheng understreke at Jensen ikke var opplært til bruk av direktebrems ved bremsesvikt.

Kommisjonen er av den oppfatning at det etter dette bare er to forhold som kan forklare at toget var tilnærmet uten brems de første 15 sekundene, eller i drøyt 400 meter, og at retardasjonen deretter var på mellom 0,14 og 0,16 m/s². Enten var hovedledningen blokkert eller så var bremsesystemet tilnærmet uten lufttrykk da bremsing ble innledet. Dette kan etter Kommisjonens syn enten skyldes ispropp i hovedledningen eller at førerbremseventilen stod i midtstilling.

En ispropp vil kunne blokkere hovedledningen og således forhindre den trykksenkning som er nødvendig for å aktivere bremsene på vognene bak isproppen, slik at bremsene på disse ikke tilsettes. Med førerbremseventilen i midtstilling vil ettermating av luft til bremsesystemet blokkeres, og lufttrykket vil sive ut i løpet ca. 30 minutter med de lekkasjer som i ettertid er påvist i ulykkesmateriellet. Disse to mulige årsakene til hovedbremsesvikten analyseres nedenfor.

8.1.3 Ispropp i hovedbremseledningen

8.1.3.1 Dannelse av ispropp

En ispropp kan oppstå ved at det kommer snø eller vann inn i bremsesystemet som så fryser til en ispropp. Kommisjonen har vurdert ulike muligheter for hvordan en slik ispropp eventuelt kan ha oppstått, og hvorledes hendelsesforløpet og hastighetsprofilen til tog 5781 samsvarer med dette.

Under bremseprøven som er beskrevet i pkt. 5.2.2 fungerte bremsene tilsynelatende tilfredsstillende. Skiftekonduktør Damstuen som gjennomførte bremseprøven, har forklart at bremsene tilsatte i alle vognene i toget. Det må derfor på dette tidspunkt ha vært luftgjennomstrømming i hovedledningen. Damstuen har også forklart at en eventuell ispropp som blokkerte hovedledningen ville blitt oppdaget under bremseprøven. Dette har lokomotivfører Jensen sagt seg enig i. En eventuell ispropp som blokkerte hovedledningen må derfor ha oppstått i tidsrommet etter at bremseprøven var avsluttet, men før lokomotivfører innledet bremsing etter Strømmen stasjon.

Det forhold at isproppen må ha oppstått etter at bremseprøven av toget ble foretatt, men før bremsing ble innledet, taler mot at ispropp kan ha vært årsak til bremsesvikten. For å danne en ispropp av den størrelse og med den tetthet som er

nødvendig for at hovedledningen skal blokkeres fullstendig, må snøen også tilføres vann. Vognene hadde stått ute i minusgrader og en eventuell ispropp burde derfor allerede vært oppdaget i forbindelse med bremsprøven. At vann fra bremsledningen til lokomotivet skal ha dannet en ispropp mellom lokomotivet og første vogn anser Kommisjonen som lite sannsynlig.

8.1.3.2 Togets hastighetsprofil

Det er to forhold ved togets hastighetsprofil som er av stor betydning ved vurderingen av om ispropp kan forklare hovedbremsesvikten:

For det første viser hastighetsrullen til tog 5781 som nevnt en unormal akselerasjon fra 95 til 102 km/t etter at bremsing ble innledet. Dette tilsier at toget har vært tilnærmet uten brems i ca. 15 sekunder, tilsvarende en strekning på drøyt 400 meter. Dersom dette skulle skyldes en ispropp må denne ha sittet i hovedledningen mellom lokomotivet og første vogn. Den må i tillegg ha tettet luftgjennomstrømningen i hovedledningen fullstendig. Statiske måleforsøk som er gjennomført, jf. pkt. 5.5.4.3, viser at en ispropp som bare gir 1 % luftgjennomstrømning i hovedledningen forsinker bremsetilsetningen i vognene bak isproppen med fem sekunder ved nødbrems. En ispropp som bare gir 5 % luftgjennomstrømning påvirker overhode ikke bremsene.

Det andre forholdet av stor betydning er at hastighetsrullen viser at toget, etter at det hadde passert Sagdalen blokkpost, fikk en redusert men forholdsvis konstant bremsevirkning frem til kollisjonsstedet, se fig. 5.4. Bremseeffekten tilsvarer en retardasjon på mellom 0,14 og 0,16 m/s². Dette tilsvarer en trykksenkning i hovedledningen på mellom 0,91 og 1,05 bar for hele toget, eller at de tre til fem bakerste vognene var helt uten brems. For at en ispropp skal kunne gi et slikt hendelsesforløp må ett av følgende forhold ha inntruffet:

Isproppen mellom lokomotivet og første vogn må først ha tettet hovedledningen fullstendig. Deretter må den ha sluppet forbi luft tilstrekkelig til å senke trykket i hovedledningen med mellom 0,91 og 1,05 bar. Den må så igjen ha blokkert hovedledningen fullstendig. Alternativt må isproppen, som må ha tettet hovedledningen mellom lokomotiv og første vogn fullstendig i ca. 15 sekunder, ha forflyttet seg ca. 100 meter bakover til et sted mellom noen av de tre til fem siste vognene, eller en ny ispropp må ha dannet seg der.

Kommisjonen finner de ovennevnte hendelsesforløp svært lite sannsynlige. En ispropp harmonerer meget dårlig med den hastighetsprofilen som tog 5781 hadde. I tillegg ble det ikke påvist vann og også svært lite fuktighet i hovedledningen under åstedsbefaringen. Temperaturendringer i tidsrommet mellom kollisjonen og da bremseslangene ble koblet fra hverandre kan forklare at noe fuktighet hadde fordampet, men med en så betydelig ispropp som man her måtte ha stått overfor burde det vært spor av større vannmengder enn hva som ble funnet.

NSB BAs bremsekontor har i sin rapport også avvist ispropp som en mulig årsak til bremsesvikten. Det samme har sivilingeniør og tidligere bremsejef i SJ Sven A. Eriksson gjort i sin verifikasjon av NSB BAs rapport. Han har også på selvstendig grunnlag vurdert ispropp som mulig årsak og avvist dette.

8.1.3.3 Konklusjon

Kommisjonen finner at den hastighetsprofil som fremgår av tog 5781s hastighetsrull, de manglende funn av fuktighet i hovedledningen i forbindelse med åstedsbefaring samt at hovedledningen ikke var blokkert da bremseprøve på toget ble gjennomført, tilsier at ispropp ikke kan anses som en mulig årsak til den betydelige hovedbremsesvikten.

8.1.4 Førerbremseventil i midtstilling

8.1.4.1 Blokkert ettermating

Den andre mulige forklaringen på at toget var tilnærmet uten brems de første 400 meterne etter innledet bremsing, er at det ikke var lufttrykk i bremsesystemet. De kortvarige løsestøtene lokomotivfører Jensen foretok kan ha ladet opp bremsesystemet tilstrekkelig til å forklare den lave, men konstante bremsevirkningen toget deretter fikk. Dette dreiet seg om en bremsevirkning tilsvarende en trykksenkning i hovedledningen på ca. 1 bar.

Trykket i hovedledningen vil normalt lekke ut etter en viss tid dersom ettermatingen av luft blokkeres, jf. pkt. 5.1.4. Dette kan skje ved at førerbremseventilen settes i midtstilling, se fig 3.5a. Som nevnt i pkt. 5.5.4.1 har tetthetsprøve av ulykkestøtet i ettertid vist at det tar ca. 30 minutter fra førerbremseventilen settes i midtstilling til trykket i hovedledningen er tilnærmet borte. Hvis togets bremsesystem var uten lufttrykk da bremsing ble innledet ved Strømmen stasjon ca. kl. 00.55, må førerbremseventilen ha vært satt i midtstilling senest en halvtime tidligere.

Skiftekonduktør Damstuen har forklart at bremseprøven på Alnabru ble avsluttet rundt midnatt. På dette tidspunktet må det ha vært luft gjennom hele hovedledningen, fordi bremsene tilsatte og løste også på bakerste vogn. Etter at bremseprøve var utført måtte lokomotivfører Jensen vente på å få klarsignal. Togekspeditionen på Alnabru ønsket tog 5713 av gårde før tog 5781. Bremseprøve på tog 5713 var ikke foretatt og Jensen måtte derfor vente. Han har forklart at han tok tiden fra bremseprøven på tog 5781 ble avsluttet og frem til tog 5713 forlot Alnabru, fordi han var irritert over å måtte vente når toget hans likevel var klart. Dette tok i følge Jensen ca. 18 minutter. Tog 5713 forlot Alnabru kl. 00.30. Jensen ventet ytterligere noen minutter og forlot Alnabru kl. 00.38.

Jensen har forklart at han brukte ventetiden til å lese idrettsblader og lytte til radio. Kompressoren, som er plassert rett bak lokomotivførers plass i førerhuset, lager en enerverende lyd når luft til bremsesystemet ettermates. Ettermatingen opphører og lyden forsvinner kort tid etter at førerbremseventilen settes i midtstilling. Det er på det rene at lokomotivførerne er kjent med konsekvensene av å glemme denne i midtstilling. Kommisjonen har forstått at det er så selvsagt at førerbremseventilen ikke må settes i midtstilling mens man venter at NSB BA ikke engang har gitt regler som forbyr dette. Samtidig har sikkerhetssjef og leder for NSB BAs ulykkeskommisjon Svein Ivar Johannessen på spørsmål fra Kommisjonen opplyst at man er kjent med at enkelte lokomotivførere likevel fra tid til annen setter førerbremseventilen i midtstilling mens de venter, for å slippe å høre på lyden fra kompressoren. Jensen har overfor politiet og Kommisjonen bestemt hevdet at han

ikke gjorde dette mens han ventet denne natten. På bakgrunn av at dette er den eneste mulige årsaken som gjenstår som forklaring på hovedbremsesvikten, har Kommisjonen allikevel undersøkt og analysert denne muligheten.

Som nevnt ville bremsesystemet i tog 5781 i løpet av 30 minutter vært tilnærmet uten lufttrykk dersom ettermatingen ble blokkert. Det gikk således tilstrekkelig tid fra Jensen eventuelt satte førerbremseventilen i midtstilling til bremsing etter Strømmen stasjon ble innledet ca. kl. 00.55. Han kan ha satt førerbremseventilen i midtstilling så sent som mellom kl. 00.20 og 00.25 og likevel hatt et tog tilnærmet uten lufttrykk da bremsingen ble innledet. Bremsprøven på toget må ha vært avsluttet senest kl. 00.12, da det i følge Jensen tok ca. 18 minutter fra tog 5781 var klart til tog 5713 forlot Alnabru.

8.1.4.2 Bremsene ble ikke prøvd før fallet

Lokomotivfører Jensen brukte ikke bremsene før han innledet bremsing etter Strømmen stasjon. Hadde han prøvebremset ville han oppdaget at førerbremseventilen stod i midtstilling, og han ville ført denne til fartsstilling som er den normale stillingen ved togfremføring. I denne stillingen ettermates toget med luft.

Kommisjonen har sammenlignet hastighetsrullen fra tog 5781 med strekningsprofilen på strekningen Alnabru - Lillestrøm, jf. kap. 5.6. Ved Lørenskog stasjon var hastigheten lav, fordi toget måtte over i motgående spor pga. anleggsarbeid i nordgående spor. Hastighetsrullen viser at toget hadde en hastighet på mellom 25 og 30 km/t. Omtrent 1500 meter før Lørenskog stasjon begynte toget å retardere i en motbakke. Jensen har forklart at han antakelig ikke bremset, men at han hadde hånden på førerbremseventilen. Kommisjonen mener utfra strekningsprofil og togets hastighetsrull at toget retarderte i motbakken til 25-30 km/t uten at togets brems ble aktivert. Siden det ikke ble bremset var det heller ingen grunn til å benytte, eller ha hånden på førerbremseventilen. Jensen kunne utfra hastighetsmåleren påse at han kom ned i tillatt hastighet. Hadde Jensen hatt hånden på førerbremseventilen ville han dessuten høyst sannsynlig ha oppdaget at førerbremseventilen stod i midtstilling.

8.1.4.3 Bremsforløp

Da toget passerte Strømmen stasjon hvor Jensen innledet bremsing, kan han ha dratt håndtaket på førerbremseventilen fra midtstilling til driftsbremstilling for å få brems. Jensen har forklart at man må bruke to hender for å få førerbremseventilen ut av midtstilling, og at han ikke brukte to hender ulykkesnatten. Dette ble anført som et argument for at han ikke kan ha kjørt med førerbremseventilen i midtstilling. Kommisjonen har imidlertid i forbindelse med rekonstruksjoner fått påvist at man må bruke to hender for å sette førerbremseventilen i midtstilling, men at man ved å bruke en hånd enkelt kan dra den til driftsbremstilling.

Jensen har forklart at han ikke fikk noen bremsevirkning da han dro til to trinn på driftsbremsen. For å få bremsevirkning og trykk i hovedledningen tok han to løsestøt. Som nevnt i pkt. 5.1.4 og 5.5.4.5 må hele bremsesystemet fylles med luft for at full bremsevirkning skal oppnås. Det tar 8-13 sekunder å lade opp hovedledningen til et trykk på over 1,5 bar som gir full bremsekraft. Det tar imidlertid ca. 40 sekunder å lade opp A-kamrene til vognenes styreventiler til et trykk på over 1,5 bar, som må til for å være sikret bremsevirkning. Ved lavere trykk er det knyttet stor usikkerhet til hvordan styreventilene reagerer.

8.1.4.4 Togets hastighetsprofil

De rekonstruksjoner som er gjennomført viser at togets hastighetsprofil samsvarer med at årsaken til hovedbremsesvikten var at førerbremseventilen stod i midtstilling. Togets hastighet økte fra Strømmen stasjon til Sagdalen blokkpost med 7 km/t, fra 95 km/t til 102 km/t. Hastigheten ble deretter langsomt redusert og var ved kollisjonen 62 km/t. Dette tilsvarer som nevnt en retardasjon på mellom 0,14 til 0,16 m/s² eller en bremseeffekt tilsvarende 0,91-1,05 bar trykksenkning i hovedledningen fra Sagdalen blokkpost. Kommisjonen mener denne bremseevnen ble oppnådd gjennom de løsestøt lokomotivfører Jensen foretok da han ikke oppnådde brems. Dette samsvarer med at toget hadde en lav, men konstant bremsevirkning frem til kollisjonsstedet.

8.1.4.5 Konklusjon

Etter dette er den eneste rimelige forklaring på hovedbremsesvikten at førebremseventilen stod i midtstilling og Kommisjonen legger det til grunn. Kommisjonens konklusjon på hovedbremsesvikten støttes av bremserapporten fra NSB BA ved bremsekontoret som er verifisert av sivilingeniør og tidligere bremsejef i SJ Sven A. Eriksson.

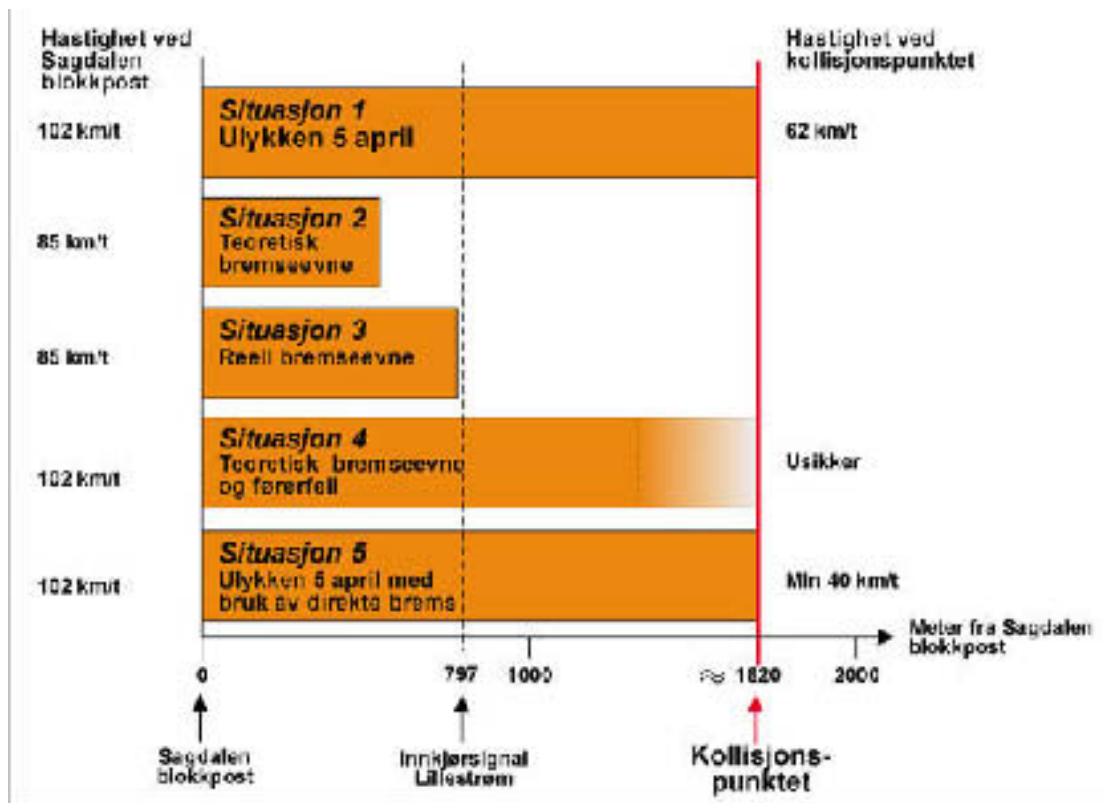
8.1.5 Forholdet dårlige bremses – førerbremseventil i midtstilling

Som nevnt i pkt. 8.1.1 hadde tog 5781 dårligere bremseevne enn hva som fremgikk av godsvognoptaket. De dårlige bremsene kan imidlertid ikke alene forklare årsaken til kollisjonen. Toget ville uten førerbremseventilen i midtstilling ha stanset i god tid før kollisjonsstedet. At denne stod i midtstilling var således en nødvendig forutsetning for at kollisjonen inntraff.

Spørsmålet blir da om kollisjonen ville skjedd med førerbremseventilen i midtstilling, men med en bremseevne tilsvarende den bremseprosenten som fremgikk av godsvognoptaket. Rent teoretiske beregninger Kommisjonen har foretatt viser at kollisjonen da ville vært unngått. Beregningene er basert på en utgangshastighet på 102 km/t i 17 % fall, tilsetting av bremses ved Sagdalen blokkpost, høyutbremsing for lokomotivet under 55 km/t og et trykk i hovedledningen på 0,97 bar i gjennomsnitt. Beregningene viser at toget ville ha stanset ca. 300 meter før kollisjonsstedet.

Vurderinger Kommisjonen har innhentet fra S. A. Eriksson basert på teoretiske beregninger og praktisk erfaring tilsier imidlertid at det er svært usikkert hvordan vognenes styreventiler opererer ved et så lavt trykk i A-kamrene. Det er derfor umulig i ettertid å avgjøre hvordan bremsekraften var fordelt mellom de ulike vognene, og mellom lastede og ulastede vogner. Dette har betydning for togets virkelige bremsekraft, men er ikke tatt hensyn til i den teoretiske beregningen. Erikssons vurdering er at kollisjonen ikke ville vært unngått, men at risikoen for alvorlige materielle skader på gasstankvognene ville vært redusert.

Kommisjonen kan på denne bakgrunn ikke med sikkerhet si hvorvidt de dårlige bremsene var en nødvendig betingelse for at kollisjonen fant sted, eller om det at førerbremseventilen stod i midtstilling alene forårsaket kollisjonen. Det som imidlertid er klart er at kollisjonshastigheten ville vært lavere om bremsene hadde vært som forutsatt.



