

RAPPORT

JB 2010/01



RAPPORT OM ALVORLIG JERNBANEHENDELSE PÅ STRYKEN STASJON, GJØVIKBANEN, 12. FEBRUAR 2009

 English summary included

Statens havarikommisjon for transport (SHT) har utarbeidet denne rapporten utelukkende i den hensikt å forbedre jernbanesikkerheten. Formålet med undersøkelsene er å identifisere feil og mangler som kan svekke jernbanesikkerheten, enten de er årsaksfaktorer eller ikke, og fremme tilrådinger. Det er ikke havarikommisjonens oppgave å ta stilling til sivilrettslig eller strafferettslig skyld og ansvar. Bruk av denne rapporten til annet enn forebyggende sikkerhetsarbeid bør unngås.

INNHOLDSFORTEGNELSE

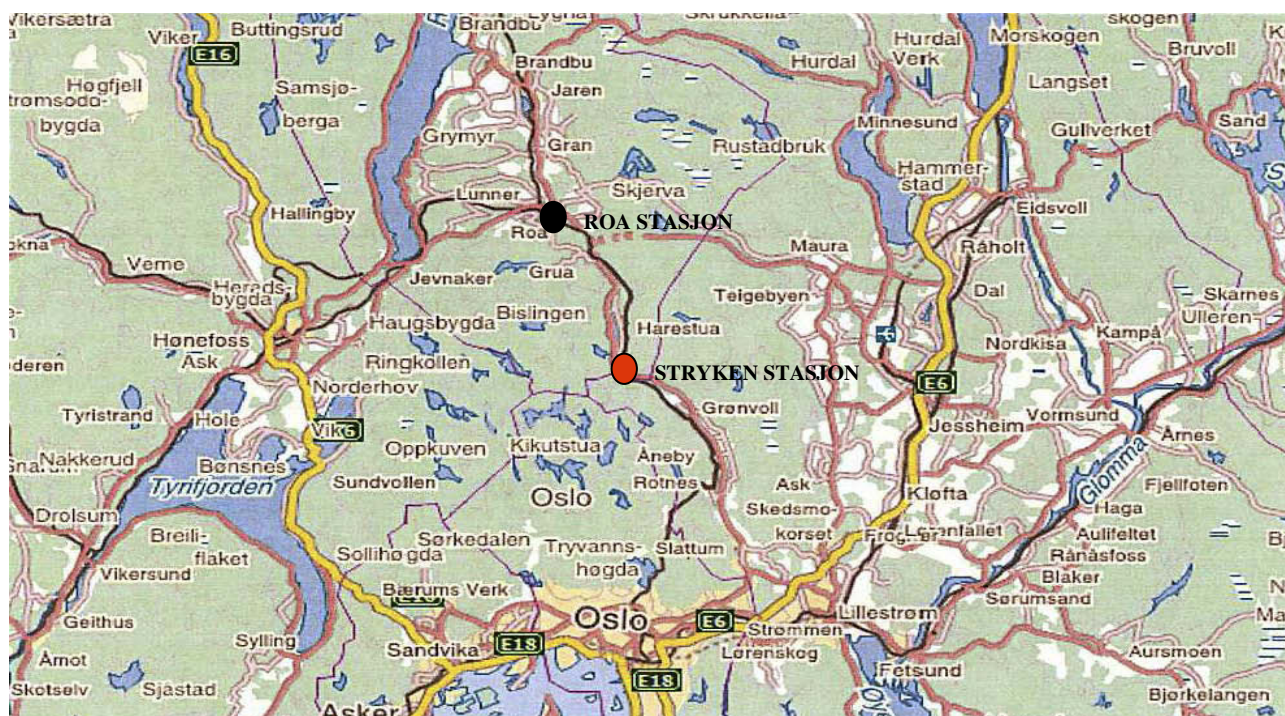
MELDING OM HAVARIET	3
SAMMENDRAG.....	4
ENGLISH SUMMARY	6
FAKTISKE OPPLYSNINGER	7
1.1 Hendelsesforløp	7
1.2 Skader	8
1.3 Personellinformasjon	8
1.4 Rullende materiell	9
1.5 Registrerende hastighetsmålerutstyr og datalogger	9
1.6 Infrastruktur	11
1.7 Medisinske forhold	12
1.8 Brann.....	12
1.9 Været.....	12
1.10 Undersøkelsen.....	13
1.11 Annen alvorlig hendelse på Roa stasjon	13
2. FORETATTE UNDERSØKELSER.....	13
2.1 Opplysninger fra direkte berørt personale	13
2.2 Opplysninger fra øvrig personale.....	13
2.3 Annen hendelse på Roa stasjon.....	14
2.4 Jernbaneverkets opplegg for snørydding på Gjøvikbanen.....	15
2.5 Meteorologiske undersøkelser	16
2.6 Meteorologiske rapporter.....	16
2.7 Kompetansekrav for personale	18
2.8 Organisasjon og ledelse	18
2.9 Togbevegelser	20
2.10 Iverksatte og planlagte tiltak	20
3. ANALYSE.....	21
3.1 Tekniske og operative forhold	21
3.2 Bakenforliggende forhold	22
4. KONKLUSJON	22
5. SIKKERHETSTILRÅDINGER	23
6. REFERANSER	24
7. VEDLEGG.....	25

RAPPORT OM ALVORLIG JERNBANEHENDELSE PÅ STRYKEN STASJON I FORBINDELSE MED SNØ OG IS PÅ SPORET.

Driftsform:	Fjernstyrt strekning	
Sikringsanlegg:	Reléanlegg type NSI 63	
Tognummer:	Tog 233	Tog 5512
Involvert materiell:	Type 69 G	Lok EL 16 med 13 vogner
Registrering:	69061	El 162210
Eier:	NSB Gjøvikbanen AS	CargoNet AS
Type transport:	Persontransport	Godstransport
Bruker:	NSB Gjøvikbanen AS	CargoNet AS
Besetning:	2	1
Passasjerer:	11 reisende	0
Hendelsessted:	Stryken stasjon på Gjøvikbanen	
Dato og tidspunkt:	12. februar 2009, kl. 0836	
Type hendelse:	Utkjørhovedsignal stilt til "kjøretillatelse" ved manglende middel til nabospor.	

MELDING OM HAVARIET

Torsdag 12. februar 2009 kl. 1010 fikk havarikommisjonen melding fra NSB Gjøvikbanen AS om en alvorlig jernbanehendelse som hadde funnet sted ved Stryken stasjon på Gjøvikbanen. Jernbaneverket varslet ikke om hendelsen, men havarikommisjonen tok selv kontakt for å innhente opplysninger.