Figur 8.1 Skjematisk presentasjon av ulike bremseveier for tog 5781

8.2 Bakenforliggende årsaker til kollisjonen

I tillegg til de direkte årsakene til kollisjonen vil Kommisjonen redegjøre for de bakenforliggende årsaker til at denne skjedde. Følgende forhold har etter Kommisjonens oppfatning påvirket hendelsesforløpet:

- Mangler ved NSB Gods' vedlikeholdsrutiner vedrørende brems
- Manglende prøvebremsing
- Manglende varsel ved kritisk lavt lufttrykk i bremsesystemet

8.2.1 Mangler ved NSB Gods' vedlikeholdsrutiner vedrørende brems

Det er et faktum at toget hadde dårligere brems enn hva det skulle ha hatt. Dette kan som nevnt ha vært en medvirkende årsak til at kollisjonen inntraff. Uansett har de dårlige bremsene hatt betydning for kollisjonshastigheten og kan følgelig ha medvirket til at gasslekkasjene oppstod.

DnV har i bremsrapporten påpekt at NSB Gods ikke etterprøver togets bremsekraft gjennom klossstrykkmålinger i forbindelse med årlig ettersyn, eller på annen måte, jf. kap. 5.4. Det foretas således ingen kontroll av om den teoretisk beregnede bremseprosenten samsvarer med et togs reelle bremseevne. Dette innebærer at NSB Gods ikke har full kontroll med hvilken bremseevne togene i realiteten har.

Bremseprosenten danner utgangspunktet for hvilken bremseevne en lokomotivfører kan forvente hos det tildelte togsett og er grunnlaget for den hastighet toget tillates fremført i. Situasjonen er imidlertid at den bremseprosenten som oppgis er et usikkert mål på hva den reelle bremseevnen vil være. Ettersom togets hastighet fastsettes konkret ut fra den oppgitte bremseprosenten kan dette gi for knappe sikkerhetsmarginer ved togfremføring, spesielt ved nedbremsing i fall.

DnVs retardasjonsmålinger av fem godstog og gjennomgang av ulykker og nestenulykker der bremsesvikt var årsak, viser at avvik mellom bremseevne og bremseprosent som kan være sikkerhetskritiske forekommer uten at dette oppdages eller er forsøkt oppdaget.

8.2.2 Manglende prøvebremsing

Som nevnt foretok ikke lokomotivfører Jensen prøvebremsing etter utkjøring fra Alnabru til tross for at toget hadde en ny sammensetning som etter reglementet krever prøvebremsing. Reglene krever også prøvebremsing før fallet mot Lillestrøm. Dersom prøvebremsing hadde vært foretatt før toget kom inn i fallet ville dette ha avdekket at førerbremseventilen stod i midtstilling. Lokomotivfører Jensen ville da ha dratt førerbremseventilen til driftsbremsestilling og således oppdaget at ettermatingen av luft til bremsesystemet var blokkert.

Som nevnt pågikk det anleggsarbeider ved Lørenskog stasjon der lokomotivfører Jensen vanligvis foretar prøvebremsing. Han prøvde derfor ikke bremsene. Lokomotivfører Hernes i tog 5713 har forklart at han til tross for lav hastighet foretok prøvebremsing ved Lørenskog for å kjenne at bremsene tok.

Studie av strekningsprofil og tog 5781s hastighetsrull tilsier at Jensen i tillegg kunne foretatt prøvebremsing mellom Lørenskog og Strømmen. Dersom prøvebremsing hadde vært foretatt der ville det vært tilstrekkelig tid til å lade bremsesystemet med luft før fallet mot Lillestrøm. Kollisjonen ville da vært unngått.

8.2.3 Manglende varsel ved kritisk lavt lufttrykk i bremsesystemet

Lokomotiv El 16 er ikke utstyrt med noen utrustning som gjør lokomotivfører oppmerksom på et eventuelt sikkerhetskritisk trykkfall i bremsesystemet. Det er i bremsesystemet følsomhetskrav til lekkasjeomfanget. Slike krav foreligger for at bremsene ikke skal tilsettes ved mindre lekkasjer, da dette er normalt. Kompressoren skal sørge for at luft ettermates. Dersom ettermatingen er blokkert vil bremsesystemet kunne tappes for luft over noe tid uten at bremsene tilsettes.

Dersom det hadde vært knyttet et lys- og/eller lydsignal, eller traksjonssperre som hindrer fremføring, til et kritisk trykkfall i bremsesystemet, ville lokomotivfører Jensen oppdaget at togets bremsesystem var tilnærmet lufttomt på et tidligere tidspunkt. Hovedbremsesvikten ville da vært unngått, fordi han ville oppdaget at førerbremseventilen stod i midtstilling.

8.3 Direkte årsaker til gasslekkasjene

I tillegg til redegjørelsen for de direkte og bakenforliggende årsakene til kollisjonen, vil Kommisjonen foreta en nærmere analyse av de direkte og bakenforliggende årsakene til at gasslekkasjene oppstod. Det var gasslekkasjene som skapte den dramatiske situasjonen på Lillestrøm.

Gasslekkasjene i de to gasstankene oppstod som en direkte følge av selve kollisjonen. Tankene gikk som vogn 1 og 2 i tog 5781. De materialtekniske undersøkelsene som er foretatt og de observasjoner som ble gjort etter ulykken, viste at tankene i seg selv tålte den belastning de ble utsatt for i forbindelse med kollisjonen. Derimot oppstod det lekkasjer ved mannhullene i de to tankene som følge av at mannløkkene på tankene kom i inngrep med hverandre. Mannhullene på de to gasstankene stod mot hverandre under transporten.

Tankenens konstruksjon, med utstående bolter på mannløkkene, var således den direkte årsaken til at gasslekkasjene oppstod som følge av kollisjonen.

8.4 Bakenforliggende årsaker til gasslekkasjene

For så vidt gjelder de bakenforliggende årsaker til at gasslekkasjene oppstod har følgende forhold etter Kommisjonens oppfatning påvirket hendelsesforløpet:

- Mannlokkenes konstruksjon
- Tankvognenes plassering
- Unnlatt bruk av direktebrems

8.4.1 Mannlokkenes konstruksjon mv.

Som nevnt over var den direkte årsaken til gasslekkasjene at boltene på de to mannløkkene grep inn i hverandre. Kommisjonen er imidlertid tvilende til om det hadde hjulpet å orientere vognene slik at mannhullene ikke gikk mot hverandre. I motsatt endebunn var det en utstikkende sylindrisk del som antagelig også ville påført mannløkket skader, slik at gasslekkasjene også da kunne oppstått. Hadde de to sylindriske delene stått mot hverandre kan det heller ikke utelukkes at gasstankene ville blitt påført skader som hadde forårsaket lekkasje.

Hadde tankene vært konstruert med mannløkk med jevn overflate, er det Kommisjonens oppfatning at kollisjonen med stor sannsynlighet ikke ville ført til noen gasslekkasje. Det burde også vært en annen konstruksjonsløsning av den sylindriske delen i motsatt endebunn. Med glatte endebunner vil forutsetningene for å unngå gasslekkasje i forbindelse med en kollisjon eller avsporing være langt bedre enn med utstikkende deler på tankene.

DnV har som nevnt i kap. 6.4 utarbeidet en materialteknisk rapport på oppdrag fra Kommisjonen. DnV ble i den anledning bedt om å undersøke hvilke regler som gjelder for plassering og konstruksjon av mannløkk. Slike regler foreligger ikke.

8.4.2 Tankenes plassering i toget, dekningsvogn mv.

Tankvognene med propan var som nevnt vogn 1 og 2 i toget. Som påpekt i pkt. 7.4.1 er det ikke gitt regler om plassering av vogner med farlig gods i godstog. Det er i stedet praktiske hensyn som legges til grunn for plasseringen av vognene i togsettet.

Hadde gasstankvognene gått lenger bak i toget ville en større del av kollisjonsenergien blitt tatt opp av vogner uten farlig gods. Det er da sannsynlig at kollisjonen ikke ville påført de to gasstankene slike belastninger at gasslekkasjene hadde oppstått. Dekningsvogn mellom de to gasstankvognene ville sannsynligvis forhindret direkte sammenstøt mellom tankenes mannlokk, og således forhindret gasslekkasjene, såfremt dekningsvognen hadde vært glatt uten utstikkende deler. Det er følgelig nødvendig å sette krav til dekningsvognenes konstruksjon dersom slike i større grad skal benyttes.

Krav til plassering av farlig gods i togsett vil i prinsippet innebære krav om dekningsvogn, det vil si vogn uten farlig gods som plasseres mellom lokomotiv og vogn med farlig gods, eller mellom to vogner med farlig gods. Kommisjonens gjennomgang av regelverket viser at det bare i beskjedne utstrekning finnes regler om slik bruk. Norske myndigheter har imidlertid kompetanse til å stille krav om dekningsvogn i nasjonale transporter i større grad enn hva som fremgår av RID.

Kommisjonen antar at bruk av dekningsvogn mellom lokomotiv og første gasstankvogn, og i tillegg dekningsvogn mellom de to gasstankvognene ville forhindret lekkasje.

8.4.3 Unnlatt bruk av direktebrems

Tog 5781 hadde foruten hovedbrems, også direktebrems som bare virker på lokomotivet, jf. pkt. 5.1.1. Lokomotivfører Jensen har forklart at han ikke brukte lokomotivets direktebrems da faresituasjonen oppstod. Han hevdet at bruk av direktebrems ikke ville gitt noen effekt på togets bremsevirkning, fordi manometeret på førerpanelet viste at trykket i hovedledningen var null etter at han hadde brukt den automatisk virkende bremsen.

Direktebremsen virker uavhengig av togets hovedbrems. Ved bruk av direktebrems ville lokomotivet hatt høyutbremsing i hele hastighetsområdet. Dette ville gitt en dobling av lokomotivets bremsevne i hastighetsområdet over 55 km/t i forhold til bruk av hovedbremsen alene. I tillegg har direktebremsen kortere tilsetningstid enn hovedbremsen i G-stilling. Bruk av direktebremsen ville derfor gitt hurtigere bremsevirkning på lokomotivet.

Gjennomførte beregninger viser at bruk av direktebremsen i hele fallet ville ha økt tilgjengelig bremsekraft for toget med ca. 20 %. Med tilsatt direktebrems ville ulykken ikke vært unngått, men hastigheten i kollisjonsøyeblikket ville ha blitt redusert til mellom 40 og 45 km/t, avhengig av om direktebremsen hadde vært tilsatt ved Sagdalen blokkpost eller 10 sekunder etter passering av Sagdalen blokkpost.

Togets bevegelsesenergi ved 40 km/t er om lag 40 % av bevegelsesenergien ved 62 km/t, noe som vil redusere konsekvensene av en kollisjon betydelig. Hvorvidt gasslekkasjene hadde vært unngått er det imidlertid ikke mulig å si.

Det understrekes at lokomotivfører Jensen ikke var opplært i bruk av direktebrems ved bremsesvikt. DnVs undersøkelser av den opplæring lokomotivførere gis i bruk av bremsesvikt viser at opplæringen er mangelfull når det gjelder hvordan en lokomotivfører skal forholde seg ved hel eller delvis bremsesvikt.

8.5 Kommisjonens hovedkonklusjoner

Den utløsende årsak, og således hovedårsaken til at kollisjonen inntraff, var det forhold at førerbremseventilen stod i midtstilling. Dette hadde betydning både i forhold til den akselerasjon som fant sted etter Strømmen stasjon og i forhold til den svake bremsevirkningen toget deretter hadde. Beregninger Kommisjonen har foretatt viser at toget ville ha stanset i god tid før kollisjonsstedet både med den faktiske hastighet toget hadde og med en hastighet i samsvar med tillatt hastighet på strekningen, dersom førerbremseventilen ikke hadde stått i midtstilling.

Rent teoretiske beregninger Kommisjonen har foretatt viser at toget med en bremseevne på 77 % og med førerbremseventilen i midtstilling ville ha stanset ca. 300 meter før kollisjonsstedet. Vurderinger basert på praktiske erfaringer og teoretiske beregninger tilsier imidlertid at bremseevnen i en situasjon med lavt trykk i vognenes styreventiler er svært usikker. Det vil således i ettertid være umulig å avgjøre hvordan bremsekraften var fordelt mellom de ulike vognene, noe som også har betydning for togets virkelige bremsekraft. S. A. Erikssons vurdering er at kollisjonen ville inntruffet, men med en lavere kollisjonshastighet. Kommisjonen mener på denne bakgrunn at det i ettertid er umulig å si hvorvidt kollisjonen ville vært unngått dersom toget hadde hatt bremsesystem som forutsatt.

Hadde lokomotivfører gjennomført prøvebremsing før fallet mot Lillestrøm, slik reglene tilsier, ville han ha oppdaget at førerbremseventilen stod i midtstilling. Han ville da kunnet forhindre at ettermatingen av luft til bremsesystemet ble blokkert, og således hatt tid nok til å få tilstrekkelig luft i bremsesystemet til at full bremseeffekt ville vært oppnådd. Slik prøvebremsing kunne vært utført mellom Lørenskog og Strømmen.

Det er ingen lyd- eller lysalarm som varsler lokomotivfører dersom trykket i togets bremsesystemet er kritisk lavt. Det er heller ingen traksjonssperre som forhindrer togfremføring ved for lavt trykk i bremsesystemet. Slike innretninger ville etter Kommisjonens oppfatning gitt lokomotivfører et varsel og forhindret kollisjonen.

Kommisjonen mener videre at gasslekkasjene oppstod som følge av at de to gasstankenes mannlokk kom i inngrep med hverandre. De to mannlokkene hadde utstikkende bolter som ble skadet i forbindelse med kollisjonen slik at det oppstod en lekkasje i begge de to tankene ved mannhullene. Det er Kommisjonens oppfatning at lekkasjene med stor sannsynlighet hadde vært unngått dersom tankene hadde vært konstruert med mannlokk med jevn overflate.

Gasslekkasjene kunne også muligens vært unngått om norske myndigheter i større grad hadde gitt regler for nasjonale transporter av farlig gods på jernbanen. Det kan stilles krav både til plassering av vogner med farlig gods i godstog og utstrakt bruk av dekningsvogner. Det er Kommisjonens oppfatning at gasslekkasjene sannsynligvis ville vært unngått om gasstankene ikke hadde vært plassert som vogn 1 og 2 i tog 5781. Bruk av dekningsvogn uten utstikkende og skadevoldende deler både mellom lokomotiv og første vogn og i tillegg mellom de to gasstankvognene, kunne antagelig forhindret lekkasje.



Figur 9.1 BLEVE med tankvogn lastet med 65 tonn propan i Crescent City, Illinois, USA 21. juni 1970

Kilde: National Fire Protection Assosiation (NFPA) USA

9 Analyse av brannsituasjonen og redningsaksjonen

9.1 Konsekvenser av en BLEVE

En såkalt BLEVE oppstår når en tank med brennbar gass eller væske i forbindelse med en brann blir utsatt for kraftig oppvarming og revner som følge av innvendig trykk eller annen påvirkning. Innholdet vil da fordampe umiddelbart. Dette vil føre til en effektiv blanding med luft og en derav følgende eksplosjonsartet forbrenning som arter seg som en brennende ildkule. En slik ildkule vil ha en overflatetemperatur på mer enn 1000°C og medføre en ekstrem varmestråling. Videre vil fragmenter både fra tanken og fra området nær tanken, bli kastet av gårde med stor hastighet og føre til skader, som følge av trykkbølgen som oppstår.

Varmestrålingen vil i den mest eksponerte sonen medføre forbrenninger med døden til følge for personer som er utendørs og brennbare materialer vil ta fyr. Denne sonen kan strekke seg mange hundre meter i alle retninger fra den aktuelle tanken. Fig. 9.1 viser en BLEVE i USA i 1970 hvor en tank med 65 tonn propan revnet.

Den største ulykken i Europa av BLEVE-karakter inntraff 11. juli 1978 da en tankbil med ca. 23 tonn propylen forulykket nær en campingplass mellom Barcelona og Valencia i Spania. Det er usikkert hvordan selve ulykken skjedde, men det er klart at tanken revnet, innholdet fordampet, blandet seg med luft og brant som en ildkule. Ulykken krevde 215 menneskeliv og ytterligere 67 ble skadet.

Kommisjonen har ansett det som viktig å få klarhet i hvor nær man var en BLEVE i forbindelse med ulykken på Lillestrøm.

9.2 Analyse av brannsituasjonen og mulige konsekvenser

9.2.1 Brannteknisk analyse

Både Kommisjonen, politiet og parter som var berørt av ulykken (Statoil og NSB BA) ønsket å gjennomføre en analyse av den brannsituasjonen som oppstod på Lillestrøm stasjon etter kollisjonen og frem til tankene var tømt, for å belyse hvor nær en virkelig katastrofe (BLEVE) man var. Videre ønsket man å få kunnskap om hvilke hendelsesforløp man kunne forventet ved andre værforhold (vind og temperatur) og andre lekkasjerater. NSB BAs ulykkeskommisjon påtok seg i forståelse med Kommisjonen og politiet å stå for gjennomføringen av undersøkelsene.

Etter å ha innhentet tilbud fra flere firmaer, ble det inngått avtale med ComputIT i Trondheim om å gjennomføre aktuelle analyser. Kommisjonen har vært holdt fortløpende underrettet om fremdriften i arbeidet. ComputIT fremla sin rapport 17. november 2000. Denne er inntatt som vedlegg 7 til nærværende rapport. Nedenfor vil det bli redegjort for rapportens viktigste konklusjoner.



Figur 9.2 Den forreste tanken ble stående med helning fremover på ca. fem grader etter kollisjonen

Kilde: Romerike Blad v/fotograf Daniel Sannum Lauten

Prosjektet har bestått av to deler:

- Modellering og simulering av lekkasje, brannforløp og temperatur- og spenningsutvikling i tankene i den aktuelle ulykken.
- Gjennomføring av en sensitivitetsanalyse for å fremskaffe informasjon om konsekvenser ved et annet ulykkesbilde som for eksempel andre lekkasjerater, andre vindforhold, at propanen ikke antennes og sprer seg utover et større område som tung gass, at situasjonen utvikler seg til en BLEVE og lignende. Alt dette som underlag for videre arbeid med retningslinjer for både forebyggende tiltak og eventuelt senere redningsarbeid.

Til simuleringene er benyttet dataprogrammet Kameleon FireEx som er et anerkjent program utviklet over en årrekke av NTNU/SINTEF-miljøet.

9.2.1.1 Analyse av den aktuelle situasjonen på Lillestrøm

For den aktuelle situasjonen på Lillestrøm stasjon er det gjort beregninger for tre ulike rater for samlet utlekket propan fra de to tankene, på henholdsvis 45 g/sek, 90 g/sek og 135 g/sek. Dette er gjort som følge av at det var for stor usikkerhet knyttet til de lekkasjeundersøkelsene som var utført til at resultatene kunne brukes direkte.

Ved sammenligning av de datasimulerte brannene ved ulike lekkasjerater og bilder fra den reelle brannen, har ComputIT kommet frem til at den mest sannsynlige lekkasjeraten var ca. 150 g/sek, tilsvarende 540 kg/time.



Figur 9.3 Skissen viser at tankens helning medførte at et stort område av den branneeksponerte endebunnen i tank 1 var over væsknivået

Kilde: Scandpower A/S

For begge vognene lå lekkasjepunktet godt under væsknivået, slik at lekkasjetverrsnittet ble gjennomstrømmet av propanvæske.

Etter kollisjonen stod den bakerste av de to gasstankvognene fortsatt horisontalt, mens den forreste vognen fikk en skråstilling på fem grader målt i vognens lengderetning. Dette innebar at en stor del av tankveggen, spesielt store deler av endebunnen som vendte mot brannen, var over væsknivået i tanken, se fig. 9.2 og 9.3.

Varmeoverføring skjer lettere mellom stål og væske enn mellom stål og gass. Derfor ble tankveggen varmere der det var gass enn der det var væske.

Hovedkonklusjonene til ComputIT er:

- ”Med stor sannsynlighet har det vært en brannutvikling nokså lik den som er simulert med en lekkasjerate på 135 g/sek., eller kanskje noe høyere.
- Når man sammenholder beregninger og observasjoner og tar i betraktning usikkerheter, er det sannsynlig at flytekapasiteten for beholdermaterialet i det brannutsatte området på forreste tank ble overskredet etter ca. 2 timers brann.
- Det var kritisk viktig å nedkjøle tankene med vann, og dette forhindret med stor sannsynlighet en videre utvikling mot katastrofe.
- Dette var en ulykke hvor i hovedtrekk de riktige katastrofehindrende tiltak ble iverksatt”.

9.2.1.2 Analyse av alternative hendelsesforløp

ComputIT har foretatt en analyse av hvordan hendelsesforløpet ville blitt om situasjonen på skadestedet hadde vært noe annerledes enn den var 5. april.

Hovedkonklusjonene er som følger:

- ”Studien av alternative ulykkesscenarier viser at ulykken kunne fått et annet og mer omfattende og dramatisk omfang hvis lekkasjeraten hadde vært noe større og/eller hvis det hadde blåst sterkere vind langs vognene.
- Simuleringene som ble utført for å studere konsekvensene av utstrømning av uantent propan, viser at uttynningen ville vært meget kraftig, slik at en sannsynligvis kan se bort fra eventuell eksplosjonsfare med tilhørende alvorlige konsekvenser.

- I det aktuelle tilfellet viser gassspredningsberegningene at det sannsynligvis hadde vært fordelaktig å slukke brannen mens de nødvendige tømmeiltak ble iverksatt.
- Studien viser også at det var svært viktig å komme i gang med vannoverrisling, og at dette helst bør starte i løpet av den første halvtimen etter antennelse.
- Hvis brannen hadde vært betydelig større enn i det aktuelle tilfellet er det tvilsomt om det ville vært forsvarlig å starte vannoverrisling, eventuelt sløkning, da faren for eksplosjon og ildkuledannelse (BLEVE) ville vært betydelig.
- Analyse av ildkuleproblemstillingen viser at eksplosjon av en eller begge tanker ville ført til dannelse av en ildkule med katastrofale konsekvenser.
- Det foreslås at det igangsettes et prosjekt hvor en med utgangspunkt i Kameleon FireEx simulerer en rekke forskjellige alternative hendelsesforløp for gasslekkasjer ved ulykker under transport av propan eller liknende på jernbane eller vei, for å fremskaffe et bredt underlag for å kunne treffe de riktige tiltak når ulykker av denne art inntreffer”.

9.3 Hvor nær var man en katastrofe på Lillestrøm 5. april?

Kommisjonen har som nevnt ment at det er viktig å bringe på det rene hvor farlig den situasjonen man hadde på Lillestrøm var. Selv om man i dette tilfellet, gjennom å iverksette riktige tiltak i tide, var i stand til å forhindre at det utviklet seg til en katastrofe er det viktig å få kunnskap om hvilke marginer man hadde.

Det er etter ulykken gjennomført to undersøkelser for å belyse hvor nær en katastrofe man var. Disse er nærmere omtalt under kap. 6.4 og 9.2. Kommisjonen har tatt utgangspunkt i disse undersøkelsene i sin vurdering.

De to undersøkelsene, gjennomført henholdsvis av DnV og ComputIT, har langt på vei sammenfallende konklusjoner med hensyn til hvor nær man var en katastrofe. Undersøkelsene har imidlertid tatt utgangspunkt i ulikt grunnlagsmateriale. Mens DnV har undersøkt materialprøver fra tankene har ComputIT benyttet opplysninger om brannens størrelse, værforhold, temperatur og den kjøling som ble foretatt av tankene som utgangspunkt for sine analyser.

Kommisjonen har nøye gått igjennom materialet fra undersøkelsene, og vurdert grunnlagsmaterialet de har benyttet seg av, metoden for undersøkelsen og de resultatene man har kommet frem til. Kommisjonen har imidlertid ikke hatt kompetanse til å gå inn i detaljer i de enkelte undersøkelsene. Etter Kommisjonens oppfatning er undersøkelsene gjennomført av meget kompetent personell. Videre er det grunnlagsmaterialet som er benyttet i overensstemmelse med realitetene. Riktig nok er det foretatt visse forenklinger, men dette påvirker etter Kommisjonens oppfatning ikke resultatene i nevneverdig grad. ComputIT har i sin analyse tatt utgangspunkt i at temperaturen på tankene da brannen startet var 5°C. Kommisjonen mener at denne temperaturen var noen grader lavere. Dette er imidlertid ikke avgjørende for resultatene.

Med hensyn til resultatene er det alltid en viss usikkerhet knyttet til denne type undersøkelser og analyser. Det faktum at begge undersøkelsene, med ulikt utgangspunkt og ulike metoder, har stort sammenfall i resultater gir imidlertid grunnlag for å anta at usikkerheten i dette tilfellet er liten. Det må derfor legges til grunn at man var meget nær en stor katastrofe i forbindelse med ulykken på Lillestrøm.

Det mest kritiske tidspunktet antas å ha vært umiddelbart før kjøling ble iverksatt, omtrent to timer etter at kollisjonen fant sted. Beregningene foretatt av ComputIT tilsier at det er sannsynlig at flytekapasiteten til tankmaterialet i det utsatte området på den forreste tanken ble overskredet etter ca. to timers brann. DnV på sin side konkluderer med at flytegrensen har vært overskredet, men har ikke forutsetninger for å si noe om tidspunktet.

Etter å ha gått gjennom hele hendelsesforløpet mener Kommisjonen at belastningen på tankmaterialet med stor sannsynlighet var størst i perioden før kjøling ble iverksatt. Det er imidlertid en viss mulighet for at belastningen kan ha vært størst natten mellom torsdag 6. og fredag 7. april, mot slutten av den perioden tankene var uten kjøling. Dette er etter Kommisjonens oppfatning lite sannsynlig fordi bortfallet av kjøling var i størrelsesorden 40 minutter, samt at tankene antas ikke å ha vært så varme da kjølingen stoppet at tålegrensen ville bli nådd i løpet av 40 minutter. Det som likevel kan støtte en teori om at man var nærmest katastrofe natten mellom torsdag og fredag er at tankene på det tidspunktet allerede var svekket gjennom to døgn med kontinuerlig varmekjøling.

På bakgrunn av de undersøkelser og analyser som er foretatt er det etter Kommisjonens oppfatning ingen tvil om at det i løpet av natten til 5. april hadde utviklet seg til en katastrofe med meget store konsekvenser dersom kjøling av tankene ikke hadde blitt iverksatt. På det tidspunktet katastrofen ville inntruffet var det ikke gjennomført noen form for evakuering.

Det er noe usikkert hvor lang tid det ville tatt før en av tankene hadde revnet og man hadde fått en BLEVE. De beregninger og analyser som er gjennomført indikerer imidlertid at det ikke var lang tid igjen til en katastrofesituasjon da kjølingen ble iverksatt. Med bakgrunn i de beregninger og simuleringer som er gjennomført av ComputIT er Kommisjonen av den oppfatning at en BLEVE ville inntruffet innen tre timer etter at brannen startet, dersom kjøling av tankene ikke hadde blitt iverksatt. En katastrofe ville således inntruffet mellom klokken tre og fire om natten.

ComputIT sier i sin rapport at en BLEVE ville hatt katastrofale virkninger for et område i størrelsesorden 1000 meter (radius 500 m). Ildkulen ville etter syv sekunder hatt en diameter på 200 meter sett ovenfra, og ville brent ut i løpet av ti sekunder.

Kommisjonens oppfatning er at dersom man hadde fått en BLEVE natten til 5. april, før evakuering var gjennomført, ville et stort antall mennesker omkommet og det ville blitt formidable materielle ødeleggelser innenfor et område på opp til 500 meter fra tankene. Dersom begge beholderne hadde revnet, noe som må anses som sannsynlig dersom først en tank hadde revnet, ville ulykkesomfanget blitt enda større.

Det er ikke mulig å si noe sikkert om hvor store konsekvensene av en BLEVE mellom klokken tre og fire natten til 5. april hadde blitt, men Kommisjonen er kommet til at man ikke kan se bort fra at mer enn hundre mennesker hadde omkommet umiddelbart, og mange hundre hadde blitt alvorlig skadet, mange ville kanskje fått livstruende skader. Det som synes klart er at alle som oppholdt seg utendørs innenfor en avstand på omtrent 500 meter fra tankene med stor sannsynlighet ville blitt drept av strålingen. Dette omfatter blant annet alt innsattpersonell på skadestedet. Videre ville branner i et

stort antall bygninger samtidig, på denne tiden av døgnet, trolig medført at mange ikke hadde kommet seg ut i tide.

Brannene som hadde oppstått hadde utvilsomt fått herje i lang tid før noen hadde vært i stand til å gjøre noe med dem. Mange av brannvesenets innsatsmannskaper ville allerede ha mistet livet, og mesteparten av brannvesenets utstyr ville vært tapt. Resultatet ville vært at store deler av Lillestrøm sentrum hadde blitt lagt i ruiner.

Kommisjonens konklusjon er således at man med stor sannsynlighet var mindre enn en time fra en katastrofe vi ikke har sett maken til i Norge i fredstid da brannvesenet startet kjøling av tankene noen minutter etter klokken tre om natten 5. april 2000.

9.4 Hvordan ville andre værforhold og en større gasslekkasje påvirket utfallet?

ComputIT har påvist at man med noe andre værforhold enn de man faktisk hadde på Lillestrøm ville hatt vesentlig mindre tid til rådighet før en katastrofe hadde vært et faktum. Kommisjonen finner dette materialet interessant og presenterer det her selv om det fremgår av ComputITs rapport som er inntatt som vedlegg 7.

Da ulykken fant sted var det en vindhastighet på 1,5 m/s. Det er gjort beregninger for en vindhastighet på 15 m/s (kuling). Beregningene viser at sikkerhetsmarginen mot revning var redusert til null etter 1 time og 22 minutter.

Hadde den samme ulykken skjedd om sommeren ville innholdet på tankene hatt en høyere utgangstemperatur. Det er gjort en beregning for en temperatur på 20°C i tankene i kollisjonsøyeblikket. Beregningen viser at sikkerhetsmarginen var redusert til null allerede etter 1 time og 12 minutter.

Gasslekkasjene fra tankene, som er antatt å ha vært omtrent 150 g/sek, må anses for liten. For å studere i hvilken grad en større lekkasje hadde påvirket tiden før kjøling måtte iverksettes ble det derfor gjort beregninger for en lekkasje på 1350 g/sek, eller ti ganger så stor lekkasje som den faktiske. Denne lekkasjemengden er heller ikke veldig stor. Med en slik lekkasje ville det tatt 32 timer før tankene var tomme forutsatt at lekkasjen var lik på begge tankene. Beregningene som er utført viser at det med de samme værforholdene som det var på ulykkestidspunktet ville gått mindre enn en halv time før sikkerhetsmarginene hadde vært brukt opp. Ved en slik lekkasje er det urealistisk å tenke seg at man ville fått situasjonen under kontroll, både fordi tiden som er til rådighet er knapp og de vannmengder som skal til er svært store. Hadde det i tillegg blåst 15 m/s ville tiden blitt redusert til omtrent 15 minutter.

På bakgrunn av de beregninger som er gjort for andre værforhold kan det slås fast at værforholdene på Lillestrøm 5. april var gunstige. Mer vind eller varmere vær ville medført at tiden før kjøling måtte vært iverksatt hadde blitt kortere.

Beregningene viser også at lekkasjens størrelse er helt avgjørende for hvilken tid man har til rådighet, og om det i det hele tatt er mulig å bringe situasjonen under kontroll ved kjøling med vann.

Beregningene viser samlet sett at tiden man har til rådighet før en katastrofe inntreffer kan være kort ved ulykker hvor tanker med brannfarlig væske eller gass er utsatt for brannpåvirkning. Det medfører etter Kommisjonens oppfatning behov for kunnskap som gjør det mulig på kort tid å bedømme risikoen, og at denne kunnskapen er tilgjengelig for redningstjenesten. Dette må være beslutningsgrunnlaget for om det kan gjøres en innsats for å bringe situasjonen under kontroll.

Både det hendelsesforløpet man hadde på Lillestrøm og de situasjoner som er simulert med andre værforhold og større gasslekkasje, viser med all tydelighet at tiden som er til rådighet før en BLEVE inntreffer er knapp og lett kan bli for kort. Det er derfor viktig å treffe tiltak som kan øke tiden man har til rådighet. Etter Kommisjonens oppfatning vil det mest aktuelle tiltaket være å brannbeskytte tankene med isolasjon. Dette vil medføre at det tar lengre tid for en utvendig brann å varme opp innholdet på tankene enn om tanken er uisolert. Isolerte tanker kan også utstyres med sikkerhetsventil som bidrar til trykkavlastning. Dette er etter det Kommisjonen kjenner til gjennomført for nye tanker i USA og Canada.

9.5 Analyse av redningsaksjonen

Ved hvert av landets 54 politidistrikt og ved sysselsmannsdistriktet på Svalbard er det etablert lokale redningssentraler (LRS). Den lokale redningssentralen ledes av politimesteren i politidistriktet. Med lokal redningssentral menes det ledelses- og koordineringsapparat som iverksettes ved politidistriktet i forbindelse med en redningsaksjon, som for eksempel en ulykke. Politimesteren kan avpasse apparatets størrelse etter situasjonen.

Hver lokal redningssentral består av en redningsledelse med politimesteren som leder. Redningsledelsen omfatter foruten politimesteren vanligvis representanter for brannvesenet, helsevesenet, Forsvaret, Telenor, Sivilforsvaret og luftrafikk-tjenesten. Politimesteren kan etter behov peke ut rådgivere fra andre organisasjoner.

Ved redningsaksjoner som denne, hvor det fast organiserte ledelsesapparatet ikke er egnet til å lede politi-innsatsen, opprettes det en egen stab til å ta seg av ledelsesfunksjonene. Denne staben blir da politimesterens apparat for å ivareta ledelsen av redningsaksjonen.

Romerike politidistrikt hadde på ulykkestidspunktet en lokal redningssentral i henhold til gjeldende regler og prinsipper. Redningsplanen inneholder innsatsplaner for til sammen 18 forskjellige typer ulykker. Det foreligger særskilte innsatsplaner både for jernbaneulykke og ulykke med farlig gods. Innsatsplanene inneholder en beskrivelse av tiltak som er aktuelle å iverksette ved den aktuelle ulykkestype samt en oversikt over de ressurser det vil kunne være aktuelt å trekke på.

9.5.1 Beredskapen da ulykken inntraff

Beredskapen i et land som Norge varierer i stor grad med befolkningstettheten, men med lokale variasjoner ut fra særskilt risiko og sårbarhet. Lillestrøm/Nedre Romerike er et tett befolket område og har som følge av dette en omfattende beredskap. Videre er avstanden til ytterligere ressurser kort.

Politiet hadde da ulykken skjedde en fullverdig og god lokal redningsplan. Denne inneholdt som nevnt særskilte innsatsplaner både for farlig godsulykke og togulykke.

I det ulykken inntraff hadde politiet flere patruljer ute. Via radiosamband ble disse dirigert til ulykkesstedet. Første politipatrulje var på ulykkesstedet 16 minutter etter at politiet mottok varsel om ulykken.

Brannvesenet hadde en meget sentral rolle i forbindelse med ulykken. Lillestrømregionen har et felles brannvesen for kommunene Lørenskog, Skedsmo og Rælingen med to døgnbemannede stasjoner, henholdsvis på Lillestrøm og i Lørenskog. Dette medførte at man på brannsiden umiddelbart hadde relativt store ressurser tilgjengelig underlagt brannvesenets leder på skadestedet. Brannvesenets førsteutrykning omfattet fem biler og tolv mann. En førsteutrykning av dette omfang ville ikke funnet sted om det ikke hadde vært et interkommunalt brannvesen. Det normale ville da vært at fungerende brannsjef i kommunen hvor ulykken har skjedd først etter å ha vurdert ulykkesomfanget ville bedt om assistanse fra nabokommuner.

Fra Lillestrøm er det kort vei til ytterligere ressurser for brannbekjempelse både i kommuner, sivilforsvar og ved flyplassen på Gardermoen.

Beredskapsplanen for Skedsmo kommune var innelåst i Rådhuset og var ikke tilgjengelig for dem som ledet evakueringen.

Kommisjonen har ikke sett nærmere på helsevesenets beredskap i forbindelse med ulykken i og med at denne aldri ble satt på prøve.

9.5.2 Organiseringen av redningsarbeidet

Både politi, ambulanser og brannvesen var raskt på skadestedet, jf. pkt. 3.7.3. Det ble etter kort tid konstatert hva som faktisk hadde skjedd og at det ikke var skadede personer i forbindelse med ulykken.

Det gikk omtrent tre timer fra ulykken inntraff til LRS-stab ble innkalt. Dette indikerer etter Kommisjonens oppfatning at politiets ledelse i den første fasen etter at ulykken inntraff ikke hadde noen klar oppfatning av hvor alvorlig ulykken var, og hvor store konsekvenser den kunne få.

Brannsjefen inngikk i brannvesenets førsteutrykning og ledet således brannvesenets innsats på skadestedet fra starten til han kl. 05.06 ble tilkalt for å inngå i LRS-stab.

SKL-KO ble opprettet i stasjonsbygningen på Lillestrøm stasjon kl. 03.09. Fra dette tidspunkt kan det virke som om innsatsen ble bedre koordinert og at politiet hadde et fastere grep om ledelsen enn i den aller første fasen. Opprettelsen av SKL-KO på stasjonsområdet er etter Kommisjonens oppfatning en klar indikasjon på at skadestedsledelsen på dette tidspunkt vurderte situasjonen som mindre alvorlig enn hva de gjorde noen få timer senere. SKL-KO ble, som det fremgår i pkt. 3.7.3, flyttet fra jernbanestasjonen til brannstasjonen i Lillestrøm kl. 08.33.

Tidlig på morgenen 5. april hadde man bygget opp et fullstendig ledelsesapparat med en sentral stab knyttet opp mot politimesteren og de viktigste medlemmene av LRS på

plass. Videre hadde man en operativ skadestedsledelse knyttet til politiets skadestedsleder. Man hadde også tilkalt og fått til stedet flere rådgivere med kompetanse på gass, både fra Norske Shell, Statoil og Direktoratet for brann- og eksplosjonsvern.

Organisasjonen fungerte i hovedsak godt under hele aksjonen. Det ble fattet en rekke meget viktige beslutninger og gjennomført tiltak som medførte at en katastrofe ble forhindret. I en slik situasjon, med vedvarende høy risiko over lang tid og sterkt press på en rekke personer over mange dager, var det ikke til å unngå at det oppstod situasjoner med usikkerhet og uenighet. Dette forhindre imidlertid ikke at nødvendige beslutninger ble tatt. I ettertid kan det konstateres at disse beslutningene gradvis førte aksjonen i riktig retning.

En avgjørende periode under aksjonen var natt til fredag, da det ble sammenkalt til ekstraordinært møte i LRS kl. 00.00. Bakgrunnen for møtet var at situasjonen var i ferd med å komme ut av kontroll som følge av sterkt redusert kjøling av tankene, og at det var oppdaget en lekkasje på toppen av den ene tanken, som man antok kunne være en begynnende sprekkdannelse. Tidligere på kvelden hadde det blitt gjort et mislykket forsøk på å slokke brannen. Etter dette var vannforsyningen sterkt svekket fordi pumper hadde stoppet og slanger frosset. Personellet fra Gasakuten var meget skeptiske til å gjøre noen form for forsøk på å tømme tankene slik situasjonen var, se pkt. 3.7.7.