Figur 1: Hendelsesstedet er merket med rødt punkt. Annen hendelse på Roa stasjon er merket med sort punkt. (Kartkilde www.1881.no)

SAMMENDRAG

Den 12. februar 2009 skulle godstog 5512 kjøre inn i spor 2 på Stryken stasjon for å krysse lokaltog 233 som sto i spor 1.

Togleder kunne ikke stille innkjørhovedsignal B til "kjøretillatelse" da det ikke var kontroll på sporveksel nr. 2. Lokomotivføreren i godstoget fikk derfor telefonisk kjøreordre om klart inn i spor 2 på Stryken stasjon.

Godstoget var 13 meter lenger enn spor 2 på Stryken stasjon. Etter at lokomotivet hadde kommet til middel mot nabospor i den andre enden av stasjonen og stanset, befant den bakerste vognen seg fortsatt på stasjonens sporfelt B. På grunn av snø og is på skinnene ble dette sporfeltet indikert fritt, sporvekselen ble lagt over og utkjørtogvei ble stilt til "kjøretillatelse" for lokaltog 233.

Lokomotivføreren i lokaltog 233 så at godstogets bakerste vogn stod i veien for hans utkjørtogvei og forstod at det ikke var middel til å kjøre tog 233 ut av stasjonen. Han varslet togleder angående dette, hvoretter togleder umiddelbart satt signalet i stopp og foretok nødutløsning av togveien.

Det oppsto ingen skader ved denne hendelsen, men havarikommisjonen valgte å gjennomføre en undersøkelse. Muligheten for at en ulykke kan inntreffe er stor, når sporfelt ikke blir detektert belagt.

Havarikommisjonen fremmer en sikkerhetstilråding:

Havarikommisjonen tilrår Statens Jernbanetilsyn å pålegge Jernbaneverket å foreta en vurdering på om varslingsrutinene fra driftsorganisasjonen er tilstrekkelige slik at togleder kan avgjøre om det skal opprettholdes normal togframføring eller iverksettes restriksjoner.

I tillegg vises til tilrådingen som er utgitt i tidligere rapporter:

- *Rapport JB 2008/02. Sikkerhetstilråding JB nr. 2008/05T*
- *Rapport JB 2009/10. Sikkerhetstilråding JB nr 2009/20T*
- *Rapport JB 2008/05. Sikkerhetstilråding JB nr. 2008/12T*



Figur 2: Bilde som viser snøforholdene inn i spor 02, fotografert samme dag etter at den alvorlige hendelsen inntraff. (Kilde: Olav Haugen, Jernbaneverket)

ENGLISH SUMMARY

On February the 12th 2009 freight train 5512 was going into track 2 on Stryken station to cross local train 233 running in opposite direction in track 1.

Control point 2 at Stryken station was out of control, and the traffic controller was not able to set the entry signal B to "line-clear". The driver of the freight train was given order by phone that the line was clear into track 2 at Stryken station.

The freight train was 13 meters longer than track 2 at Stryken station. After the locomotive had reached the clearing position in track 2 and stopped, the end-runner was still on the connection line from track 1 to track 2. Due to snow and ice on the tracks the connection line was indicated as clear. The point was set back to track 1, and the exit signal set to "line-clear" for local train 233.

The driver of local train 233 noticed that the freight train end-runner was in conflict with his route, and realized that it was not enough space to drive out of the station. The driver of train 233 notified the traffic controller about the situation. The traffic controller immediately set the signal to stop, and performed an emergency release of the train route.

Although there were no injuries or damages as a result of this incident the Accident Investigation Board Norway chose to investigate this incident. There is a risk of accidents when an occupied track is not indicated as occupied.

The Accident Investigation Board Norway submits one safety recommendation:

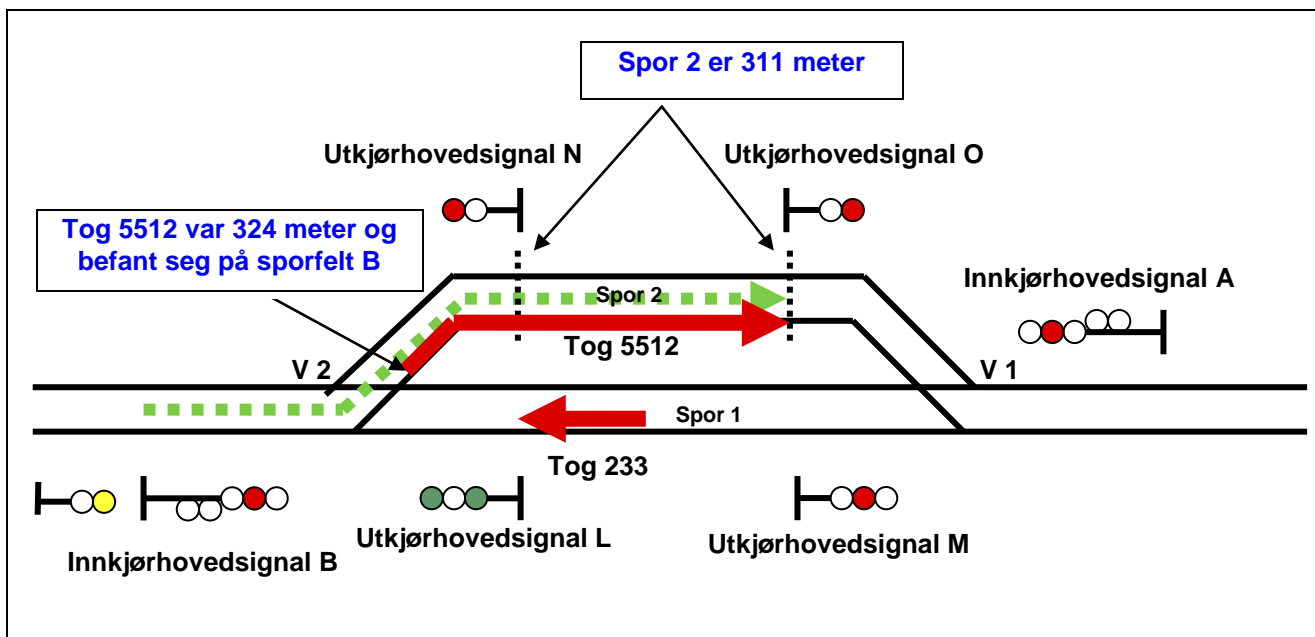
- The Norwegian National Rail Administration reviews the rules and winter preparedness regarding routines for notifying the traffic controller about tracks which has not been cleared for snow to be closed for crossing of trains.

In addition earlier safety recommendations in reports are repeated:

- *Report JB 2008/02. Safety recommendation JB nr. 2008/05T*
- *Report JB 2009/10. Safety recommendation JB nr 2009/20T*
- *Report JB 2008/05. Safety recommendation JB nr. 2008/12T*

FAKTISKE OPPLYSNINGER

1.1 Hendelsesforløp



Figur 3: Situasjonsbilde av kryssingen på Stryken stasjon.