En fullstendig evakuering i denne situasjonen ville med stor sannsynlighet ført til en BLEVE med meget store ødeleggelse. Man hadde imidlertid små marginer mot en katastrofe. Hadde ulykken oppstått uten at man hadde trukket alle ressurser tilbake ville mange menneskeliv gått tapt. Sannsynligheten for tap av liv ville derimot vært liten dersom alle mennesker var trukket ut fra evakueringssonen. De materielle ødeleggelsene ville imidlertid blitt formidable.

Skadestedsledelsen brukte en del tid for å være sikker på at de tiltak som ble iverksatt kunne gjennomføres sikkerhetsmessig forsvarlig. Ved en ulykke som denne, hvor det kreves spesialkompetanse, må redningsledelsen bruke noe tid på å skaffe denne, og ikke minst sammenholde de råd man får før beslutninger fattes.

Under en langvarig og krevende aksjon som på Lillestrøm vil det alltid være forhold som i ettertid kan påvises ikke å ha vært tilfredsstillende og som det bør tas lærdom av. Når det gjaldt organiseringen iverksatte den sentrale redningsledelsen i minst ett tilfelle tiltak uten å gå veien om den operative ledelsen (SKL). Dette gjaldt beslutningen om å brenne av gassen i fakler uten først å slokke brannen. I det tilfellet gikk ordre om iverksettelse direkte fra LRS til medlemmene av Gasakuten, som stod for gjennomføringen. Dette fikk ikke uønskede konsekvenser, men det kunne medført en situasjon ingen hadde kontroll over.

Personell fra Gasakuten arbeidet med tømning av den forreste tanken mer enn ett døgn etter at redningsaksjonen var avsluttet. I denne perioden synes det uklart hvem som hadde ansvaret på skadestedet.

9.5.3 Bistand fra eksperter

Redningsledelsen hadde ikke selv den kompetanse som var nødvendig for å vurdere faremomenter og tiltak. Det ble derfor tidlig tatt initiativ til å tilkalle fageksperter. Fagekspertene hadde en viktig rolle under hele aksjonen som rådgivere for skadestedsledelsen.

Etter hvert knyttet redningsledelsen til seg flere eksperter. En representant fra Stockholms brandvesen var rådgiver for LRS, og spesialister fra Teknologisk Institutt målte flere ganger temperaturen på tankene.

Ved vurderingen av mulighetene for å tømme tankene, og når det gjaldt innhenting av personell som var i stand til å gjennomføre dette, spilte flere av fagekspertene en sentral rolle.

Etter Kommisjonens oppfatning var det helt nødvendig for redningsledelsen å knytte til seg fageksperter slik situasjonen var. Dette kan ha vært av avgjørende betydning for utfallet av ulykken. Ekspertene på sin side ga råd som medførte at ledelsen var i stand til å ta de nødvendige avgjørelser. Flere av gasekspertene hadde et stort apparat i egne organisasjoner å spille på.

9.5.4 Evakueringen

På bakgrunn av de opplysninger og råd skadestedsledelsen fikk fra eksperter ble det som nevnt tidlig på morgenen onsdag 5. april besluttet å evakuere området rundt Lillestrøm stasjon i en radius av 7-800 meter. Bakgrunnen for evakueringen var at det ble vurdert å være en overhengende fare for BLEVE.

Etter de beregninger som ble gjort av gasekspertene ville 45 tonn propan danne en gassky som brant i 15-20 sekunder, ha en radius på 300 meter og en høyde på 100-200 meter. Prosjektiler fra vognene ville kunne nå 6-700 meter. Det ble også ansett som realistisk at en eller begge tankene kunne fare av gårde som raketter dersom en av endeveggene sprakk.

Ut fra den begrensede kunnskap Kommisjonen har om selve evakueringen som ble gjennomført onsdag morgen, synes denne å ha foregått planmessig og så raskt som man kunne forvente ved en så omfattende evakuering. Tallene er usikre, men det antas at omtrent 2000 personer ble evakuert i løpet av tre til fire timer. De som hadde særskilte behov ble også hensyntatt på en tilfredsstillende måte.

Ut fra den kunnskap man har i ettertid, om faren for en BLEVE bare to timer etter at kollisjonen fant sted, burde evakueringen vært gjennomført umiddelbart etter at man hadde observert brannen mellom de to tankvognene. På det tidspunktet hadde imidlertid ikke redningsledelsen nødvendig kunnskap om hvor stor faren var til å fatte en beslutning med så store konsekvenser. Det ville i tilfelle vært aktuelt å vekke innbyggerne med luftverns sirener, og sende ut melding på radio om umiddelbar evakuering. Kommisjonen vil imidlertid påpeke at i en situasjon med litt større lekkasje eller litt mer vind ville denne kunnskap vært avgjørende for å redde mange liv.

9.5.5 Branninnsats - kjøling av tankene

I ettertid vet man at kjølingen av tankene var helt avgjørende for at situasjonen ikke utviklet seg til en meget dramatisk ulykke med store konsekvenser.

Brannvesenet var på et tidlig tidspunkt bevisst på at tankene måtte kjøles med vann. Det gikk imidlertid halvannen time fra beslutning om kjøling av tankene ble tatt til det var etablert en tilfredsstillende vannforsyning. Kommisjonen mener at vannforsyningen kunne vært etablert raskere.

Kommisjonen har også registrert at man ikke oppnådde full effekt av kjølingen i den tidlige fasen, i og med at vannet ikke ble rettet mot de stedene på tankene som var mest påvirket av varmen, angivelig av frykt for å slukke brannen og få en ukontrollert gassvandring med fare for eksplosjon.

Kunnskapen om viktigheten av å kjøle tankene og hvordan dette skulle gjøres økte etter hvert som man knyttet til seg eksperter som rådgivere.

Brannvesenet hadde god kontroll med kjølingen av tankene hele onsdag 5. april og frem til på formiddagen torsdag 6. april. Man var imidlertid ikke godt nok forberedt til å håndtere den situasjonen som oppstod i løpet av torsdag formiddag med økende vind og påfølgende problemer med å få vannstrålene til å treffe tankene slik at kjølingen ble effektiv. Situasjonen synes imidlertid etter det Kommisjonen kjenner til å ha blitt løst på en tilfredsstillende måte.

Slokkeforsøket torsdag kveld mislyktes. Først og fremst skyldtes dette etter Kommisjonens oppfatning at det var for dårlig planlagt. Isolert sett var det ikke noe problem at man ikke klarte å slukke brannen. Kommisjonens oppfatning er at så lenge man hadde temperaturen på tankene under kontroll og varmen ikke gjorde det umulig å arbeide med forberedelse til tapping av tankene, var det en fordel at utlekket gass fortsatte å brenne. Selv om det er beregnet i ettertid at gassen raskt ville blitt fortennet til en ikke brennbar blanding ville en situasjon med utlekkende gass skapt usikkerhet ved arbeidet på skadestedet. Slokkeforsøket medførte imidlertid at vannet frøs i avstengte slanger slik at man fikk for store problemer med vannforsyningen til å fortsette kjølingen av tankene. Dessuten stoppet enkelte pumper. På dette tidspunktet hadde også representantene fra Gasakuten oppdaget lekkasjen på toppen av den ene tanken. Ved at man ikke klarte å slukke brannen ble situasjonen forandret fra å være under full kontroll til å bli svært dramatisk. Etter Kommisjonens oppfatning var det helt unødvendig å komme i en slik situasjon. Det kunne på meget enkel måte vært truffet tiltak som forhindret at vannet frøs i slanger og ventiler.

Etter at man ca. kl. 03.00 natt til fredag igjen hadde klart å opprette tilfredsstillende kjøling av tankene, hadde man god kontroll med temperaturen på tankene resten av tiden inntil de var tømt.

Kommisjonen er ikke i tvil om at man hadde fått en katastrofe på Lillestrøm innen klokken fire natten til 5. april dersom brannvesenet ikke hadde vært i stand til å igangsette kjøling av tankene omtrent på det tidspunktet de gjorde. Det synes også klart at fremdriften for å få i gang kjøling ikke var preget av en bevissthet om at det var knapt med tid. Dette tilsier at det, selv om brannvesenet gjorde de riktige tingene, er behov for mer kunnskap.

Begge tankene hadde som nevnt en metallplate montert i avstand 40 mm fra tankens overflate på den øvre delen av tanken (soltak). Soltaket var klart til hinder i forbindelse med kjølingen av tankene. For å få en best mulig kjøleeffekt er det viktig at vannet treffer flaten som skal avkjøles direkte, i dette tilfellet tankoverflaten. I dette tilfellet var man likevel i stand til å lede bort nok varme til at det ikke ble en katastrofe.

Etter Kommisjonens oppfatning kan det ikke være behov for soltak på tankvogner som benyttes i de nordiske land. Det bør vurderes om bruk av soltak i Norden kan unngås, slik at de ikke er til hinder for effektiv kjøling av tankene ved behov.

9.5.6 Tømming av tankene

Det var tidlig klart at det kunne ta mer enn to uker å tømme tankene gjennom de lekkasjene kollisjonen hadde forårsaket. Dette ville hatt store konsekvenser for Lillestrøm-samfunnet. Som det fremgår i pkt. 3.7.6 fikk skadestedsledelsen gjennom Statoil kontakt med Gasakuten. I utgangspunktet ville ikke Gasakuten starte operasjonen med å tømme tankene før brannen var sloknet. Det ble derfor gjort et forsøk på å slokke brannen torsdag kveld som mislyktes.

Det var etter det mislykte slokkeforsøket usikkert om personellet fra Gasakuten ville gjennomføre operasjonen med å tømme tankene så lenge brannen ikke var sloknet. Det ble derfor i løpet av natten til fredag 7. april kartlagt om annet innsatspersonell var villige til å gjennomføre tømming uten at brannen mellom tankene var sloknet. Personellet fra Gasakuten bestemte seg imidlertid for å påta seg oppgaven. Tømmingen av tanken lengst fra lokomotivet startet fredag formiddag og var henimot tom kl. 22.00 på kvelden samme dag.

Den andre tanken hadde, som det fremgår i pkt. 3.4.8, fått ødelagt rørsystemet i forbindelse med kollisjonen. Det måtte derfor sveises på nye flenser og bores hull før man kunne begynne tappingen. Det tok forholdsvis lang tid før man fikk tørt tankene. Dette var imidlertid en meget uvanlig ulykke med muligheter for dramatiske konsekvenser om den ikke ble håndtert riktig.

9.6 Oppsummering

Kommisjonen er ikke i tvil om at man i forbindelse med brannen mellom tankvognene på Lillestrøm stasjon var meget nær en ekstremt stor ulykke som ville kostet et stort antall mennesker livet og dessuten medført store materielle tap. Utbulingen på den ene tanken ,og de to undersøkelsene som er foretatt i ettertid av henholdsvis DnV og ComputIT med ulikt utgangspunkt, dokumenterer at tankenes tålegrense var nær ved å overskrides. Kommisjonen mener ut fra de undersøkelser som er foretatt at en BLEVE ville inntruffet mellom klokken tre og fire om natten 5. april dersom kjøling av tankene ikke hadde blitt iverksatt i tide.

Hadde en av tankene revnet ville også den andre tanken med stor sannsynlighet revnet kort tid etter. Ulykken ville imidlertid vært ekstremt stor uansett om bare den ene eller begge tankene revnet.

Brannene som ville oppstått hadde utvilsomt fått herje i lang tid før noen hadde vært i stand til å gjøre noe med dem. Resultatet ville vært at store deler av Lillestrøm sentrum hadde blitt lagt i ruiner.

I dette tilfellet kan det fastslås at god beredskap, tilgang på egnet utstyr og god vannforsyning forhindret en katastrofe. Det avgjørende var at man ved kjøling av tankene med store mengder vann var i stand til å hindre for sterk temperaturstigning i tankene og tankmaterialet .

Værforholdene, både på kollisjonstidspunktet og senere, bidro positivt til at katastrofen ikke inntraff. Med andre værforhold ville en BLEVE med stor sannsynlighet ha inntruffet før kjøling ble iverksatt.

De mest dramatiske tidspunktene under aksjonen var den første natten før det ble iverksatt kjøling og natten til fredag da vannforsyningen til kjølingen ble sterkt redusert.

Den evakueringen som ble gjennomført onsdag morgen var etter Kommisjonens oppfatning nødvendig.

Tømmingen av tankene, slik dette ble gjort, medførte at aksjonen ble redusert med mange dager, kanskje opptil to uker.

På Lillestrøm var man i stand til å sette inn relativt store ressurser på kort tid, og man hadde tilstrekkelig kompetanse til å iverksette de riktige tiltakene. I tillegg til god tilgang på egne ressurser hadde man dessuten raskt tilgang på eksterne eksperter. I store deler av landet ligger ikke forholdene for å håndtere denne type ulykker til rette på samme måte som på Lillestrøm. Det kan heller ikke forventes at man alle steder har like god kompetanse til å håndtere denne type ulykke, som er meget sjeldent forekommende, i alle politidistrikt og alle brannvesen. Det kan imidlertid ikke ses bort fra at denne type ulykker skjer igjen.

10 Anbefalinger

10.1 Hovedgrupper av mangler og svakheter som danner bakgrunn for Kommisjonens anbefalinger

Ulykken på Lillestrøm avdekket feil og mangler av forskjellig art vedrørende bremsesystemer på godstog. Foretatte undersøkelser har avdekket at mange tog ikke har den bremseevne som oppgis og som lokomotivfører baserer togfremføringen på. De faktorer beregningen av bremseevnen baserer seg på etterprøves ikke og gir dermed usikre resultater. Bremseprosenten reflekterer derfor i mange tilfeller ikke den reelle bremseevnen.

Undersøkelser har vist at rutinene for ettersyn og vedlikehold av bremsesystemer er mangelfulle. De ulike bremsekomponenters tilstand etter bruk blir ikke systematisk kartlagt ved revisjoner. Kommisjonens undersøkelser har videre avdekket at prøvebremsing etter avgang, som gir lokomotivfører kunnskap om togets bremseevne, ikke alltid gjennomføres slik reglene krever. Undersøkelser gjennom intervjuer av lokomotivførere og en gjennomgang av det pensum disse gjennomgår har også avdekket at opplæringen vedrørende togets bremsesystemer på flere områder er mangelfull.

Transport av farlig gods gjennom bolig- og byområder kan få katastrofale konsekvenser ved ulykker. Ulykken har avdekket at materiellets konstruksjon og plasseringen av vogner med farlig gods i togsettet, kan ha betydning for om et sammenstøt skal resultere i en alvorlig ulykke eller ikke. Slike forhold er i liten utstrekning regulert i gjeldende regelverk. Regelverket for transport av farlig gods med jernbane er dessuten etter Kommisjonens oppfatning lite oversiktlig og vanskelig tilgjengelig.

Kommisjonens undersøkelser har avdekket at togradioen har lang responstid ved nødansrop. I tillegg bryter ikke nødansrop ned andre telefonsamtaler, og det tar tid når togleder må benytte et musebasert datasystem for å koble opp og besvare samtalen. Dessuten brytes samtalen dersom toget beveger seg inn i et nytt togradioområde.

10.2 Kommisjonens hovedanbefalinger

På bakgrunn av de ulike forhold Kommisjonens undersøkelser har avdekket, har Kommisjonen drøftet en rekke forslag til tiltak som kan redusere risikoen for en ulykke med tilsvarende skadepotensiale i fremtiden. Ulykken er av en slik karakter at det er tre helt ulike forhold som særlig har fått Kommisjonens oppmerksomhet. Dette gjelder for det første mange forhold vedrørende togets bremsesystemer, herunder konstruksjon, opplæring, testing, bruk og vedlikehold. For det andre har Kommisjonen sett på gasstankenens utforming. Til slutt har Kommisjonen undersøkt hvordan forutsetningene for frakt av farlig gods på jernbane, og da spesielt frakt av propan, gjennom regelverk og rutiner er tilrettelagt for å forhindre alvorlige ulykker.

Kommisjonen har i sine anbefalinger basert seg på hvordan situasjonen var 5. april 2000. Forslagene er begrenset til dem som Kommisjonen antar praktisk og økonomisk lar seg gjennomføre.

For så vidt gjelder Kommisjonens anbefalinger vedrørende sikkerhetsstyring av jernbanevirksomheten generelt, vises til rapporten om Åsta-ulykken (NOU 2000:30).

Til sammen seks områder utpeker seg etter Kommisjonens oppfatning som de klart viktigste å gjøre noe med. Det dreier seg om:

10.2.1 Bremsesystem og bremseevne

10.2.1.1 Beregning og etterprøving av bremseevne

Bremseevne angis som bremseprosent og baseres blant annet på bremseklossenes trykk på hjulene og av vognenes totalvekt. Vekten varierer med lastens vekt i det enkelte tilfelle. Klosstrykket vil endres avhengig av slitasje og vedlikehold. Det er derfor viktig å etterprøve bremsefunksjonen på den enkelte enhet regelmessig. Bare på denne måten vil en kunne beregne et togs bremseevne med akseptabel presisjon.

Den teoretisk beregnede bremseprosenten er ifølge målinger og prøvekjøringer med rekonstruerte ulykkestog, DnVs retardasjonsmålinger foretatt på fem tog og intervjuer av lokomotivførere et usikkert mål på et togs reelle bremseevne. Usikkerheten knyttet til bremseprosent som angivelse av et togs bremseevne innebærer at sikkerhetsmarginene som brukes ved togfremføring kan være for knappe, spesielt ved kjøring på strekninger med fall. I tillegg er nøyaktigheten av hastighetsmålere varierende og mange baner er ikke utrustet med F-ATC. Dette medfører at det kan foreligge fare for passering av stoppsignal på grunn av utilstrekkelig bremseevne i forhold til togets hastighet.

Bremsetabellene som brukes i dag er lite brukervennlige. Lokomotivførerne avpasser heller hastigheten i fall skjønnsmessig utfra erfaring og følelsen de har med togets bremseevne.

Kommisjonen anbefaler at det etableres en praksis for å etterprøve togs reelle bremseevne. Inntil dette er gjennomført, anbefales at det opereres med større sikkerhetsmarginer enn hva som i dag er tilfelle.

Kommisjonen anbefaler videre at det utarbeides et mer brukervennlig alternativ til dagens bremsetabeller.

10.2.1.2 Endring av krav til bremsegruppe og tilsettingstid

Dersom lokomotivets bremses tilsetter samtidig med eller før bremsene på vognene, vil vognene trykke på bakfra, noe som øker risikoen for avsporing. Jernbaneverkets trafikk sikkerhetsbestemmelser oppstiller derfor et krav om at lokomotiv i godstog alltid skal framføres i bremsegruppe G, uansett togets lengde og vekt.

Dersom alle vognene i et tog framføres i bremsegruppe P, og toget er kort og lett slik at faren for avsporing er liten, er kravet etter Kommisjonens mening ikke like godt begrunnet. I slike tilfeller vil lokomotivet i bremsegruppe P få raskere tilsetting av

bremsene uten at risikoen for avsporing øker. Spesielt ved bremseavvik i deler av toget eller ved behov for rask nedbremsing i høye hastigheter, vil fremføring i bremsegruppe P være å foretrekke.

Lokomotiv av typen El 16 har lenger tilsetningstid i bremsegruppe G enn det som kreves i regelverket fra UIC og Jernbaneverket.

Kommisjonen anbefaler at hensiktsmessigheten ved at lokomotiv i godstog alltid skal fremføres i bremsegruppe G vurderes.

Kommisjonen anbefaler videre at alle El 16-lokomotiv gjennomgås systematisk for å justere tilsetningstiden slik at den blir i samsvar med UICs og Jernbaneverkets krav.

10.2.1.3 Tiltak for å varsle og forhindre lavt trykk i hovedbremseledningen

Analysen av ulykken på Lillestrøm viser at det er av avgjørende betydning for togets bremseevne at førerbremseventilen i lokomotiv El 16 ikke står i midtstilling under fremføring. Dette vil blokkere ettermating av luft til hovedledningen. Samtidig er det slik førerbremseventilen nå er konstruert, mulig å kjøre toget med ventilen i midtstilling. I denne posisjon siver trykket sakte ut uten at bremsene tilsettes, og toget mister over tid sin bremseevne.

Kommisjonen mener det bør gjennomføres tiltak slik at tog ikke kan fremføres når trykket i hovedbremseledningen er for lavt til å kunne stoppe innenfor de sikkerhetsmarginer som gjelder.

Kommisjonen anbefaler at det installeres alarm som utløses ved kritisk lavt trykk i hovedbremseledningen, og/eller en traksjonssperre (fremføringsperre) som forhindrer at tog kan fremføres i slike tilfeller.

10.2.2 Rutiner for prøving av bremsesystem

Bremseprøven som gjennomføres før avgang er først og fremst en kvalitativ funksjonsprøve av togets bremsesystem, og sier ingenting om togets bremseevne. Det er mange muligheter for feil som kan gi redusert bremsekraft for et tog uten at det blir oppdaget ved en fullstendig bremseprøve.

Målinger av retardasjonen til godstog indikerer dessuten dårligere bremseeffekt ved første nedbremsing etter avgangsstasjon enn raskt påfølgende nedbremsinger. Det er derfor svært viktig at det etter avgang og underveis gjennomføres prøvebremsing.

På mange strekninger, særlig med fall, er det vanskelig for lokomotivfører å vurdere resultatet av en prøvebremsing. Det er i dag ingen hjelpemidler som kan forenkle lokomotivførers vurdering av togets bremseevne, som for eksempel skilt som indikerer akseptabel bremsevei.

ATC-systemet har en funksjon som kan gi direkte informasjon om et togs bremseevne ved prøvebremsing. Det er ikke lagt til rette for bruk av denne funksjonen i dag. Slike målinger kan allerede i dag gjennomføres på flate strekninger hvor D-ATC er installert. I fall må det legges inn baliser med fallinformasjon.

Kommisjonen anbefaler at det påses at kravet om prøvebremsing etter avgangsstasjon og før lengre fall blir fulgt.

Kommisjonen anbefaler videre at det legges til rette for at lokomotivfører skal kunne kontrollere togets faktiske bremseevne ved prøvebremsing. For å oppnå dette bør spesielle strekninger avmerkes og markeringer settes opp slik at det kan vurderes hvorvidt togets bremseevne er akseptabel. Hvis tilgjengelig strekning ligger i fall bør ATC-baliser med fallinformasjon installeres etter større godsterminaler, slik at ATC-systemets bremseprøvingsfunksjon kan utnyttes.

Det anbefales at Jernbanetilsynet foretar en gjennomgang og vurdering av regler, rutiner etc. for så vidt gjelder bremseser i persontog.

10.2.3 Revisjonsintervaller for vedlikehold av bremseser

For bremsekomponenter som tas ut av godsvogner i forbindelse med revisjoner kartlegges ikke systematisk hva kjørelengde, bruk over tid mv. betyr for komponentenes tilstand. Dermed får man ikke kunnskap om revisjonsintervallene er hensiktsmessige. Kommisjonen ser dette som bekymringsfullt, spesielt når revisjonsintervallene er blitt utvidet med fire år for mange komponenter samtidig som vognene utnyttes i større utstrekning, dvs. at kjørelengden pr. tidsenhet har økt.

Kommisjonen anbefaler systematisk kartlegging av tilstanden til ulike bremsekomponenter som tas ut ved revisjoner og av de faktorer som er av betydning for slitasje, vedlikeholdsbehov mv. På dette grunnlag bør det vurderes hvilke revisjonsintervaller som er nødvendige for å sikre at den reelle bremseevne er i samsvar med den beregnede.

10.2.4 Opplæring av lokomotivførere i bruk av bremseser

Direktebremsen ble ikke brukt i forbindelse med ulykken på Lillestrøm, til tross for at denne hadde økt togets bremseeffekt i den aktuelle situasjonen. Ved fremføring av lokomotiv El 16 er det lavutbremsing i bremseyslinderne i hastigheter over 55 km/t også ved fullbrems og nødbrems. Ved nødbremsing i dette hastighetsområdet vil bruk av lokomotivets direktebrems nær fordoble lokomotivets selvstendige bremseeffekt, og dermed gi et vesentlig tilskudd til togets totale bremseevne, særlig i korte godstog. Dessuten har direktebremsen kortere tilsetningstid enn togets hovedbrems, slik at lokomotivets bremseser raskere gir effekt.

Kommisjonens undersøkelser tyder på at det på flere områder forekommer at lokomotivførere bryter regelverket eller at de ikke følger fastlagte rutiner. Eksempelvis gjelder dette innstilling av høyere hastighet på ATC enn tillatt, bruk av annen bremsegruppe enn gjeldende bestemmelser angir mv. Kommisjonen ser dette som uheldig, uansett om det er et uttrykk for at reglene er uhensiktsmessige eller en uheldig kultur. Kommisjonen har ikke oversikt over omfanget av slike avvik, men vil peke på at kunnskap om dette vil gi et viktig grunnlag både for opplæring og videreutdanning, og for å forbedre regelverket der dette måtte være nødvendig.

Kommisjonen er kjent med at lokomotivførere fra tid til annen setter førerbremsventilen i midtstilling mens de venter, for å unngå en enerverende lyd fra kompressoren. Konsekvensen av å glemme førerbremsventilen i denne stillingen er

at togets bremskraft forsvinner i løpet av en halv time. Dette er lokomotivførerne kjent med. NSB BA mener det er så selvsagt at førerbremseventilen ikke må settes i midtstilling annet enn ved tetthetsprøve at det ikke er laget noen regel som forbyr dette. Kommisjonen er av den oppfatning at når det finnes en slik praksis på tross av at risikoen er kjent, bør praksisen søkes stoppet også i form av et formelt forbud.

Kommisjonen anbefaler at lokomotivførerne i forbindelse med opplæringen gis en grundigere innføring i virkemåten til ulike bremsesystemer og de spesielle forhold som gjelder for bestemte togtyper. Slik kunnskap er en forutsetning for å kunne utnytte den samlede bremseevne i et tog, og således oppnå maksimal bremseeffekt i kritiske situasjoner.

Behovet for prøvebremsing og bruk av hjelpemidler til å bedømme et togs bremseevne bør få sentral plass ved utdanning av lokomotivførere, jf. pkt. 10.2.2.

Kommisjonen anbefaler en grundig kartlegging av hvordan ulike regler for togfremføring etterleves i praksis og årsaker til eventuelle avvik. Ut fra dette bør behovet for supplerende opplæring og eventuell endring av regler vurderes.

Kommisjonen anbefaler at det i regelverket nedfelles et forbud mot å sette førerbremseventilen i midtstilling annet enn ved tetthetsprøve eller når lokomotivet betjenes fra annen førerbremseventil.

10.2.5 Tiltak for å forebygge gasslekkasjer

10.2.5.1 Bruk av dekningsvogner

Dekningsvogn mellom lokomotiv og vogner med farlig gods vil gi større avstand mellom kollisjonspunktet og det farlige godset, slik at en større del av kollisjonsenergien tas opp av vogner uten farlig gods. Dekningsvogn mellom forskjellige vogner med farlig gods vil forhindre direkte kontakt mellom disse, og således kunne begrense skadene ved kollisjon eller avsporing. Det forutsettes at man bruker dekningsvogner uten utstikkende deler som kan skade vogner med farlig gods. Fordeler ved bruk av dekningsvogner må vurderes opp mot eventuelle ulemper som følge av at dette vil gi flere skiftinger.

Norske myndigheter har etter EUs Rådskonklusjon 96/49/EF art. 1. nr. 2 kompetanse til å fastsette regler om godsvogners plassering i toget for den nasjonale togtrafikk. Den eneste regel som foreligger i dag er en regel om dekningsvogn mellom eksplosiver og brannfarlige eller oksiderende stoffer.

Kommisjonen anbefaler at norske myndigheter vurderer om regler for dekningsvogn ved transport av farlig gods kan være egnet til å forbedre sikkerheten og redusere skadepotensialet ved ulykker.

10.2.5.2 Glatte tanker uten utstikkende mannlokk og bolter

Lekkasje fra de to gasstankene som var involvert i ulykken på Lillestrøm oppstod som følge av at muttere og utstikkende bolter som festet mannlokkene ble revet av. Med en annen tankkonstruksjon, med glatte overflater på tankenes endebunner, ville sammenstøtet mellom tankene med stor sannsynlighet kunne skjedd uten at det

oppstod lekkasje. Mannhullene kan også plasseres andre steder på tanken enn hva som var tilfellet på de aktuelle tankene.

Kommisjonen anbefaler at norske myndigheter tar initiativ til endringer i RID med krav om at tanker konstrueres uten utstikkende deler i områder som kan være utsatt ved kollisjoner, avsporinger mv.

10.2.6 Regulering av transport gjennom tettbygde strøk

Transport av farlig gods gjennom bolig- og byområder som Lillestrøm, kan medføre katastrofer i forbindelse med ulykker. Tiltak som reduserer faren for ulykker og reduserer skadepotensialet er derfor påkrevet. Lokale risikoanalyser vil kunne klargjøre hvilke særskilte forebyggende tiltak som kan iverksettes i det enkelte området.

Kommisjonen anser restriksjoner med hensyn til tidspunkt for transport og hastighetsbegrensninger gjennom tettsteder, som aktuelle tiltak for å redusere risikoen ved frakt av farlig gods. Risikoen for ulykker med godstog antas å være lavere i de perioder da jernbanenettet er minst trafikkert. Risikoen for at en ulykke med farlig gods skal utvikle seg til en katastrofe, vil bli lavere jo lavere hastigheten er. I dag er det ingen forskjell i fartsgrensene for transporter med og uten farlig gods. Selv det mest eksplosive gods fremføres i normal hastighet, også gjennom tettbygde strøk.

Kommisjonen anbefaler et sterkere fokus på transport av farlig gods i tettbygde områder, blant annet ved at det gjennomføres risikoanalyser for norske byer og tettsteder hvor jernbanetransport av farlig gods skjer.

Kommisjonen anbefaler en vurdering av om en tidsregulering og hastighetsbegrensning for tog som frakter farlig gods gjennom tettbygde strøk, kan gi en sikkerhetsforbedring. På dette grunnlag bør nye regler vurderes. Slike regler bør etter Kommisjonens oppfatning gis i lov eller forskrift.

10.2.7 Forebygging av katastrofer ved ulykker med gastanker

10.2.7.1 Isolering av tanker

Ved ulykker av den typen vi hadde på Lillestrøm er det helt avgjørende for å unngå en BLEVE at temperaturen på tankene ikke blir for høy. Tiden man har til rådighet for å komme i gang med effektiv kjøling vil ofte være knapp. Tiden kan forlenges om tankene beskyttes mot oppvarming med isolasjon. Slik isolasjon vil, avhengig av tykkelse og isolasjonsegenskaper, medføre en betraktelig reduksjon av varmeoverføringen til tankmaterialet og tankens innhold. Dermed blir tiden man har til rådighet før situasjonen blir kritisk vesentlig lenger. Isolerte tanker er, etter det Kommisjonen kjenner til, tatt i bruk i USA og Canada.

Tiden før situasjonen blir kritisk kan økes ytterligere om tankene utstyres med sikkerhetsventil. En slik ventil vil bidra til trykkavlastning.

Kommisjonen anbefaler at norske myndigheter utreder bruk av isolerte tanker for gasstransport, samt å utstyre tankene med sikkerhetsventil. På bakgrunn av denne utredningen bør det vurderes om forslag til nye krav skal foreslås i RID.

10.2.7.2 Mulighet for måling av trykk og væsknivå

Ved ulykker med gasstanker er det nødvendig å kjenne til trykk, temperatur og væsknivå på tankene for å kunne vurdere faremomenter. Denne muligheten hadde man ikke på Lillestrøm. Dette ville gitt bedre grunnlag for å vurdere hvor stor faren var for en BLEVE under de ulike faser.

De tanker som brukes i dag gir ikke tilfredsstillende mulighet for måling eller registrering av trykk og væsknivå, og tiltak blir derfor iverksatt på grunnlag av antakelser. Sikre målinger vil gi bedre grunnlag for å vurdere sikkerhet for innsatspersonell, behov for evakuering og behov for og effekt av kjøling.

Kommisjonen anbefaler at norske myndigheter fremmer forslag om at det i RID inntas regler om at gasstanker skal ha utstyr for registrering av trykk og væsknivå.

10.2.7.3 Skandinavisk innsatsgruppe

Det viste seg ved ulykken på Lillestrøm at det var behov for personell med særlig kompetanse for å tømme tankene. Dette er et behov som vil oppstå ved ulykker, men ikke ofte. Det er derfor ikke aktuelt å etablere denne type kompetanse mange steder. Det hensiktsmessige vil være å ha en innsatsgruppe som dekker hele Skandinavia på et sted med god tilgang til rask transport både av personell og utstyr.

Kommisjonen anbefaler at LPG-bransjen i Skandinavia i fellesskap oppretter en fast innsatsgruppe for ulykker med LPG.

10.2.7.4 Opplæringsopplegg for brannvesen

Ved ulykker med tanker som kan utløse en BLEVE kan det være av avgjørende betydning at vidtrekkende tiltak, som evakuering, iverksettes raskt. Samtidig er det viktig at slike tiltak, som er svært krevende, ikke iverksettes i utide. Det vil først og fremst være politiet og brannvesenet som er involvert i beslutninger av denne karakter, med brannvesenet som faglig rådgiver og politiet som besluttsende myndighet. Om slike beslutninger må fattes raskt, er det nødvendig med lokal kompetanse til å vurdere situasjonen, eventuelt raskt oppnå kontakt med rådgivere. Det er få brannvesen som i dag har kompetanse til å vurdere denne type situasjoner. Det er imidlertid mulig å utvikle opplæringsopplegg som vil gi brannvesenet et langt bedre forutsetninger for denne type vurderinger, uten at dette krever store ressurser i det enkelte brannvesen.

Kommisjonen anbefaler at myndighetene og LPG-bransjen i samarbeid utvikler et opplæringsopplegg som gir brannvesenet bedre forutsetninger for å vurdere tiltak i forbindelse med ulykker som kan medføre BLEVE.

10.3 Andre anbefalinger

10.3.1 Forenkling av regelverket

Regelverket for transport av farlig gods på jernbane er lite oversiktlig og vanskelig tilgjengelig. Regelverket er til dels dårlig samordnet, med mange ulike forskrifter med til dels overlappende virkeområde og formål. Regelverket er ikke i tilstrekkelig grad tilpasset omorganiseringen av det gamle NSB, noe som fører til uklarheter og tvilsspørsmål.

Kommisjonen har sammenlignet strukturen i RID med det tilsvarende regelverk for frakt av farlig gods på vei, ADR. Vi finner den tematiske strukturen i ADR mer oversiktlig enn RID som er inndelt etter fareklasser. I ADR klargjøres reglens pliktsubjekt bedre, og de fellestrekk som finnes for transport av flere fareklasser kommer klarere frem.

Kommisjonen anbefaler, som følge av at NSB er delt etter at regelverket ble innført, at det tydeliggjøres i det enkelte regelverk hvilket organ som er pliktsubjekt.

Kommisjonen anbefaler videre at det vurderes om de ulike forskriftene kan slås sammen helt eller delvis, eventuelt også hvorvidt noen av forskriftsreglene bør trekkes opp på lovsnivå.

Kommisjonen anser strukturen i ADR som mer hensiktsmessig og brukervennlig enn strukturen i RID, og anbefaler på den bakgrunn at norske myndigheter fremmer forslag om å endre strukturen i RID i samsvar med ADR.

10.3.2 Kartlegging av transport av farlig gods

For å analysere risiko for uhell og mulige konsekvenser er det nødvendig å ha oversikt over både transportmengder og transportveier. Slik oversikt finnes ikke for transport av farlig gods på jernbanen.

Den siste nasjonale kartleggingen av farlig gods i Norge ble gjennomført i 1992. Kommisjonen mener nye undersøkelser på dette området er av stor betydning for et effektivt og forebyggende sikkerhetsarbeid. Nye undersøkelser bør spesielt få frem data om risiko ved transport av farlig gods i tettbygde områder.

Kommisjonen anbefaler at det utarbeides en fullstendig oversikt over transport av farlig gods på jernbanen både hva gjelder stofftyper, mengder og banestrekninger. Systemet bør legges opp slik at oversikten kontinuerlig oppdateres.

Videre anbefaler Kommisjonen at det iverksettes en ny kartlegging av den samlede transport av farlig gods i Norge.

10.3.3 Transportuhellskort for lokomotivførere

Lokomotivføreren av ulykkestoget på Lillestrøm hadde ikke kunnskap om hvilken type farlig gods han fraktet, og heller ikke om hvilke tiltak han burde gjennomføre ved en ulykke med denne type gods.

Ved transport av farlig gods på vei finnes det krav om at sjåføren skal medbringe skriftlige instruksjoner spesifikt for det farlige godset som transporteres. Disse skal blant annet omhandle opptreden og tiltak ved uhell. Tilsvarende krav gjelder ved sjøtransport og flytransport av farlig gods, men ikke for jernbanetransport.

Etter Kommisjonens oppfatning er det viktig at lokomotivfører har kunnskap om egenskapene ved det farlige gods som er under transport og hvordan han skal opptre ved uhell. Det er ingen grunn til at dette skal være annerledes ved jernbanetransport enn det er ved transport med bil, båt eller fly.

Kommisjonen anbefaler at det innføres krav om at lokomotivfører ved transport av farlig gods skal medbringe informasjon om godsets egenskaper, hvordan det skal handles ved ulykker mv.

10.3.4 Nødsamband over togradio

Slik togradioen i dag fungerer vil en etablert samtale brytes når et tog forlater et togradioområde og går over i et annet. Dette gjelder også for nødanrop. I forbindelse med ulykken på Lillestrøm kunne dette fått uheldige følger, fordi lokomotivfører i tog 5781 ringte inn nødanrop like før han kjørte inn i et nytt togradioområde.

I forbindelse med ulykken på Lillestrøm tok det noe tid før togleder fikk koblet opp nødsamtalen med lokomotivføreren. Dette som følge av at systemet er menybasert og krever at en peker med datamus på riktig punkt på skjermen. I tillegg er responstiden på togradioen lang, fordi den nøyaktige posisjonsbestemmelsen tar tid. Dette kan gi uheldige konsekvenser i nødssituasjoner.

Kommisjonen anbefaler at togradiosystemet forbedres gjennom innføring av ny teknologi, slik at samtaler og anrop, herunder nødanrop, ikke brytes ved overgang til nytt togradioområde.

Kommisjonen anbefaler videre at bruken av skjermbaserte systemer i nødsituasjoner blir vurdert.

10.3.5 Tanker uten soltak ved transport i Skandinavia

På øvre del av tankene som var involvert i ulykken på Lillestrøm, var det montert metallplater ca. 40 millimeter fra tankenes overflate. Hensikten med platene er å forhindre sterk soloppvarming av tankene. Platene reduserte imidlertid kjøleeffekten av vannet som ble sprøytet på tankene under brannen. Denne type solavskjerming er beregnet for transport under langt varmere klimatiske forhold enn i Norge.

Kommisjonen anbefaler at norske myndigheter fremmer forslag om endringer i RID slik at det ikke er soltak på tanker som kun brukes for transport i Skandinavia, eller at soltakene får en slik konstruksjon at de lett kan fjernes ved behov.

10.3.6 Vaktens lengde på togledersentralen

Kommisjonens undersøkelser har avdekket at togleder som var på vakt ulykkesnatten hadde arbeidet fra kl. 13.40 den 4. april og først skulle gå av vakt kl. 06.50 neste dag.

Kommisjonen finner en vaktlengde på 17 timer svært betenkelig sett i lys av de sikkerhetskritiske oppgaver en togleder skal ivareta.