Den 12. februar 2009 kl. 0836 kjørte godstog 5512 inn i spor 2 på Stryken stasjon for å krysse lokaltog 233. I spor 1, som er stasjonens "gjennomkjørspor", sto lokaltog 233.

Det var ikke kontroll på sporveksel nr. 2 til minusstilling slik at innkjørtogveien kunne sikres for godstoget. Innkjørhovedsignal B kunne derfor ikke vise "kjøretillatelse". Lokomotivføreren fikk telefonisk "kjøretillatelse" fra togleder til å kjøre inn i spor 2.

Togleder hadde på forhånd stilt stillverket på lokal skifting og lokomotivføreren i lokaltoget hadde fått beskjed om å gå ut til sporvekselen og prøve å hjelpe til med få kontroll på denne. Han lyktes ikke med dette, da det var snø og is i sporvekselen.

Etter at godstoget hadde kjørt inn i spor 2, og sporfeltet B ble fritt, ble utkjørhovedsignal L stilt for lokaltoget. Lokomotivføreren i lokaltoget reagerte umiddelbart på at det var for lite middel (avstand) fra den bakerste vognen i godstoget og til togveien ut fra spor 1. Vedkommende gikk da ut for å kontrollere dette, og konstaterte at det var for dårlig middel da godstoget fortsatt befant seg på sporfelt B. Lokomotivføreren ringte togleder og informerte om dette. Togleder satte da umiddelbart utkjørsignalet i stopp, og foretok deretter nødutløsning av togveien.

CTC loggen viste at sporfelt B blunket besatt/ubesatt under innkjøringen av godstog 5512, og ble permanent fritt etter at toget hadde stoppet og bakerste vogn fortsatt befant seg på sporfeltet.

Årsaken til at den bakerste vognen ikke kortsluttet sporfeltet var at det lå komprimert snø og is på skinnene. Det oppsto da et isolerende lag mellom hjul og skinne.

Etter at kryssingen var foretatt, ble stillverket på Stryken stasjon stilt på automatisk gjennomgangsdrift (G).



Figur 4: Bilde mot sporveksel 2. Sporet til venstre er gjennomkjørsporet, og sporet til høyre viser stedet som godstog 5512 kjørte inn og stoppet. Den siste vognen stoppet i området ved den røde pilen.

1.2 Skader

Hendelsen førte ikke til personskader eller skader på infrastrukturen. Det ble heller ikke rapportert om skader på rullende materiell eller miljø som følge av hendelsen.

1.2.1 Tilgjengelighet til skadested

Tilgjengeligheten til stedet var god siden riksvei 4 går parallelt med stasjonsområdet. Det er skogterreng og ingen bebyggelse ved stedet.

1.3 Personellinformasjon

1.3.1 Lokomotivfører i tog 5512

Mann, 30 år, ansatt i CargoNet, praksis som lokomotivfører siden 2005.

1.3.2 Lokomotivfører i tog 233

Mann, 58 år, ansatt i NSB Gjøvikbanen AS, praksis som lokomotivfører siden 1983.

1.3.3 Togleder

Kvinne, 30 år, ansatt i Jernbaneverket, praksis som trafikkstyrer (Txp) i 1,5 år og som togleder i 10 mndr.

1.4 **Rullende materiell**



Figur 5: Type EL16. Samme type lokomotiv som i tog 5512.



Figur 6: Type 69G. Samme type togsett som i tog 233.

1.4.1 Tog 5512

Lokomotiv type EL 16 med 13 godsvogner. Brutto togvekt 584 tonn med bremsegruppe og prosent P, 82 %. Toglengden var 324 meter.

De to bakerste vognene i toget var tomme og hadde bruttovekt på 12 tonn hver. Detaljerte opplysninger om togets sammensetning finnes i vedlegg B.

1.4.2 Tog 233

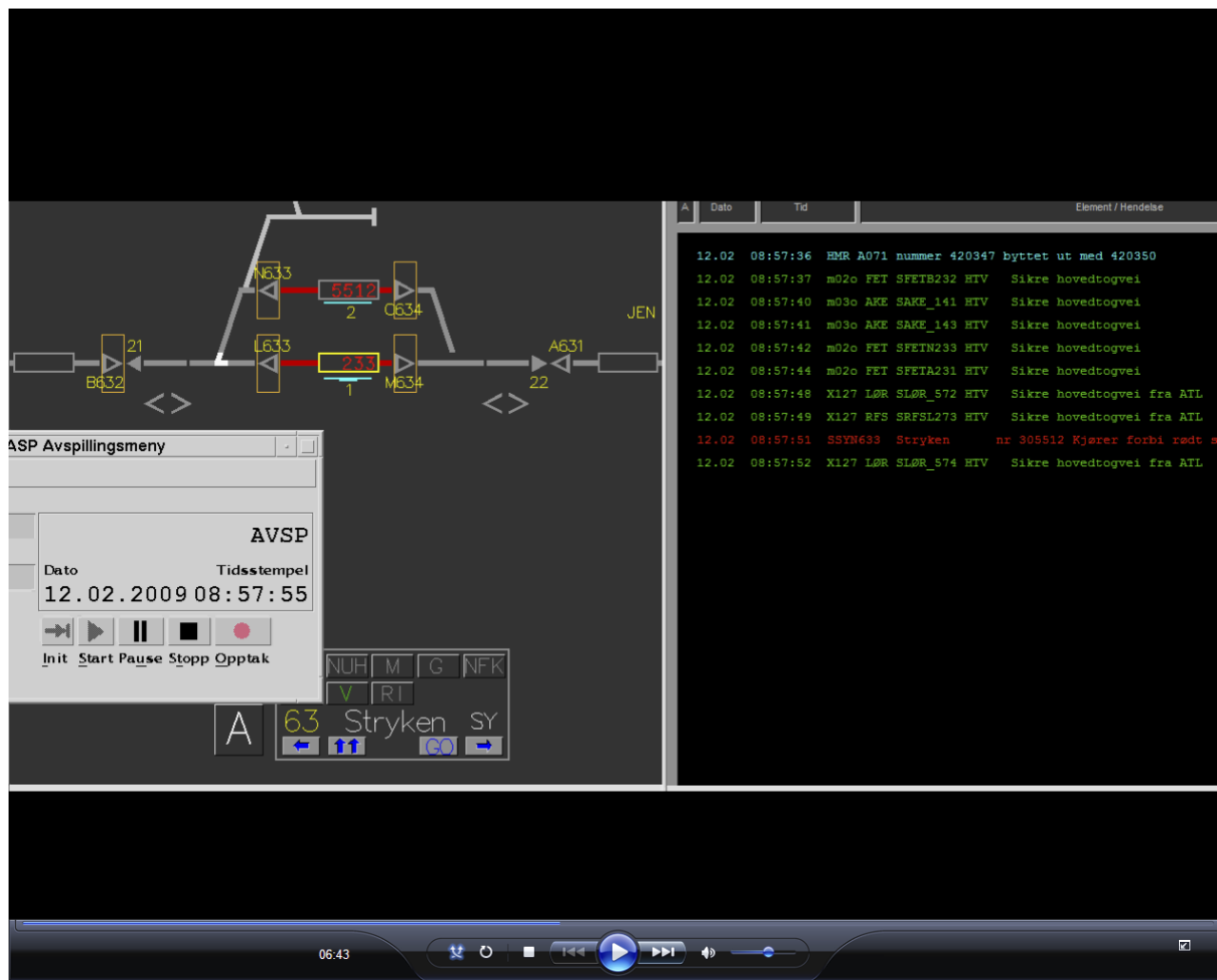
Toget bestod av motorvognsett type 69G. Tjenestevekt er 136 tonn med bremsegruppe og prosent R, 152 %. Toglengden er 77 meter, og største hastighet er 130 km/t.