Kommisjonen anbefaler at arbeidstidsordningen på togledersentralene gjennomgås, herunder også konsekvenser ved bytting av vakter. Det bør settes klare regler for hvor lang sammenhengende arbeidstid som kan aksepteres.

10.3.7 Logging av hendelser

10.3.7.1 Logg av alle tjenestesamtaler på togledersentral

Samtaler fra telefonen som vaktlederen på togledersentralen i Oslo benyttet for å alarmere AMK-sentralen ble ikke logget slik at den kunne avspilles i ettertid. Etter Kommisjonens oppfatning er det viktig at flest mulig opplysninger som kan ha betydning for å rekonstruere hendelsesforløpet ved ulykker finnes tilgjengelig i ettertid.

Kommisjonen anbefaler at alle telefoner som brukes til tjenestesamtaler på togledersentralene blir utstyrt slik at samtalene blir tatt opp og tidspunktet for start og avslutning blir registrert.

10.3.7.2 Logging av data i lokomotiv

Manglende logg om bord i lokomotivet i tog 5781 kompliserte Kommisjonens arbeid med å kartlegge hendelsesforløpet i forbindelse med ulykken på Lillestrøm.

Lokomotiv kan utstyres med en logg (ferdskriver) koblet til ATC-systemet, som kan registrere data om utkjørt distanse, hastighet, trykksenking i hovedledningen, utløsning av ATC-brems, SIFA-ventilens tilstand mv. Logging av slike data vil innebære store fordeler ved undersøkelse av ulykker og uønskede hendelser.

Lufttrykk i bremsesystemet er avgjørende for et togs bremseevne, og står av den grunn sentralt i granskningen av mange togulykker. Ved logging av lufttrykket i hovedledningen og hovedluftbeholder i lokomotivet vil arbeidet med ulykkesutredninger vedrørende bremsesvikt forenkles betydelig.

Kommisjonen anbefaler at alle lokomotiv utstyres med ATC-logg for å legge til rette for undersøkelse av ulykker og uønskede hendelser. Kommisjonen anbefaler videre logging av lufttrykk i hovedledning og hovedluftbeholder i lokomotivet.

11 Sammendrag

Det vil nedenfor bli gitt et kort sammendrag av viktige faktiske forhold som er behandlet i rapporten, sentrale problemstillinger og Kommisjonens vurderinger og anbefalinger. For ordens skyld gjør vi oppmerksom på at når hovedpunktene gjengis på denne måten, kan nyanser bli borte. Når det gjelder anbefalingene er kun selve anbefalingen inntatt og ikke teksten som forklarer denne. Kommisjonens anbefalinger er basert på situasjonen slik den var 5. april 2000.

11.1 Kommisjonens oppnevning og dens arbeid

7. april 2000, to dager etter ulykken, ble undersøkelseskommisjonen som var oppnevnt etter Åsta-ulykken bedt om også å granske togulykken på Lillestrøm stasjon 5. april 2000. Ved kongelig resolusjon av 14. april 2000 ble Kommisjonens mandat formelt utvidet. Kommisjonen hadde denne sammensetningen:

1. Lagdommer Vibecke Groth, Borgarting lagmannsrett, leder
2. Sivilingeniør Øystein Skogstad, SINTEF
3. Sivilingeniør Finn Mørch Andersen, Direktoratet for brann- og eksplosjonsvern
4. Sivilingeniør Ingemar Pålsson, Det norske Veritas, Gøteborg
5. Sosiolog Marika Kolbenstvedt, Transportøkonomisk Institutt

På Kommisjonens anmodning ble denne 26. juli 2000 utvidet med ingeniør Joakim Böcher, Det norske Veritas, Danmark. Kommisjonens sekretær har vært advokatfullmektig Jacob Ferdinand Bull, advokatfirmaet Arntzen, Underland & Co. Fra 15. oktober har også Jens-Henrik Lien, vitenskapelig assistent ved Universitetet i Oslo, vært sekretær.

Kommisjonen fikk som mandat å foreta de nødvendige undersøkelser for å bringe de faktiske omstendigheter omkring ulykken på Lillestrøm stasjon og årsakene til den på det rene. Det ble særskilt nevnt at det særlig synes nærliggende å vurdere forutsetningene som er lagt til grunn for transport av farlig gods.

Kommisjonen fikk umiddelbart et godt samarbeid med politiet i Romerike politidistrikt om hvilke undersøkelser som burde foretas.

Det norske Veritas ble oppnevnt som sakkyndig for å foreta en materialteknisk undersøkelse av gasstankene på toget, og for å se på om de oppfylte gjeldende krav til teknisk standard og regelverk for transport av propangass. Det norske Veritas fikk videre i oppdrag å undersøke bremsesystemene på godstog, vedlikeholdet av bremsesystemene og tilstanden for tog 5781 da det kjørte ut fra Alnabru ulykkesdagen.

NSB BA ved bremsekontoret har utredet bremsenes tilstand på tog 5781 etter ulykken. Dette arbeidet ble kontrollert og overvåket av politiet og Kommisjonen.

Rapporten fra NSB BAs bremsekontor er på oppdrag fra Kommisjonen vurdert av sivilingeniør Sven A. Eriksson, tidligere bremsesjef i SJ fra 1988-1998, nå ansatt i Green Cargo AB (tidligere SJ Gods).

Videre er det foretatt undersøkelser vedrørende lekkasjene på de skadede gasstankvognene, og analyser og beregninger av hvor nær man var en katastrofe på Lillestrøm.

Kommisjonen har avhørt fire vitner. Kommisjonen har fått stilt til rådighet alle politiforklaringer, samt dokumenter og opplysninger for øvrig av interesse fra den politietterforskning som har vært drevet parallelt med Kommisjonens undersøkelser. Videre har Kommisjonen innhentet dokumentasjon og annet materiale av betydning for undersøkelsene fra NSB BA, Jernbaneverket, Statens Jernbanetilsyn, DBE, VTG og Statoil.

11.2 Ulykken

Natt til onsdag 5. april 2000 kl. 00.38 forlot godstog 5781 Alnabru på vei til Mosjøen. Det var ca. to timer forsinket på grunn av stort snøfall. Lokomotivet var av typen El 16. Godsvognoptaket som lå i lokomotivet anga bl.a. togets vekt, lengde, bremseprosent og at det fraktet komprimert brannfarlig gass.

Etter passering Strømmen stasjon innledet lokomotivfører bremsing. Han registrerte ingen bremsevirkning samtidig som hastigheten økte. Han oppfattet like etterpå at forsignalet til innkjørsignalet til Lillestrøm var branngult. Det betydde at innkjørsignalet var rødt. Ferdskriveren angir at togets hastighet da det passerte forsignalet var ca. 102 km/t. Høyeste tillatte hastighet for toget var i henhold til godsvognoptaket 90 km/t. ATC-enheten var innstilt på 100 km/t.

Ved Sagdalen blokkpost iverksatte lokomotivfører nødbrems da bremseeffekten han oppnådde var liten. Tog 5713 stod inne på Lillestrøm stasjon og ventet i spor 7. Lokomotivfører i tog 5781 forstod at han ikke ville klare å stoppe i tide, og begynte derfor å signalisere med tyfonen for å varsle om faren.

Lokomotivfører forsøkte å komme i kontakt med togleder via togradioen. Han oppnådde først kontakt i det han passerte innkjørsignalet til Lillestrøm stasjon som viste rødt, og varslet da om det som var i ferd med å skje. Lokomotivfører løp innover i maskinrommet og kastet seg ned da toget kjørte inn i tog 5713 kl. 00.57. Hastigheten var ca. 62 km/t i kollisjonsøyeblikket. Ingen av lokomotivførerne eller andre personer ble skadet i kollisjonen.

Kollisjonen førte til en del skader på materiellet, men det vesentlige var at de to propantankene i tog 5781 ble skadet og propan lekket ut. Etter kort tid ble propangassen antent. Faren for en katastrofe som følge av gassbrannen var overhengende. Situasjonen var kritisk og man var svært nær en BLEVE som ville medført et stort antall omkomne og lagt Lillestrøm i ruiner. Ca. 2000 mennesker ble evakuert innenfor den beregnede faresonen på 1000 meter fra tankene.

Faren for eksplosjon ble avverget og de evakuerte kunne returnere 9. april 2000.

11.3 Årsakene til kollisjonen

11.3.1 Direkte årsaker

Umiddelbart etter kollisjonen ble det klart at den direkte årsak til kollisjonen var bremsesvikt i tog 5781. På denne bakgrunn foretok Kommisjonen en grundig gjennomgang av de mulige årsaker til bremsesvikten. Den viste seg å være betydelig.

De tekniske undersøkelser som er foretatt viser at togets reelle bremseevne var dårligere enn lokomotivfører utfra godsvognoptaket kunne forvente. Godsvognoptaket tilsa at toget hadde en bremseprosent på 77. Klosstrykk- og bremseveismålinger som er gjennomført viser at toget bare hadde en reell bremseevne på 57 %. Dette gir 2/3 av den bremseevne som godsvognoptaket oppga. Beregninger Kommisjonen har foretatt viser imidlertid at toget ville ha kunnet stoppe i god tid før kollisjonsstedet med denne reduserte bremseevnen. De dårlige bremsene kan således ikke alene forklare bremsesvikten.

Det har vært foretatt ulike undersøkelser, beregninger og rekonstruksjoner av kjøringen ulykkesnatten for å forklare årsaken til at toget hadde en betydelig lengre bremsevei enn den reelle bremseevnen skulle tilsi. Denne delen av bremsesvikten benevnes i det følgende "hovedbremsesvikten" eller den resterende bremsesvikten.

De foretatte undersøkelser har vist at toget må ha vært tilnærmet uten brems i ca. 15 sekunder, eller over en strekning på drøyt 400 meter etter Strømmen stasjon, hvor hastigheten økte fra 95 til 102 km/t. Videre viser hastighetsprofilen at retardasjonen var svak men forholdsvis konstant fra Sagdalen til kollisjonspunktet. Undersøkelser har vist at dette tilsvarte en trykksenkning på ca. 1 bar i hovedledningen, eller at de siste 3-5 vognene var uten brems.

Hovedbremsesvikten må således både ha medført at lokomotivfører først ikke fikk brems og siden at bremseevnen til toget var svak, men konstant. En slik bremsesvikt kan bare forklares med at hovedledningen var blokkert og at denne blokkeringen endret posisjon i hovedledningen ved Sagdalen, eller at det manglet lufttrykk i bremsesystemet.

En ispropp vil kunne blokkere hovedledningen og således forhindre den trykksenkning som er nødvendig for å aktivere bremsene på de vognene som befinner seg bak isproppen. Imidlertid harmonerer den hastighetsprofil som fremgår av togets hastighetsrull dårlig med at ispropp har vært årsak til hovedbremsesvikten. En ispropp må da først ha blokkert hovedledningen mellom lokomotiv og første vogn, for deretter å løsne og blokkere mellom de tre til fem bakerste vognene. Videre ble det i forbindelse med åstedsbefaring ikke påvist tilstrekkelig fuktighet i hovedledningen til at Kommisjonen anser det som sannsynlig at ispropp kan ha forårsaket hovedbremsesvikten. Dessuten var det luftgjennomstrømning i hele hovedledningen da bremseprøven på toget ble gjennomført før avgang. Disse forhold tilsier at det er så lite sannsynlig at ispropp var årsak til den betydelige hovedbremsesvikten at Kommisjonen legger til grunn at dette ikke var årsaken.

Den eneste rimelige forklaring på bremsesvikten er etter dette, slik Kommisjonen ser det, at lokomotivfører må ha satt førerbremseventilen i midtstilling og glemt å sette

den i fartsstilling før han kjørte ut fra Alnabru. Med førerbremseventilen i midtstilling under kjøring vil ettermating av luft til bremsesystemet blokkeres og lufttrykket vil, med de lekkasjer som i ettertid er påvist i ulykkesmateriellet, sive ut i løpet ca. 30 minutter. Togets hastighet økte fra Strømmen stasjon til Sagdalen blokkpost med 7 km/t, fra 95 km/t til 102 km/t. Dette samsvarer med en situasjon hvor trykket har sivet ut og toget er tilnærmet uten brems. Deretter ble hastigheten langsomt redusert til kollisjonspunktet der hastigheten var ca. 62 km/t. Dette tilsvarer en retardasjon på 0,14-0,16 m/s² eller en bremseeffekt tilsvarende en trykksenkning på 0,9-1,05 bar i hovedledningen. Kommisjonen mener denne bremseevnen ble oppnådd gjennom de løsestøt lokomotivfører Jensen foretok da han ikke oppnådde brems. Løsestøt vil gi hurtigoppladning av trykket i hovedledningen, men ikke av hele bremsesystemet. Dette samsvarer med at toget hadde en lav, men konstant bremsevirkning frem til kollisjonsstedet.

Disse forhold tilsier at den betydelige hovedbremsesvikten skyldtes at førerbremseventilen stod i midtstilling. Dette hadde betydning i forhold til den svake bremsevirkningen toget faktisk hadde, fordi dette blokkerte ettermatingen og gjorde at togets bremsesystem derfor var tilnærmet lufttomt da bremsing ble innledet.

Dersom førerbremseventilen ikke hadde stått i midtstilling ville toget ha stanset i god tid før kollisjonsstedet både med den faktiske hastighet toget hadde ved passering Sagdalen blokkpost og med en hastighet i samsvar med tillatt hastighet på strekningen. Den utløsende årsak til kollisjonen var således at førerbremseventilen stod i midtstilling.

De dårlige bremsene som toget hadde kan imidlertid ha vært en nødvendig betingelse for at kollisjonen fant sted. Teoretiske beregninger Kommisjonen har foretatt viser at kollisjonen ville vært unngått selv med førerbremseventilen i midtstilling, dersom togets bremses hadde tilsvart den bremseevne som godsvognoptaket oppga. Vurderinger Kommisjonen har innhentet fra S. A. Eriksson basert på teoretiske beregninger og praktisk erfaring, tilsier imidlertid at kollisjonen hadde funnet sted, men i en lavere hastighet. Når det hersker forskjellige oppfatninger skyldes det den usikkerhet som oppstår ved at det i ettertid er umulig med full sikkerhet å si hvordan styreventilene på hver vogn har funksjonert med et så lavt trykk i A-kamrene. Dette gir i også store utslag i beregningen av bremsevei. Kommisjonen kan derfor ikke med sikkerhet si hvorvidt det at førerbremseventilen stod i midtstilling alene var årsak til kollisjonen eller om de dårlige bremsene var en nødvendig betingelse for at denne fant sted.

11.3.2 Bakenforliggende årsaker

11.3.2.1 Mangler ved NSB Gods' vedlikeholdsrutiner vedrørende bremses

Som nevnt hadde tog 5781 dårligere bremses enn hva lokomotivfører utfra godsvognoptaket kunne forvente. Basert på de beregninger Kommisjonen har foretatt ville toget ved normal fremføring ha stanset før innkjørsignalet til Lillestrøm stasjon, men hele sikkerhetsmarginen som ligger i avstanden mellom forsignal og innkjørsignal ville vært brukt. Med en høyere hastighet ville toget passert innkjørsignalet.

DnV har i sin bremsereport som er utarbeidet for Kommisjonen påpekt at NSB Gods ikke foretar klosstrykkmålinger i forbindelse med årlig ettersyn eller på annen måte etterprøver togets bremsekraft. Det foretas således ingen kontroll av hvorvidt den teoretisk beregnede bremseprosenten samsvarer med et togs reelle bremseevne. Dette innebærer at NSB Gods ikke har full kontroll med hvilken bremseevne togene i realiteten har. DnVs retardasjonsmålinger av fem godstog og gjennomgang av ulykker og nestenulykker der bremsesvikt var årsak, viser at sikkerhetskritiske avvik mellom bremseevne og bremseprosent kan forekomme uten at dette oppdages eller er forsøkt oppdaget.

11.3.2.2 Manglende prøvebremsing

Lokomotivfører foretok ikke prøvebremsing etter utkjøring fra Alnabru slik reglene tilsier. Kravet om prøvebremsing før fallet mot Lillestrøm ble heller ikke fulgt. Dersom prøvebremsing hadde vært foretatt før toget kom inn i fallet, ville dette avdekket at førerbremseventilen stod i midtstilling. Lokomotivfører ville da ha dratt førebremseventilen til driftsbremsestilling og således oppdaget at ettermatingen av luft til bremsesystemet var blokkert. Studie av strekningsprofilen og togets hastighetsrull tilsier at prøvebremsing kunne vært foretatt mellom Lørenskog og Strømmen. Dersom prøvebremsing hadde vært foretatt der ville det vært tilstrekkelig tid til å lade bremsesystemet med luft før fallet mot Lillestrøm. Togets bremseevne ville da vært tilstrekkelig til at kollisjonen hadde vært unngått.

11.3.2.3 Varsel ved manglende lufttrykk i bremsesystemet

Lokomotiv El 16 er ikke utstyrt med noen utrustning som gjør lokomotivfører oppmerksom på et eventuelt sikkerhetskritisk trykkfall i bremsesystemet. Dersom det hadde vært knyttet et lys- og/eller lydsignal eller traksjonssperre til en kritisk trykksenkning i bremsesystemet, ville lokomotivfører på et tidligere tidspunkt enn da han skulle innlede bremsing ved Strømmen stasjon ha oppdaget at togets bremsesystem var tilnærmet lufttomt. Kollisjonen ville da vært unngått, fordi lokomotivfører ville oppdaget at førerbremseventilen stod i midtstilling.

11.4 Årsakene til gasslekkasjene

11.4.1 Direkte årsaker til gasslekkasjene

Gasslekkasjene i de to gasstankene, som skapte den dramatiske situasjonen på Lillestrøm, oppstod som en direkte følge av selve kollisjonen. Tankene gikk som vogn 1 og 2 etter lokomotivet i tog 5781. De materialtekniske undersøkelsene DnV har foretatt på oppdrag fra Kommisjonen og de observasjoner som ble gjort etter ulykken, viste at tankene i seg selv tålte den belastning de ble utsatt for i forbindelse med kollisjonen.

Mannhullene som stod mot hverandre under transporten hadde mannlokk som var festet med utstikkende bolter. Gasslekkasjene oppstod som følge av at boltene kom i inngrep med hverandre i forbindelse med kollisjonen og to bolter på hvert av mannlokkene ble skadet. En bolt ble revet av, mens en annen ble deformert. Tankenes konstruksjon, med utstikkende bolter, var således den direkte årsaken til at gasslekkasjene oppstod som følge av kollisjonen.

11.4.2 Bakenforliggende årsaker til gasslekkasjene

11.4.2.1 Mannlokkenes konstruksjon mv.

De to gasstankene som var innblandet i ulykken var i seg selv meget solide, og var utstyrt med stoppventil på undersiden som skulle forhindre lekkasje dersom rørføringen ble skadet i forbindelse med kollisjon eller avsporing. Hadde tankene også vært konstruert med mannlokk med jevn overflate, er det Kommisjonens oppfatning at kollisjonen med stor sannsynlighet ikke ville ført til noen gasslekkasje. Også i motsatt endebunn var det utstikkende elementer. Kommisjonen mener derfor at lekkasjene ikke nødvendigvis ville vært unngått om tanken var orientert annerledes. Kommisjonen etterlyser en større bevissthet når det gjelder konstruksjon av tanker som frakter farlig gods. Blant annet foreligger det ikke regler for plassering og konstruksjon av mannlokk. Med glatte endebunner vil forutsetningene for å unngå gasslekkasje i forbindelse med en kollisjon eller avsporing være langt bedre enn med utstikkende deler på tankene.

11.4.2.2 Tankenes plassering i toget, dekningsvogn mv.

De to tankvognene gikk nærmest lokomotivet. Hadde gasstankvognene gått lenger bak i toget ville en større del av kollisjonsenergien blitt tatt opp av vogner uten farlig gods. Det er da sannsynlig at kollisjonen ikke ville påført de to gasstankene slike belastninger at gasslekkasje hadde oppstått.