1.5 **Registrerende hastighetsmålerutstyr og datalogger**

1.5.1 Togets ferdskriver

Ikke relevant.

1.5.2 Fjernstyringslogg (sentral CTC-logg)



Figur 7: På panelet til togleder vises at sporfelt B blir fritt etter innkjøringen av godstoget i spor 2.

Fjernstyringsloggen er avspilt og analysert, og utdrag fra denne er vist i tabell i vedlegg A.

1.5.3 Samtalelogg

Telefonsamtalene fra tog 233 til togleder ble logget i GSMR systemet og havarikommisjonen har gjennomgått disse.

Samtalene fra togleder til tog 233 og tog 5512 ble ikke logget.

1.5.4 Grafisk rute

Togordningen vises på den grafiske ruten for strekningen. Ved gjennomgang av denne kommer det frem at Stryken stasjon normalt ikke blir benyttet som kryssningsstasjon. Stasjonens sporlengde er på 311 meter.

1.6.2 Signalsystem

Stryken stasjon er fjernstyrt fra Oslo togledersentral med datafjernstyringsanlegg av type VICOS. Stasjonen har stillverk type NSI 63 med relélinjeblokk på begge sider av stasjonen.

Strekningen er utrustet med DATC (delvis utbygget ATC).

1.6.3 El / Tele

Gjøvikbanen er elektrifisert.

Muntlig kommunikasjon med togene foregår via GSMR togradio.

1.7 **Medisinske forhold**

Ikke relevant for denne hendelsen.

1.8 **Brann**

Det oppstod ikke brann ved denne hendelsen.

1.9 **Været**

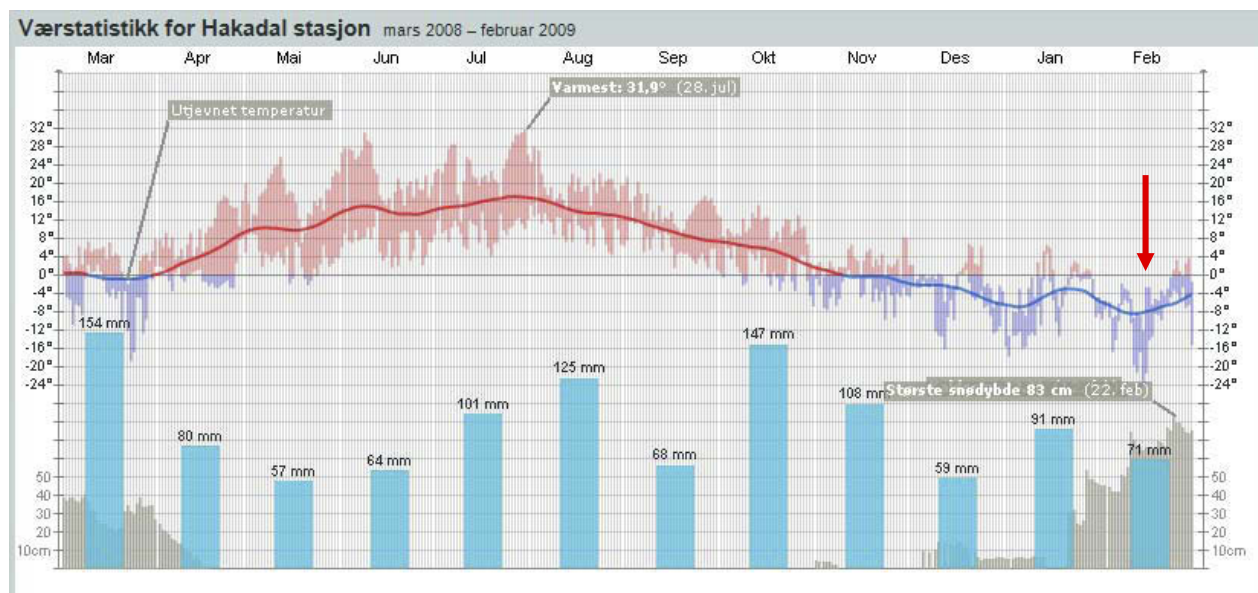
Detaljerte data og analyser av værforholdene finnes i egne rapporter i vedleggene C/D og E/F.

1.9.1 Stryken stasjon, 12.02.2009

Det var kaldt vær med sol, og det hadde falt store mengder snø de foregående dagene.

1.9.2 Roa stasjon, 10.03.2009

Det hadde vært mildvær på dagen, men mot kvelden falt temperaturen og den hardpressede snøen i sporet frøs til is.



Figur 10: Pilen viser vær og temperaturforhold for dagen da den alvorlige hendelsen på Stryken stasjon intr traff. (Måling fra Hakadal stasjon) (kilde www.yr.no)

1.10 Undersøkelsen

Fokus på undersøkelsen har vært forholdene rundt snø/snørydding. Havarikommisjonen har derfor inkludert en annen hendelse som skjedde på Roa stasjon senere samme vinter i denne undersøkelsen.

1.11 Annen alvorlig hendelse på Roa stasjon

Et lokaltog type 69G kjørte inn i spor 2 på Roa stasjon den 10. mars 2009 kl. 2137. I det toget satte i gang, klatret det første hjulet i førende boggie over skinnen og sporet av. Dette skjedde idet toget skulle passere en planovergang med trelemmer at hjulet kjørte inn i frosset snø med is på innsiden av skinnene og ble løftet opp og sporet av.

Det oppstod ingen personskader eller materielle skader ved denne hendelsen, siden toget akkurat hadde startet og hadde lav hastighet.

2. FORETATTE UNDERSØKELSER

2.1 Opplysninger fra direkte berørt personale

Rapport fra lokomotivfører i tog 233 og avspilling av samtalelogg i togdriftsentralen, danner grunnlaget for beskrivelsen av hendelsesforløpet som er gjengitt i avsnitt 1.1.

2.2 Opplysninger fra øvrig personale

Det er gjennomført samtaler med Jernbaneverkets togdriftsjef, togleder, oppsynsmann signal, banesjef, faglig leder, samt trafikkstyringspersonale.

Havarikommisjonen innhentet opplysninger og dokumentasjon fra Jernbaneverkets oppsynsmann signal som hadde vært på stedet og kontrollert stillverket umiddelbart etter den alvorlige hendelsen. Vedkommende kunne dokumentere at det var is og snø på

skinnene inn mot spor 2 som var årsaken til at sporfeltreléet hadde trukket til mens togets bakerste vogn fortsatt befant seg på sporfelt B (se figur 8).

2.2.1 Trafikkledelse

Under samtaler, samt gjennomgang av fjernstyringslogg viste det seg at det hadde vært omfattende driftsforstyrrelser i togtrafikken dagen den alvorlige hendelsen på Stryken stasjon fant sted. Det var gjennomgående manglende kontroll på sporveksler på flere stasjoner i store deler av Østlandsområdet, og det var store forsinkelser i toggangen. Godstog 5512 som kom fra Bergen var også forsinket.



Figur 11: Togleders betjeningsplass for Gjøvikbanen. Rød pil viser Stryken stasjon. Storskjerm sees i bakgrunnen.

Etter at hendelsen hadde funnet sted tilkalte toglederen vaktleder. Det ble besluttet å legge stasjonen på G, dvs automatisk gjennomgangsdrift etter at kryssingen hadde blitt utført.

Vaktleder hadde deretter kontakt med Jernbaneverkets uhellskommisjon og ledelsen for trafikkstyring. Det ble besluttet at spor 2 på Stryken stasjon ikke skulle benyttes, og at stasjonen fortsatt skulle ligge på G, (automatisk gjennomgangsdrift i spor 1).

2.3 **Annen hendelse på Roa stasjon**

Det ble fastslått at det var snø og is som hadde forårsaket den alvorlige hendelsen på Stryken stasjon. Derfor er også en avsporing på Roa stasjon 17 dager senere blitt vurdert i denne undersøkelsen.

Den 10. mars 2009 kl. 2137 skjedde det en avsporing i spor 2 på Roa stasjon. Et lokaltog sporet av med en boggie på planovergangen inne på stasjonen. Sporet hadde blitt ryddet

for snø tidligere på dagen. Snøryddingen ble utført av en showel med skuffe. Skuffen ryddet kun snøen som lå over skinnetopp. Ved kjøring av showelen ble snøen i sporet og ved planovergangen komprimert under showelens hjul.

Denne avsporingen inngår i analysen i denne rapporten.

2.4 Jernbaneverkets opplegg for snørydding på Gjøvikbanen

Jernbaneverket har en oppsatt plan for vinterberedskapen på Gjøvikbanen og kriterier for hvordan dette skal håndteres.

Under kapittel 6. Kvalitetskrav i Vinterberedskapsplan beskrives (utdrag): *Sitat:*

- *Sporrenser skal kjøres etter behov, slik at det tilstrebes et fritt profil til enhver tid.*
- *Sektorfres kjøres ved behov for å opprettholde minste tverrsnitt.*
- *Sporveksler skal holdes rene for is og snø, slik at de fungerer.*
- *Driftsveier, snuplasser og til tekniske hus ryddes senest når det er 25 cm snø.*

2.4.1 Jernbaneverkets snøryddingsmaskiner

Jernbaneverkets snøryddingsutstyr for Gjøvikbanen er stasjonert på Jaren, Gjøvik og Eina. Tabellen nedenfor viser hvor snøryddingsutstyret er stasjonert.

Snøryddingsutstyr	Stasjoningssted
Wille redskapsbærer m/henger og skuff	Jaren
Fres til Wille maskin	Jaren
Vikeplog til Wille maskin	Jaren
Strøpparat til Wille maskin	Jaren
ROBEL 54.22-25 544 HK	Jaren
Volvo L 90 B hjullaster	Jaren
TUNGLASTEHENG. R.15 V	Jaren
New Holland 4835-4	Eina
Tokvam selvlessende strømaskin	Eina
Kommunalblad M Rundhaugen snøskjær	Eina
Globus GSF 2300 etterhengt snøfreser	Eina
Hjullaster L70 + skjær med vinge (ekstern)	Gjøvik
Snøskjær Gradmeko (Til Volvo L70)	Gjøvik
Falkøping S-20 LM sandsprederskuffe	Gjøvik
Øveraasen L 285 sporrenser	Jaren
Gjerstad løft Wesk 800	Jaren
Øveraasen PP 160 H motoraggregat	Jaren
Øveraasen snøkost	Jaren
Grizzly klaffvinge 5.5 m	Jaren
Tokvam selvlessende strømaskin	Jaren

Figur 12: Oversikt over snøryddingsutstyr på Gjøvikbanen.

Den skinnegående sporrenseren som monteres på Robeltraller var defekt, og hadde vært ute av drift deler av vinteren.

2.4.2 Tjenestelister og turnuser

Tjenesteliste for vinterberedningsplan på Gjøvikbanen er oppsatt med 4 ukers turnusliste. Tjenesten er en kombinasjon av dagtjeneste med hjemmevakt på natten og i helger, og effektiv tjeneste i helgene. Turnusen er satt opp med 4 mann på hvert lag. Lagleder er utpekt for hvert vaktlag.

I tillegg til Jernbaneverkets egne mannskaper blir det også benyttet eksterne ressurser for rydding av plattformer, parkeringsplasser og tilkomstveier på enkelte stasjoner.

Strekningen Nittedal – Gjøvik, dekkes fra Jaren stasjon.

2.5 **Meteorologiske undersøkelser**

Havarikommisjonen ønsket å se hvorvidt værforholdene kunne ha medvirket til de to hendelsene. Det ble derfor tatt kontakt med en meteorolog for bistand til å vurdere værforholdene. Vedkommende har analysert vær-situasjonens påvirkning på hendelsene, og laget to rapporter for de aktuelle tidsperiodene.

Værrapporten for Stryken stasjon finnes som vedlegg C og D.

Avsporingen på Roa stasjon den 10. mars 2009 er også blitt vurdert angående forholdet snø, temperatur og brøyting. Denne finnes i rapporten for Roa stasjon som vedlegg E og F.