Bruk av dekningsvogn i tog 5781 mellom lokomotivet og gasstankvognene ville medført at gasstankvognene hadde tatt opp en langt mindre del av kollisjonsenergien i forbindelse med kollisjonen. Kommisjonen kan imidlertid ikke med sikkerhet si om gasslekkasjene av den grunn hadde vært unngått. Dekningsvogn mellom de to gasstankvognene ville sannsynligvis forhindre direkte sammenstøt mellom tankenes mannlokk, og således forhindre gasslekkasjene såfremt dekningsvognen hadde vært glatt uten utstikkende deler. Kommisjonen antar at bruk av dekningsvogn mellom lokomotiv og første gasstankvogn og dekningsvogn mellom de to gasstankvognene ville forhindre lekkasjene. Kommisjonens gjennomgang av regelverket har avdekket at det bare i beskjedent utstrekning finnes regler om bruk av dekningsvogn ved transport av farlig gods.

11.4.2.3 Unnlatt bruk av lokomotivets direktebrems

Tog 5781 hadde foruten hovedbrems også direktebrems som bare virker på lokomotivet. Direktebremsen virker uavhengig av togets hovedbrems, men ble ikke benyttet av lokomotivfører. Bruk av direktebrems ville gitt en dobling av lokomotivets bremseevne i hastighetsområdet over 55 km/t i forhold til bare bruk av hovedbremsen. Gjennomførte beregninger viser at bruk av direktebremsen i hele fallet ville ha økt tilgjengelig bremsekraft for tog 5781 med ca. 20%. Med tilsatt direktebrems ville ulykken ikke vært unngått, men hastigheten i kollisjonsøyeblikket ville blitt redusert til mellom 40 og 45 km/t. Hvorvidt gasslekkasjen da hadde vært unngått er det ikke mulig å si. Det understrekes at lokomotivfører ikke var opplært i bruk av direktebrems ved bremsesvikt.

11.5 Gassbrannen

En såkalt BLEVE er den situasjonen som oppstår når en tank med brennbar gass/væske i forbindelse med en brann blir utsatt for kraftig oppvarming og revner på grunn av overbelastning som følge av innvendig trykk eller annen påvirkning. Innholdet vil da fordampe umiddelbart. Dette vil føre til en effektiv blanding med luft og en derav følgende eksplosjonsartet forbrenning som vil arte seg som en brennende ildkule. En slik ildkule vil ha en overflatetemperatur på mer enn 1000°C og medføre en ekstrem varmestråling. Videre vil fragmenter både fra tanken og fra området nær tanken bli kastet av gårde med stor hastighet, og føre til skade som følge av trykkbølgen som oppstår.

Varmestrålingen vil i den mest eksponerte sonen medføre forbrenninger med døden til følge for personer som er utendørs, og trebygninger og brennbare materialer vil ta fyr. Denne sonen kan strekke seg mange hundre meter i alle retninger fra den aktuelle tanken.

På bakgrunn av de undersøkelser og analyser som er foretatt er det etter Kommisjonens oppfatning ingen tvil om at man i løpet av natten til 5. april hadde fått en BLEVE med meget store konsekvenser, dersom kjøling av tankene ikke hadde blitt iverksatt. Etter Kommisjonens oppfatning ville en katastrofe inntruffet mellom klokken tre og fire om natten om kjøling av tankene ikke hadde blitt iverksatt. På det tidspunktet en slik katastrofe ville inntruffet var det ikke gjennomført noen form for evakuering. Det må legges til grunn at mer enn hundre mennesker antagelig ville omkommet umiddelbart, og flere hundre hadde blitt alvorlig skadet. Mange ville kanskje fått livstruende skader. Det må antas at alle som oppholdt seg utendørs innenfor en avstand av 500 meter fra tankene med stor sannsynlighet hadde blitt drept av strålingen. Videre ville branner i et stort antall bygninger samtidig på denne tid av døgnet trolig medført at mange ikke hadde kommet seg ut i tide.

Brannene som hadde oppstått ville fått herje i lang tid før noen hadde vært i stand til å gjøre noe med dem. Mange av brannvesenets innsatsmannskaper ville allerede ha mistet livet, og mesteparten av brannvesenets utstyr ville vært tapt. Resultatet hadde vært at store deler av Lillestrøm sentrum ville blitt lagt i ruiner.

Etter Kommisjonens oppfatning var man antagelig mindre enn en time fra en katastrofe vi ikke har sett maken til i Norge i fredstid da brannvesenet startet kjøling av tankene natten til 5. april.

11.6 Redningsaksjonen

Både politi, ambulanser og brannvesen var raskt på skadestedet. Det ble etter kort tid konstatert hva som faktisk hadde skjedd, og at det ikke var skadede personer i forbindelse med kollisjonen.

Organiseringen av redningsaksjonen fungerte i hovedsak godt under hele aksjonen. Det ble i løpet av denne fattet en rekke viktige beslutninger og gjennomført tiltak som medførte at en katastrofe ble forhindret. Brannvesenet var på et tidlig tidspunkt bevisst på at tankene måtte kjøles med vann. Bevisstheten om viktigheten av å kjøle tankene og hvordan dette skulle gjøres økte etter hvert som man knyttet til seg eksperter som rådgivere.

Redningsledelsen hadde ikke selv den kompetanse som var nødvendig for å vurdere faremomenter og tiltak ved en slik ulykke. Det ble derfor tidlig tatt initiativ til å tilkalle fageksperter.

Etter Kommisjonens oppfatning forhindret redningstjenestens innsats at ulykken på Lillestrøm utviklet seg til en katastrofe med meget store konsekvenser. God beredskap, tilgang på egnet utstyr og god vannforsyning forhindret en meget stor ulykke.

Dersom tankene skulle tømmes gjennom de lekkasjer som hadde oppstått i forbindelse med kollisjonen ville dette kunne ta to uker eller mer. Dette ville hatt store konsekvenser for Lillestrømsamfunnet. Skadestedsledelsen fikk kjennskap til en beredskapsgruppe sammensatt av aktører i den svenske LPG-bransjen kalt "Gasakuten". Gasakuten har fem faste medlemmer som har kompetanse og spesialutstyr til å kunne tømme store gasstanker. Gasakuten ankom Lillestrøm i løpet av ettermiddagen 6. april og avbrenning av gassen (fakling) ble påbegynt neste dag. Begge tanker var fullstendig tømt mandag 10. april. Søndag 9. april ble faren for eksplosjon ansett over og de evakuerte kunne vende tilbake til sine hjem.

Ulykken skjedde på et sted hvor det var enkelt å komme til med tungt utstyr, og vannforsyningen var god. Dersom dette ikke hadde vært tilfelle må man etter Kommisjonens oppfatning regne med at ulykken hadde utviklet seg til en BLEVE. I store deler av landet ligger ikke forholdene for å håndtere denne type ulykker til rette på samme måte som på Lillestrøm.

11.7 Kommisjonens anbefalinger

Kommisjonen har følgende anbefalinger:

Hovedanbefalinger:

Vedrørende bremsesystem og bremseevne:

Kommisjonen anbefaler at det snarest etableres en praksis for å etterprøve godstogs reelle bremseevne. Inntil dette er gjennomført, anbefales at det opereres med langt større sikkerhetsmarginer enn hva som i dag er tilfelle.

Videre anbefaler Kommisjonen at det utarbeides et mer brukervennlig alternativ til dagens bremsetabeller.

Det anbefales at hensiktsmessigheten ved at lokomotiv i godstog alltid skal fremføres i bremsegruppe G vurderes.

Kommisjonen anbefaler videre at alle El 16 lokomotiv gjennomgås systematisk for å justere tilsetningstiden, slik at den blir i samsvar med UICs og Jernbaneverkets krav.

Kommisjonen anbefaler at det installeres alarm som utløses ved kritisk lavt trykk i hovedbremseledningen, og/eller en traksjonssperre (fremføringssperre) som forhindrer at tog kan fremføres i slike tilfeller.

Det anbefales at Jernbanetilsynet foretar en gjennomgang og vurdering av regler, rutiner etc. for så vidt gjelder bremseser i persontog.

Vedrørende rutiner for prøving av bremseser:

Kommisjonen anbefaler at det påses at kravet om prøvebremsing etter avgangsstasjon og før lengre fall blir fulgt.

Kommisjonen anbefaler videre at det legges til rette for at lokomotivfører skal kunne kontrollere togets faktiske bremseevne ved prøvebremsing. For å oppnå dette bør spesielle strekninger avmerkes og markeringer settes opp slik at det kan vurderes hvorvidt togets bremseevne er akseptabel. Videre bør ATC-balisering med fallinformasjon installeres etter større godsterminaler, slik at ATC-systemets bremseprøvningsfunksjon kan utnyttes.

Vedrørende revisjonsintervaller for vedlikehold av bremseser:

Kommisjonen anbefaler systematisk kartlegging av tilstanden til ulike bremsekomponenter som tas ut ved revisjoner, og av de faktorer som er av betydning for slitasje, vedlikeholdsbehov mv. På dette grunnlag bør det vurderes hvilke revisjonsintervaller som er nødvendige for å sikre at den reelle bremseevne er i samsvar med den forventede.

Vedrørende opplæring av lokomotivførere i bruk av bremseser:

Kommisjonen anbefaler at lokomotivførerne i forbindelse med opplæringen gis en grundigere innføring i virkemåten til ulike bremsesystemer og de spesielle forhold som gjelder for bestemte togtyper. Slik kunnskap er en forutsetning for å kunne utnytte den samlede bremseevne i et tog, og således oppnå maksimal bremseeffekt i kritiske situasjoner.

Behovet for prøvebremsing og bruk av hjelpemidler til å bedømme et togs bremseevne bør få sentral plass ved utdanning av lokomotivførere.

Kommisjonen anbefaler en grundig kartlegging av hvordan ulike regler for togfremføring etterleves i praksis og årsaker til eventuelle avvik. Ut fra dette bør behovet for supplerende opplæring og eventuell endring av regler vurderes.

Kommisjonen anbefaler at det i regelverket nedfelles et forbud mot å sette førerbremseventilen i midtstilling annet enn ved tetthetsprøve eller når lokomotivet betjenes fra annen førerbremseventil.

Vedrørende tiltak for å forebygge gasslekkasjer:

Kommisjonen anbefaler at norske myndigheter vurderer om regler for dekningsvogn ved transport av farlig gods kan være egnet til å forbedre sikkerheten og redusere skadepotensialet ved ulykker.

Kommisjonen anbefaler videre at norske myndigheter tar initiativ til endringer i RID med krav om at tanker konstrueres uten utstikkende deler i områder som kan være utsatt ved kollisjoner, avsporinger mv.

Vedrørende regulering av transport gjennom tettbygd strøk:

Kommisjonen anbefaler et sterkere fokus på transport av farlig gods i tettbygde områder, blant annet ved at det gjennomføres risikoanalyser for norske byer og tettsteder hvor jernbanetransport av farlig gods skjer.

Videre anbefaler Kommisjonen at det foretas en vurdering av om en tidsregulering og hastighetsbegrensning for tog som frakter farlig gods gjennom tettbygde strøk kan gi en sikkerhetsforbedring. På dette grunnlag bør nye regler vurderes. Slike regler bør etter kommisjonens oppfatning gis i lov eller forskrift.

Vedrørende forebygging av katastrofer ved ulykker med gasstanker:

Kommisjonen anbefaler at norske myndigheter utreder bruk av isolerte tanker for gasstransport, samt å utstyre tankene med sikkerhetsventil. På bakgrunn av denne utredningen bør det vurderes om forslag til nye krav skal foreslås i RID.

Kommisjonen anbefaler videre at norske myndigheter fremmer forslag om at det i RID inntas regler om at gasstanker skal ha utstyr for registrering av trykk og væsknivå.

Kommisjonen anbefaler at LPG-bransjen i Skandinavia i fellesskap oppretter en fast innsatsgruppe for ulykker med LPG.

Det anbefales at myndighetene og LPG-bransjen i samarbeid utvikler et opplæringsopplegg som gir brannvesenet bedre forutsetninger for å vurdere tiltak i forbindelse med ulykker som kan medføre BLEVE.

Andre anbefalinger:

Vedrørende forenkling av regelverket:

Kommisjonen anbefaler, som følge av at NSB er delt etter at regelverket ble innført, at det tydeliggjøres i det enkelte regelverk hvilket organ som er pliktsubjekt.

Kommisjonen anbefaler videre at det vurderes om de ulike forskriftene kan slås sammen helt eller delvis, eventuelt også hvorvidt noen av forskriftsreglene bør trekkes opp på lovsnivå.

Kommisjonen anser strukturen i ADR som mer hensiktsmessig og brukervennlig enn strukturen i RID, og anbefaler på den bakgrunn at norske myndigheter fremmer forslag om å endre strukturen i RID i samsvar med ADR.

Vedrørende kartlegging av transport av farlig gods:

Kommisjonen anbefaler at det utarbeides en fullstendig oversikt over transport av farlig gods på jernbanen både hva gjelder stofftyper, mengder og banestrekninger. Systemet bør legges opp slik at oversikten kontinuerlig oppdateres.

Videre anbefaler Kommisjonen at det iverksettes en ny kartlegging av den samlede transport av farlig gods i Norge.

Vedrørende transportuhellskort for lokomotivførere:

Kommisjonen anbefaler at det innføres krav om at lokomotivfører ved transport av farlig gods skal medbringe informasjon om godsets egenskaper, hvordan det skal handles ved ulykker mv.

Vedrørende nødsamband over togradio:

Kommisjonen anbefaler at togradiosystemet forbedres gjennom innføring av ny teknologi, slik at samtaler og anrop, herunder nødanrop, ikke brytes ved overgang til nytt togradioområde.

Kommisjonen anbefaler videre at bruken av skjermbaserte systemer i nødsituasjoner blir vurdert.

Vedrørende tanker uten soltak ved transport i Skandinavia:

Kommisjonen anbefaler at norske myndigheter fremmer forslag om endringer i RID slik at det ikke er soltak på tanker som kun brukes for transport i Skandinavia, eller at soltakene får en slik konstruksjon at de lett kan fjernes ved behov.

Vedrørende vaktens lengde på togledersentralen:

Det anbefales at arbeidstidsordningen på togledersentralene gjennomgås, herunder også konsekvenser ved bytting av vakter. Det bør settes klare regler for hvor lang sammenhengende arbeidstid som kan aksepteres.

Vedrørende logging av hendelser:

Kommisjonen anbefaler at alle telefoner som brukes til tjenestesamtaler på togledersentralene blir utstyrt slik at samtalene blir tatt opp og tidspunktet for start og avslutning blir registrert.

Kommisjonen anbefaler videre at alle lokomotiv utstyres med ATC-logg for å legge til rette for undersøkelse av ulykker og uønskede hendelser. Kommisjonen anbefaler videre logging av lufttrykk i hovedledning og hovedluftbeholder i lokomotivet.

12 Summary

The following is a brief summary of important facts dealt with in the report, the main issues, the views of the Commission and its recommendations. We would like to point out that in summarising the main points in this manner, certain shades of meaning may be lost. As far as the recommendations are concerned, only the individual recommendation itself has been included, without the text explaining its basis. The Commission has based its recommendations on the situation as it was on 5 April 2000.

12.1 Appointment of the Commission and its work

On 7 April, two days after the accident, the commission of inquiry that had been appointed following the Åsta rail accident was also asked to investigate the rail accident at Lillestrøm station on 5 April 2000. The Commission's mandate was formally expanded by Royal Decree on 14 April 2000. The following were appointed members of the Commission:

1. Judge Vibecke Groth, Borgarting Court of Appeals, chair
2. Øystein Skogstad, chartered engineer, SINTEF (Foundation for Scientific and Industrial Research at the Norwegian Institute of Technology)
3. Finn Mørch Andersen, chartered engineer, Directorate for Fire and Explosion Prevention
4. Ingemar Pålsson, chartered engineer, Det norske Veritas, Gothenburg, Sweden
5. Marika Kolbenstvedt, sociologist, Institute of Transport Economics.

At the request of the Commission members, the Commission was expanded to include Joakim Böcher, engineer, Det norske Veritas, Denmark, on 26 July 2000. Jacob Ferdinand Bull, associate of the law firm Arntzen, Underland & Co., was secretary to the Commission. Jens-Henrik Lien, research assistant at Oslo University, was also secretary from 15 October onwards.

The Commission's mandate was to undertake the necessary investigations to establish the facts of the accident at Lillestrøm station and its cause. The mandate made particular mention of the fact that it would seem particularly appropriate to assess the premises on which the transport of dangerous goods is based.

The Commission enjoyed close cooperation with the police of the Romerike police district in determining which investigations should be conducted.

Det norske Veritas (DnV) was appointed expert adviser and requested to undertake a technical examination of the gas tanks on the train, and to see whether they complied with the current requirements relating to technical standard and the regulations for the transport of propane gas. DnV was also commissioned to perform a general examination of the goods train's braking systems, the level of maintenance and the general condition of train 5781 when it left Alnabru station on the day of the accident.

NSB BA (Norwegian State Railway) issued a report on the condition of the brakes on train 5781 after the accident. This work was supervised and monitored by the police and the Commission. Sven A. Eriksson, chartered engineer, former manager of the braking systems section at SJ (Swedish State Railway) from 1988-1998, now employed by Green Cargo AB, was engaged by the Commission to assess the report from the NSB BA.

In addition, investigations have been conducted of the leaks in the damaged tank wagons and analyses and calculations have been made of how close the accident at Lillestrøm was to a catastrophe.

The Commission has interviewed four witnesses. The Commission has had at its disposal all the statements made to the police, and any documents or other information that might be of interest from the police investigation conducted in parallel with the Commission's own investigations. In addition, the Commission has obtained documentation and other material of importance to its investigations from NSB BA, the Norwegian National Rail Administration, the Norwegian Railway Inspectorate, the Directorate for Fire and Explosion Prevention (DBE), VTG and Statoil.

12.2 The Accident

On Wednesday 5 April at 00.38, goods train 5781 left Alnabru station for Mosjøen. It was delayed by approximately two hours due to a heavy fall of snow. The locomotive was an E1 16. The train documentation kept in the locomotive stated the weight and length of the train, its braking percentage and that it was carrying compressed flammable gas.

After the train had passed Strømmen station, the driver began to apply the brakes. He registered that there was no braking effect and that the train's speed was increasing. He then noticed that the distant signal for the entry signal to Lillestrøm station was yellow. This meant that the entry signal was red. The trip recorder shows that when the train passed the distant signal it was travelling at 102 km/h. The train's maximum permitted speed according to the train documentation was 90 km/h. The ATC (Automatic Train Control) unit was set for 100 km/h.

When he was only able to achieve a slight braking effect, the train driver applied the emergency brakes when he passed Sagdalen block signal post. Train No. 5713 stood waiting at Lillestrøm station on track 7. The train driver of train No. 5781 realized that he would not be able to stop in time and began to signal a danger warning using the train's horn.

The train driver tried to contact the rail traffic controller via the train radio. He did not make contact until he passed the entry signal to Lillestrøm station, which was red, and he then warned the traffic controller of what was about to happen. The train driver ran back into the engine room and threw himself down onto the floor when the train ran into train No. 5713 at 00.57. The speed of the train at the moment of collision was 62 km/h. Neither of the engine drivers or any other person was injured in the collision.

The collision caused some material damage, but the most important event was that the two propane tanks in train No. 5781 were damaged and propane leaked out. After a short time, the propane ignited. The situation was critical and came very close to a BLEVE that would have killed a large number of people and laid Lillestrøm in ruins. About 2000 people were evacuated from the danger zone estimated at 1000 metres from the tanks.

The danger of explosion was averted and the evacuees were able to return on 9 April 2000.

12.3 Cause of the accident

12.3.1 Direct causes

It was apparent immediately following the collision that the direct cause of the collision was brake failure in train No. 5781. On the basis of this fact, the Commission undertook a thorough examination of the possible causes of the brake failure. The brake failure proved to be extensive.