2.6 **Meteorologiske rapporter**

2.6.1 Stryken stasjon

Det var mye snø i spor 2 på Stryken stasjon. Det var uklart når sporet sist var ryddet forut for hendelsen.

Sitat fra meteorologisk rapport for Stryken stasjon:

Hendelsen (brutte hhv. upålitelige elektriske indikasjoner) ble forårsaket av flak av iset snø på skinnehodet av spor 2. Disse flak ble dannet ved sintring av overrullet snø. Delvis smelting ved varme som følge friksjonsytelse antas å ha vært vesentlig for sintringen.

De bakenforliggende årsaker lå i flere ”samtidig” oppfylte vilkår:

a)

Stor snødybde som lot hele sporvidden, innenfor denne den enkelte skinnetopp, fremstå som bunn av grøfter i forhold til horisonten av tilgrensende akkumulert snø. Snø (med rim) virvlet opp i luften av trafikk samlet seg i de nevnte kanaler.

b)

Ved kulde (størrelsesorden M 20 til M 25) hadde snøen (i sin øvre sone) ”tørket ut”. Det hadde oppstått en masse med konsistens av ”løst pulver”.

c)
Akkumulasjonen av snø i fordypningene, i sær grøftene over skinnehodet til spor 2, hadde pågått over atskillige togpasseringer i spor 1. Trafikken hadde generert fokksnø uten at spor 2 var blitt benyttet eller blottlagt.

d)
Godstoget som kjørte inn i spor 2 hadde liten fart. Beveget luft i fronten av lokomotivet og lufttrekk ellers ved toget var for svake til å feie hhv. virvle den løse snøen bort fra skinnehodet. Sporets fordypning i forhold til omgivende nivå av snødekket hindret ytterligere at snø liggende på skinnehodet falt av.

2.6.2 Roa stasjon

Spor 2 på Roa stasjon hadde blitt ryddet for snø av en showel med skuffe tidligere på hendelsesdagen.

Sitat fra meteorologisk rapport for Roa stasjon:

Den umiddelbare årsak til avsporingen ansees for å ha vært kompakt snø i fugen (volumet) mellom sviller, skinne, treplanke og pårullende hjulflens. Snøen innholdt flytende (smelte-) vann som meget sannsynlig hadde frosset til is. Kontaminasjonen hadde antatt en hard struktur som kunne tåle mekanisk belastning. Hjulet ble ført opp over skinnetopp, samtidig som sammenstøtet mellom hjul og is meddelte hjulet en sideverts kraftkomponent.

Bakenforliggende årsaker har vært:

a)
Våt smelteferdig snø var av showel-hjul blitt presset inn i åpningen mellom skinne og trelem.

b)
Skinnen (og trelemmen) er ved middag blitt tilført varme ved absorbert stråling.

c)
Berørings- og / eller strålingskontakt lateralt mellom snø og skinne hhv. trelem har utløst smeltevann. Det har ytterligere øket andelen av flytende vann i snøens hulrom (porer).

d)
Våt (av flytende vann gjennomtrukket) snø var i ”myk” (viskøs) tilstand verken blitt presset bort av hjulflenser (fordi spor 2 ikke har vært i bruk) eller er blitt rensset bort.

e)
Skinnen (og trelemmen) tapte varme ut over ettermiddagen / kvelden ved netto utstråling.

f)
Kontaminasjonen frøs til en av is gjennomtrukket og mekanisk hard struktur.

g)
Tangensialhastigheten til hjulflensen på motorvognen utsatt for hendelsen har vært relativt liten. Støtet av flensen mot kontaminasjonen har ikke medført tilstrekkelig moment til å flerke opp den frosne kontaminasjonen.

2.7 Kompetansekrav for personale

2.7.1 Lokomotivfører

Lokomotivførere skal ha gjennomgått lokomotivføreropplæring i henhold til Forskrift 7. februar 2005 nr. 113 om krav til kompetanse og autorisasjon for førere av trekraftkjøretøy på det nasjonale jernbanenettet. Videre skal de ha typekurs på gjeldende materiell, nødvendig strekningskunnskap, opplæring i interne prosedyrer, i tillegg til godkjent sikkerhetsprøve.

2.7.2 Togleder

Togleder skal være utdannet togekspeditør (Txp), ha gjennomført toglederkurs og avlagt skriftlig toglederprøve. Etter ansettelse som togleder gis det opplæring på de respektive fjernstyringssystemer som skal betjenes. Det avlegges en teoretisk prøve etter dette. Togleder må hvert tredje år gjennomgå et repetisjonskurs og avlegge en prøve i sikkerhetsforskriftene. Denne prøven må bestås for å få fornyet godkjenning.

Togleders oppgave er å ha oversikt over og overvåke trafikkavviklingen. Vedkommende skal foreta avvikshåndtering og endre togs rekkefølge ved forsinkelser og avvik. Togleder skal iverksette beredskapsplaner ved uhell og ulykker.

2.7.3 Banearbeider

Personale som skal drifte og vedlikeholde en banestrekning skal være utdannet banemontør i henhold til opplæringsforskriften.

2.8 Organisasjon og ledelse

2.8.1 Lover og forskrifter

Det overordnede regelverket for jernbanevirksomhet er gitt i jernbaneloven (lov 11. juni 1993 nr. 100) med tilhørende lover og forskrifter. I det følgende henvises det til paragrafer som er relevante for denne ulykken.

FOR 2005-12-16 nr 1490: Forskrift om lisens, sikkerhetssertifikat og om tilgang til å trafikkere det nasjonale jernbanenettet, samt om sikkerhetsgodkjenning for å drive infrastruktur (lisensforskriften)

Lov 1993-06-11 nr 100: Lov om anlegg og drift av jernbane, herunder sporvei, tunnelbane og forstadsbane m.m (jernbaneloven), § 6 lyder:

”Den som vil drive kjørevei eller trafikkvirksomhet må ha tillatelse fra departementet...(osv)..”.

Jernbaneverket, NSB Gjøvikbanen AS og CargoNet AS har slik tillatelse.

Forskrift 19. desember 2005 nr. 1621 om krav til jernbanevirksomhet på det nasjonale jernbanenettet (sikkerhetsforskriften) § 10-9, 3dje ledd,

- ”Kommunikasjonen i forbindelse med trafikkstyringen skal lagres sikkert til bruk ved eventuell undersøkelse av jernbaneulykker, alvorlige jernbanehendelser og jernbanehendelser.”

Forskrift 4. desember 2001 nr. 1336 om signaler og skilt på statens jernbanenett og tilknyttede private spor (signalforskriften)

Forskrift 4. desember 2001 nr. 1335 om trafikkstyring og togframføring på statens jernbanenett og tilknyttede private spor (togframføringsforskriften)

2.8.2 Operative regler

VINTERBEREDSKAPSPLAN FOR 2008 – 09, Jernbaneverket Region Øst. Snørydding i spor og sporveksler utføres av Jernbaneverkets eget personale i Drift Øst.

2.8.3 Rutiner for intern-kontroll og oppfølging

Oppfølging av og gjennomgang av hendelser i Jernbaneverket skjer på sikkerhetsmøter hvor dagsaktuelle saker blir gjennomgått og diskutert.

2.8.4 Rutiner for styring av entreprenører.

Hvordan private entreprenører kan benyttes i snøberedskapen er beskrevet i VINTERBEREDSKAPSPLAN FOR 2008 – 09, Jernbaneverket Region Øst.

Eksterne entreprenører kan kun benyttes til ikke sikkerhetsrelaterte gjøremål med snørydding. Disse utfører i hovedsak snørydding på parkeringsplasser, kundeområder og enkelte plattformer. Eksterne mannskaper foretar rydding etter kriterier i de enkelte kontrakter.

2.8.5 Regler for vedlikehold av rullende materiell

Maskinsentralen er en enhet i Jernbaneverket Forsyning og står som eier av maskiner og utstyr. Jernbaneverket Drift leier maskiner og utstyr av maskinsentralen.

Jernbaneverket opplyste at sporrenseren var ut av drift en dag på grunn av problemer med løft hydraulikk. Kost var ute av drift i 3 dager på grunn av at lager hadde gått i stykker. Sporrenser ble reparert av Jernbaneverket Drift på Gjøvikbanen, og kost ble det skiftet lager på.

Tilgjengeligheten på snøryddingsutstyret er også omhandlet i rapport JB 2008/05 med tilråding JB nr. 2008/12T

Det ble opplyst at kommunikasjonen mellom Jernbaneverket Drift og maskinsentral fungerer godt.

2.8.6 Togledersentral og trafikkledelse.

Instruks for togleder beskrives i Jernbaneverkets styringssystem Dok. nr. STY-0427 i ProArc. Tr.håndbok, kap. 4.1.

Togleder er avhengig av at stillverksanleggene fungerer som forutsatt, og at alle togspor som ikke er beordret stengt til enhver tid er operative.

Telefonsamtalen mellom lokomotivfører i tog 233 og togleder ble gjennomgått. Her kom det fram at lokomotivføreren opplyste til togleder at det ikke var middel for hans tog til å kjøre ut fra stasjonens spor 1 da godstoget siste vogn ikke hadde kjørt helt inn i spor 2. Samtalene som ble oppringt fra togleder til lokomotivfører i tog 5512 ble ikke logget i GSMR systemet.

2.9 **Togbevegelser**

Kartlegging av togbevegelsene i spor 2 på Stryken, for hendelsesdagen den 12. februar og 11. februar, viste at togene som kjørte i spor 2 forut for tog 5512 var tog 213 den 11. februar kl. 1747 og tog 216 kl. 1653. Det vil si at det ikke hadde vært togtrafikk i spor 2 de siste 15 timer og 10 min. forut for hendelsen.

Detaljert tidsangivelse for hendelsen er gjengitt fra CTC-logg og finnes som tabell under vedlegg A.

2.10 **Iverksatte og planlagte tiltak**

Etter hendelsen på Stryken stasjon sendte Jernbaneverket den 27. februar 2009 ut beskjed i mail om følgende: *Sitat: Tiltak:*

Følgende tiltak er verifisert mot Uhellskommisjonen; Alle hovedspor og spor hvor det er kryssinger på, skal ha samme krav i forhold til snø – kravet innføres i nødvendige prosedyrer/snøberedskapen.

Havarikommisjonen har registrert at Jernbaneverket tar snøryddingsberedskapen alvorlig, og i informasjon lagt ut på Jernbaneverkets hjemmeside 10.11.2009 skrives det blant annet: *Sitat (utdrag)*

Jernbaneverket styrker denne vinteren snøryddingstjenesten vesentlig i det sentrale Østlandsområdet. Etter flere problemer i snø- og kuldeperioden sist vinter, legges det nå opp til en styrking av både bemanning og utstyr for snørydding.

Jernbaneverket erkjente sist vinter at snøryddingen ved flere anledninger ikke var god nok. Det ble kjørt for lite sporrensere, plattformer ble måkt for sent og det oppsto problemer på godsterminaler og med sporveksler. Problemene ble forsterket av at det var mye snøvær ved lave temperaturer, dette ga mye føykesnø som pakket seg under togsettene og førte til nedising.

Det blir nå levert mye nytt snøryddingsutstyr. Det blir nå levert tre nye sporrensere, og tre snøfresere med sideforskyving for blant annet rydding i skjæringer. Det er også bestilt seks nye vikeploger for rydding inntil plattformkanter, 19 snøkoster for rydding av sporområder og sporveksler og tre vogner oppgraderes for å bære snøryddingsutstyr. –Vi setter av fire lastetraktorer som skal kjøre snørydding i Oslo-området.

3. ANALYSE

Havarikommisjonen benyttet STEP¹-analyse av forløpet for hendelsen på Stryken stasjon.

3.1 Tekniske og operative forhold

Den skinnegående sporrenseren hadde vært ute av drift. Det har fremkommet avvikende opplysninger om hvor lenge den var ute av drift, men havarikommisjonen mener at det er viktig at det snøryddende materiellet til Jernbaneverket er fullt operativ til enhver tid i vinterhalvåret.

Det er vanligvis tilbakemeldinger fra lokomotivpersonalet og personalet ute i driftsapparatet som gir togleder informasjon om hvordan snøsituasjonen er. Lokalt kan det være store variasjoner.

Etter å ha gjennomgått beredskapsplaner og prosedyrer for vinterberedskap i Jernbaneverket, kan ikke havarikommisjonen se at det finnes fastsatte og beskrevne rutiner og bestemmelser for når det er aktuelt å stenge togspor for trafikk. Togleder som fjernstyrer stasjonene sitter sentralt, og har ikke oversikt over de lokale forholdene på de forskjellige stasjonene. De er derfor helt avhengige av at stillverkene fungerer som forutsatt.

Havarikommisjonen er for øvrig kjent med at Jernbaneverket etter hendelsen gikk ut med beskjed om at alle hovedspor og spor hvor det foretas kryssinger skal ha samme krav i forhold til snø, og at kravet innføres i nødvendige prosedyrer og i snøberedskapen.