The technical examinations that have been carried out show that the train's actual braking capacity was lower than the driver could expect on the basis of the train documentation. The train documentation indicated that the train had a braking percentage of 77. Measurements of brake pad pressure and braking distance show that the actual braking capacity of the train was only 57 per cent. This is 2/3 of the braking capacity stated in the train documentation. However, calculations made by the Commission show that the train with this reduction in braking capacity would have been able to stop in good time before it reached the collision location. Consequently, poor brakes alone cannot explain the brake failure.

Various examinations, calculations and reconstructions of the operation of the train on the night of the accident have been carried out to find the reason why the train's braking distance was substantially greater than its braking capacity would indicate. In the following section, this part of the brake failure is termed the "main brake failure" or the remaining brake failure.

The investigations made have shown that the train must have been virtually without brakes for about 15 seconds, or for a distance of just over 400 metres after passing Strømmen station, where its speed increased from 95 to 102 km/h in a downward slope of 17 ‰. Furthermore, the speed profile shows that deceleration was weak but relatively constant from Sagdalen to the point of collision. Investigations have shown that this corresponded to a drop in pressure of approximately 1 bar in the main brake pipe, or that the last 3-5 cars were without brakes.

The main brake failure must therefore be the reason for both the driver's initial inability to brake and subsequently the fact that braking capacity was weak though constant. Brake failure of this kind can only be explained by a blockage in the main brake pipe and that this blockage changed position in the main brake pipe at Sagdalen, or that there was no air pressure in the brake system.

A plug of ice would be capable of blocking the main brake pipe and thus prevent the drop in pressure that is necessary to activate the brakes on the cars behind the location of the plug. However, the speed profile indicated by the train's trip recorder does not correspond well with the idea that ice was the cause of the main brake failure. A plug of ice would first have had to block the main brake pipe between the locomotive and the first car, then work loose and block the pipe between the three to five last cars. In addition, inspections at the scene of the accident did not produce evidence of sufficient moisture in the main brake pipe for the Commission to regard it as likely that a plug of ice could have caused the main brake failure. Furthermore, when the brakes were tested before departure, air passed freely through the entire length of the main brake pipe. These factors would indicate that it is so unlikely that a plug of ice was the cause of a main brake failure of this extent that the Commission rules out this possibility.

Consequently, the only reasonable explanation for the brake failure is, in the view of the Commission, that the train driver must have put the driver's brake valve in the mid-position and forgotten to move it into the running position before he left Alnabru. With the brake valve in mid-position while a train is travelling, the brake system will not be replenished with air, and with the leakages that have subsequently been discovered, the air pressure will gradually be lost in the course of about 30 minutes. From Strømmen station to Sagdalen block signal post the speed of the train increased by 7 km/h, from 95 km/h to 102 km/h. This is consistent with a situation whereby the air in the brake system has escaped and the train is virtually without brakes. The speed was subsequently slowly reduced up to the point of collision when the speed was 62 km/h. This is a deceleration of 0.14-0.16 m/s² or a braking effect corresponding to a drop in pressure of 0.9-1.05 bar in the main brake pipe. In the opinion of the Commission, this braking power was achieved by the release manoeuvre used by train driver Jensen when he was not able to achieve any braking effect. Release manoeuvres produce a rapid charging of the pressure in the main brake pipe, but not of the whole system. This is consistent with the low, though constant braking effect up to the site of the collision.

These factors would indicate that the main brake system had failed to such an extent because the driver's brake valve was set at mid-position. This had an impact on the weak braking effect of the train because it prevented replenishment, resulting in a brake system that was virtually empty of air when the brakes were applied.

If the driver's brake valve had not been in the mid-position, the train would have stopped well before the collision location whether travelling at the actual speed the train had when it passed Sagdalen block signal post or at the maximum permitted speed for this section of the line. Thus, what finally triggered the collision was the fact that the driver's brake valve was set in the mid-position.

However, the poor brakes on the train may have been a necessary condition for the collision to take place. Theoretical calculations carried out by the Commission show that the collision could have been prevented even with the driver's brake valve in mid-position if the train's brakes had the braking capacity stated in the train documentation. However, the assessment obtained by the Commission from S.A. Eriksson, based on theoretical calculations and practical experience, indicates that the collision would have taken place, although at a lower speed. The differences of

opinion are due to the uncertainty that has arisen because it is now impossible to say with absolute certainty how the brake control valves on each wagon functioned when the air pressure in the main brake pipe was so low. This will also in this particular case have considerable effect on the calculation of the braking distance. The Commission cannot therefore say with certainty whether the fact that the driver's brake valve was in the mid-position was the sole cause of the collision or whether inefficient brakes were a necessary condition for the collision to take place.

12.3.2 Underlying causes

12.3.2.1 Deficiencies in NSB Gods brake maintenance procedures

As mentioned earlier, train No. 5781 had less effective brakes than the driver of the locomotive could have expected from the train documentation. Based on calculations carried out by the Commission, the train would normally have stopped before reaching the entry signal to Lillestrøm station, but it would have used the entire safety margin provided by the distance between the distant signal and the entry signal. Travelling at a higher speed, the train would have continued past the entry signal.

In its brake report prepared for the Commission, DnV pointed out that NSB Gods (NSB freight) does not conduct brakepad pressure measurements in connection with annual inspections or otherwise tests train braking power. Thus, no check is made of a train's theoretical braking percentage to ascertain whether it corresponds with its actual braking capacity. This means that NSB Gods is not fully informed of the actual braking capacity of the trains. DnV's deceleration measurements of five goods trains and its review of accidents and near-accidents caused by brake failure show that safety-critical deviations between braking capacity and braking percentage can occur without being detected and without any attempt to detect them having been made.

12.3.2.2 No test-braking

The driver did not conduct test-braking after exiting Alnabru as stipulated in the regulations. The requirement of test-braking before the downhill gradient into Lillestrøm was not met either. If test-braking had been conducted before the train began its descent, this would have revealed that the driver's brake valve was in mid-position. The driver would then have moved the driver's brake valve to the running position and discovered that replenishment of air to the brake system was blocked. A study of the geographical profile of the line and the train's trip recorder indicate that test-braking could have been conducted between Lørenskog and Strømmen. If test-braking had been conducted, there would have been enough time to charge the brake system with air before the downhill gradient into Lillestrøm. The train would then have had sufficient braking capacity to avoid collision.

12.3.2.3 Warning of lack of air pressure in brake system

Locomotive E1 16 is not equipped with any device to warn the driver of a safety-critical drop in pressure in the brake system. If a light and/or sound signal or traction blocking device had been linked to a critical fall in pressure in the brake system, the driver would have discovered before he started braking at Strømmen station that the train's brake system was virtually empty of air. The collision would then have been prevented because the driver would have discovered that the driver's brake valve was in mid-position.

12.4 Causes of gas leaks

12.4.1 Direct causes of gas leaks

The gas leaks in the two gas tanks, which created the dramatic situation at Lillestrøm, were a direct result of the collision itself. The tanks were wagons 1 and 2 behind the locomotive in train No. 5781. Technical investigations carried out by DnV for the Commission and the observations made after the accident showed that the tanks in themselves withstood the strain they were subjected to in connection with the collision.

The manholes that were located opposite each other during transport had covers that were attached with protruding bolts. The gas leaks arose as a result of the bolts becoming interlocked during the collision and two bolts on each of the covers were damaged. One bolt was torn off, while another was deformed. Thus the design of the tanks with their protruding bolts was the direct cause of the gas leaks that arose as a result of the collision.

12.4.2 Underlying causes of the gas leaks

12.4.2.1 Design of manhole covers etc.

The two gas tanks involved in the accident were in themselves very strong, and were equipped with a stop valve on the underside of the tank to prevent leakages if the pipelines were damaged in connection with a collision or derailment. If the tanks had also been designed with manhole covers with a smooth surface, it is highly likely in the view of the Commission that the collision would not have resulted in a gas leak. There were also protruding elements at the opposite end of the tanks. The Commission is of the opinion that the leakage would not necessarily have been prevented if the tank had been turned in the opposite direction. The Commission calls for greater awareness with regard to the design of tanks that carry dangerous goods. For example, there are no rules for the positioning and design of manhole covers. With smooth ends the preconditions for avoiding gas leaks in connection with a collision or derailment would have been far better than with protruding parts on the tanks.

12.4.2.2 Location of tank wagons in train, protection wagon, etc.

The two tank wagons were positioned just behind the locomotive. If the gas tank wagons had been placed further back in the train, a greater proportion of the collision energy would have been absorbed by cars not carrying dangerous goods. It is then likely that the collision would not have subjected the two gas tanks to a level of stress that would have resulted in gas leaks.

If a protection wagon had been placed between the locomotive and the gas tank wagons on train No. 5781, the gas tank wagons would have absorbed a much smaller proportion of the collision energy. However, the Commission cannot say with certainty whether the gas leak would therefore have been prevented. A protection wagon between the two gas tank wagons would probably have prevented direct contact between the manhole covers and thus prevented the gas leak, provided the protection wagon had a smooth surface without any protruding parts. The

Commission finds it likely that the use of a protection wagon between the locomotive and the first gas tank wagon and a protection wagon between the two gas tank wagons would have prevented the gas leak. In its review of the legislation, the Commission has discovered that there is little in the way of regulations concerning the use of protection wagons in the transport of dangerous goods.

12.4.2.3 Locomotive's direct brakes not used

In addition to its main brakes, train No. 5781 had direct brakes that only work on the locomotive. Direct brakes work independently of the train's main brakes, but were not used by the driver. The use of direct brakes would have doubled the locomotive's braking capacity at speeds above 55 km/h compared to using the main brakes only. Calculations show that using the direct brakes throughout the downhill gradient would have increased the available braking power for train No. 5781 by about 20 per cent. The addition of direct braking would not have prevented the collision, but the speed at the moment of impact would have been reduced to between 40 and 45 km/h. Whether the gas leak would thereby have been prevented is impossible to say. It must be stressed that driver Jensen had not been trained in the use of direct brakes in the event of brake failure.

12.5 The gas fire

The term BLEVE (boiling liquid expanding vapour explosion) is used about the situation that arises when a tank containing flammable gas or liquid is subjected to extreme heat in connection with a fire and ruptures because of overloading due to internal pressure or other factors. The contents will then immediately evaporate. This will result in an effective mixture of propane and air, resulting in explosive combustion in the form of a fireball some height above ground. A fireball like this will have a surface temperature of more than 1000°C and will radiate extreme heat. In addition, the shock wave from the blast will cause fragments both from the tank and from the area near the tank to be propelled outward at high velocities, causing damage.

Thermal radiation in the most exposed zone will result in fatal burns for any persons who are outdoors, and wooden buildings and combustible materials inside windows etc. will catch fire. This zone can stretch for hundreds of metres in all directions from the tank.

On the basis of the investigations and analyses that have been carried out, the Commission is in no doubt that a BLEVE would have developed with catastrophic consequences on the night between 4 and 5 April if cooling of the tanks had not been undertaken. In the opinion of the Commission, a catastrophe would have occurred between 3 and 4 a.m. if action had not been taken to start cooling the tanks. At the time the catastrophe would have occurred, evacuation had not been started. It must be assumed that under these circumstances more than hundred people would probably have been killed instantly, and several hundred would have been seriously injured. Many people would perhaps have received life-threatening injuries. It must be assumed that any persons who were outdoors within a radius of 500 metres from the tanks would most probably have been killed by thermal radiation. Furthermore, fires in a large number of buildings at the same time at this time of night would probably have meant that many people would have been unable to get out in time.

The fires that would have developed would have raged from some time before anyone was able to do anything about them. Many fire service personnel would have already lost their lives and most of the firefighting equipment would have been destroyed. Much of Lillestrøm town centre would have been reduced to ruins as a result.

In the opinion of the Commission, a catastrophe the likes of which we have not seen in Norway in peace time was probably less than an hour away when the fire service started cooling the tanks on the night between 4 and 5 April.

12.6 Rescue operation

The police, ambulances and the fire service were quick to arrive at the scene of the accident. It was quickly established what had actually happened and that there were no casualties in connection with the collision.

The organization of the rescue operation ran for the most part smoothly throughout. In the course of the operation a number of important decisions were taken and measures implemented that in combination prevented a catastrophe. Fire service personnel were aware at an early stage that the tanks would have to be cooled with water. Awareness of the importance of cooling the tanks and how this should be accomplished increased as experts were drawn in as advisers.

The incident commander did not possess the necessary expertise to assess the hazards and the response in a major accident involving propane tanks where gas was leaking out and on fire. An early initiative was therefore taken to call in specialists.

In the opinion of the Commission, the efforts of the rescue service prevented the Lillestrøm accident from developing into a catastrophe that would have had enormous consequences. Good emergency preparedness, access to suitable equipment and a good supply of water prevented an accident on a very large scale.

To drain the tanks by means of the leaks that had arisen in connection with the collision could have taken two weeks or more. This would have had a major impact on the Lillestrøm community. The incident commander was notified of an emergency response group composed of operators in the Swedish LP Gas industry called "Gasakuten". This group has five permanent members who have the expertise and the specialized equipment to be able to empty large gas tanks. Gasakuten arrived in Lillestrøm on the afternoon of 6 April and began burning off (flaring) the gas the next day. Both tanks were completely empty by Monday 10 April. On Sunday 9 April the danger of explosion was considered to be over and the evacuees were able to return to their homes.

The accident happened at a location where it was easy to bring in heavy equipment and there was a good water supply. If this had not been the case, it must be taken as likely, in the opinion of the Commission, that the accident would have developed into a BLEVE. In many parts of the country, the conditions for managing this kind of accident are not as favourable as they are at Lillestrøm.

12.7 Recommendations of the Commission

The Commission had the following recommendations:

Main recommendations:

Brake system and braking capacity:

The Commission recommends that a routine for testing the actual braking capacity of goods trains be established as soon as possible. Until this has been carried out, it is recommended that greater safety margins are employed than is the case today.

In addition, the Commission recommends that more user-friendly alternatives to the current braking tables for speed and gradient are produced.

It is recommended that an assessment is made of whether it is appropriate that goods trains are always required to be operated in brake group G.

Furthermore, the Commission recommends that all E1 16 locomotives are systematically examined to adjust brake application times to comply with UIC and Norwegian National Rail Administration requirements.

The Commission recommends the installation of alarms that are set off when pressure in the main brake pipe is critically low and/or a traction blocking device that makes it impossible to operate the train under these circumstances.

It is recommended that the Norwegian National Rail Administration undertakes a review and assessment of regulations, procedures etc. relating to passenger train brakes.

Procedures for test-braking:

The Commission recommends that action is taken to ensure compliance with the requirement for test-braking after departure from a station and before long gradients.

The Commission also recommends that arrangements are made to enable the driver of the locomotive to check the train's actual braking capacity by test-braking. To achieve this, special sections of line should be marked off and markers set up so that an assessment can be made of whether the train's braking capacity is acceptable. Furthermore, ATC balises (beacons located along the track) conveying gradient information should be installed on the lines out of major goods terminals, so that the test-braking function of the ATC system can be utilized.

Overhaul intervals for brake maintenance:

The Commission recommends that a systematic survey is conducted of the condition of the various brake components taken out during overhaul and of any factors that are important in relation to wear and tear, maintenance, etc. On the basis of this information, an assessment should be made of how often brakes should be overhauled so as to ensure that the actual level of braking capacity corresponds to the expected level.

Training drivers in the use of brakes:

The Commission recommends that drivers of locomotives are given more thorough instruction in the way the various brake systems work and the special conditions that apply to specific train types in the course of their training. This knowledge is essential for a driver to be able to make use of the total braking capacity of a train and thus to achieve maximum braking effect in critical situations.

The necessity of test-braking and the use of aids to judge a train's braking capacity should be given a central place in the training of locomotive drivers.

The Commission recommends a thorough survey of how the various rules for train operation are complied with in practice and of the reasons for any non-compliance. The need for supplementary training and any amendments to the rules should be assessed on the basis of the findings from this survey

The Commission recommends that a prohibition is laid down in the regulations against the driver's brake valve being put into mid-position except when conducting a tightness test or when the locomotive is being operated from another driver's brake valve.

Measures to prevent gas leaks:

The Commission recommends that the Norwegian authorities consider whether the rules for the use of protection wagons in the transport of dangerous goods might improve safety and reduce the damage potential of an accident.

The Commission also recommends that the Norwegian authorities take the initiative for amendments to the Regulations concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Rail (RID) to include a requirement that tanks are designed without protruding parts in areas that may be exposed in a collision, derailment, etc.

Regulation of transport through densely populated areas:

The Commission recommends a stronger focus on the transport of dangerous goods through densely populated areas, for example by having risk analyses conducted for Norwegian towns and urban settlements through which dangerous goods are transported.

The Commission also recommends that an assessment is made of whether a regulation of times when trains carrying dangerous goods can pass through densely populated areas and speed restrictions may improve safety. New rules should be considered on the basis of this assessment. These rules should in the opinion of the Commission be issued in the form of Acts or regulations.

Prevention of catastrophes as a result of accidents involving gas tanks:

The Commission recommends that the Norwegian authorities commission a study of the use of insulated tanks for gas transport and equipping the tanks with a safety valve. On the basis of this study, it should be considered whether proposed new requirements should be put forward for inclusion in RID.

The Commission also recommends that the Norwegian authorities submit a proposal that rules requiring that gas tanks have equipment to register pressure and fluid level should be included in RID.

The Commission recommends that the LP Gas industry in Scandinavia establishes a joint permanent response group for accidents involving LP Gas.

It is recommended that the authorities and the LP Gas industry cooperate to develop a training programme that gives fire service personnel a better basis for assessing the action to be taken in connection with accidents that can result in a BLEVE.

Other recommendations:

Simplification of regulations:

Since NSB was split into two parts (NSB BA and the Norwegian National Rail Administration) after the regulations were introduced, the Commission recommends that it is made clear in the individual sets of regulations which body is the dutyholder.

The Commission also recommends that an assessment is made of whether all or parts of the various regulations can be combined and, if appropriate, whether any of the regulations should be moved up to the level of Acts.

The Commission regards the structure in ADR as more appropriate and user-friendly than the structure in RID and therefore recommends that the Norwegian authorities submit proposals to amend the structure of RID to correspond with ADR.

Overview of the transport of dangerous goods:

The Commission recommends that a complete overview is drawn up of the transport of dangerous goods by rail, with regard to types of substances, quantities and sections of line. The system should be organized so that the overview is continuously updated.

The Commission also recommends that a new survey is conducted of the transport of dangerous goods in Norway in general.

Transport emergency card:

The Commission recommends that a requirement is introduced stipulating that drivers transporting dangerous goods are to carry information about the properties of the goods, how the goods should be handled in the event of an accident, etc.

Emergency communication by train radio:

The Commission recommends that the train radio system is improved by introducing new technology, so that ongoing communication and calls, including emergency calls, are not interrupted during the transition between two train radio areas.

The Commission also recommends that the use of screen-based systems in emergency situations is considered.

Tanks without a heat reflective panel during transport in Scandinavia:

The Commission recommends that the Norwegian authorities submit a proposal for amendments to RID so that there is no sun shield covering on tanks used for transport in Scandinavia only, or that the sun shield covering is designed so that it can easily be removed when necessary.

Length of shifts at rail traffic control centres:

It is recommended that the working time arrangements at the rail traffic control centres are reviewed, including consequences related to shift changes. There should be clear rules stipulating the maximum length of continuous working time that is acceptable.

Logging of incidents:

The Commission recommends that all telephones used for service calls at the rail traffic control centres are equipped to record conversations and register the time they began and ended.

The Commission also recommends that all locomotives are equipped with an ATC log to facilitate the investigation of accidents and undesired incidents. In addition, the Commission recommends logging of air pressure in the main brake pipe and main air reservoir in the locomotive.