Under hendelsen på Stryken stasjon hadde ikke spor 2 blitt ryddet for snø. Det var kombinasjonen av omfattende snømengder i sporet, sammen med den spesielle vær-situasjonen som var årsaken til at sporfeltet ikke ble detektert belagt for godstog. De to siste vognene i toget var tomme og derfor lettere enn de øvrige vognene i toget. Hjulene til disse vognene ble derfor stående oppe på den komprimerte snø/stållisen som lå oppå skinnene.

Hvis tog 233 hadde passert stasjonen etter at godstog 5512 hadde kjørt inn i spor 2, ville tog 233 hatt "kjøretillatelse" i utkjørhovedsignalet, og et sammenstøt kunne ha inntruffet.

Etter at den alvorlige hendelsen hadde funnet sted ble det bestemt at stillverket skulle legges på G (automatisk gjennomgangsdrift). Havarikommisjonen mener at når det oppstår alvorlige sikkerhetsfeil, som kan sette sikringsanleggets funksjon i tvil, bør stillverket ikke benyttes før årsaken til hendelsen er klarlagt. Jernbaneverket hadde for øvrig innført prosedyre JD 348 "Bestemmelser for personale som skal betjene signalanlegg".

Telefonsamtalene fra togleder til lokomotivføreren i tog 5512 ble ikke logget. Havarikommisjonen har bemerket disse mangler ovenfor Jernbaneverket underveis i undersøkelsen, og har påpekt at dette er noe som må evalueres, slik at man kan være trygg på at slike data alltid er tilgjengelig.

¹ Sequential Timed Events Plotting

På Roa stasjon skjedde avsporingen sannsynligvis på grunn av at snøen ble komprimert av showelens hjul mellom overgangsleder og skinne. Snøsørpen hadde frosset til is etter at temperaturen falt under frysepunktet i løpet av kvelden. Havarikommisjonen mener at kombinasjonen av uheldig metode for snørydding, samt vær og temperaturforholdene denne dagen var årsaken til avsporingen.

3.2 Bakenforliggende forhold

3.2.1 Forhold relatert til sikkerhetsstyring og ledelse

Havarikommisjonen kan ikke se at det finnes klare beskrivelser i regelverket for hvordan kommunikasjonen mot togleder skal foregå, når det gjelder stengning av togspor for trafikk ved for mye snø. Det ble opplyst at det var lokomotivførere og mannskapene ute i driftsapparatet som varslet, inn til togleder. Havarikommisjonen mener at dette opplegget i enkelte tilfeller kan medføre feil, så lenge det ikke finnes fastsatte rutiner i regelverket som beskriver dette klart.

Havarikommisjonen er kjent med at Jernbaneverket ikke har gjennomført noen sikkerhetsanalyse av hvor mye snø sikrede togspor tolererer, før det kan bli et sikkerhetsproblem.

Det er viktig at de som utfører vintervedlikeholdet er godt kjent med hva som kreves for at sporfelter i stillverk skal fungere som bestemt, spesielt i vintersesongen.

3.2.2 Forhold relatert til myndighetsgodkjenning

Jernbaneverkets system for sikkerhetsstyring var på hendelsestidspunktet ennå ikke godkjent. Denne godkjennelsen ble gitt 1. juli 2009. Havarikommisjonen har ikke bearbeidet slike problemstillinger i denne undersøkelsen.

4. KONKLUSJON

Et sporfelt i stillverket på Stryken stasjon ble ikke detektert belagt da det befant seg tog på sporfeltet. Hele sporområdet i området mellom sporvekslene nr.1 og nr.2 i spor 2 på Stryken stasjon var nedsnødd. Da godstog 5512 kjørte inn i sporet ble snøen komprimert, og det dannet seg et isolerende snø- og isbelegg oppe på skinnehodet. Dette medførte at sporfeltet ikke ble detektert belagt, og utkjørhovedsignal ble stilt til ”kjøretillatelse” mot ”feilaktig fritt” sporfelt.

Undersøkelsen har avdekket at det ikke ble foretatt varsling til togleder om at spor 2 ikke var ryddet for snø.

Under en annen hendelse på Roa stasjon senere samme vinter sporet et lokaltog av med en boggie. Her ble det konkludert med at kombinasjonen av uheldig metode for snørydding i sammenheng med store svingninger i vær/temperaturforholdene den aktuelle dagen var årsak til denne avsporingen.

5. SIKKERHETSTILRÅDINGER

Statens havarikommisjon for transport fremmer følgende sikkerhetstilråding:²

Sikkerhetstilråding JB nr. 2010/01T

Spør 2 på Stryken stasjon hadde ikke blitt ryddet for snø etter flere dagers snøfall. Togleder var ikke informert om dette. Dette førte til at togspor som ikke var brøytet ble benyttet til kryssing. Havarikommisjonen tilrår Statens Jernbanetilsyn å pålegge Jernbaneverket å foreta en vurdering av om varslingsrutinene fra driftsorganisasjonen i forbindelse med snørydding er tilstrekkelige slik at togleder kan avgjøre om det skal opprettholdes normal togframføring eller iverksettes restriksjoner.

Andre sikkerhetsrådinger som er avgitt i tidligere rapporter, disse er lukket, men har relevans til denne rapporten og repeteres:

Sikkerhetstilråding JB nr. 2008/05T

Stillverket ble fortsatt benyttet til å stille signaler for tog etter at melding om feilaktig signalbilde var meldt. Havarikommisjonen tilrår tilsynsmyndigheten å anmode Jernbaneverket om å fastsette nærmere rutiner for å forhindre at stillverk benyttes til å stille togveier når det er meldt om feilaktige signalbilder og feilen ikke er identifisert og avgrenset.

Sikkerhetstilråding JB nr. 2009/20T

Det var uheldig at det manglet logger fra samtaler fra togleder til lokomotivfører. Sikkerhetsforskriften § 10-9, 3dje ledd beskriver at "Kommunikasjonen i forbindelse med trafikkstyringen skal lagres sikkert til bruk ved eventuell undersøkelse av jernbaneulykker, alvorlige jernbanehendelser og jernbanehendelser." En kopi av samtaleloggen ville vært med på klargjøre og belyst den helhetlige kommunikasjonen mellom tog og togledelse. Havarikommisjonen tilrår Statens Jernbanetilsyn å pålegge Jernbaneverket å få etablert et system som sikrer at Sikkerhetsforskriftens § 10-9, 3dje ledd ivaretas og at det innføres rutiner og prosedyrer som sikrer at det alltid benyttes telefoner som blir loggført i dette lagringssystemet.

Sikkerhetstilråding JB nr. 2008/12T

Jernbaneverket har ikke vært tilfreds med tilgjengeligheten av snøryddingsmateriell da Beilhackene ofte har vært ute av drift. Havarikommisjonen anbefaler tilsynsmyndigheten å anmode Jernbaneverket om å følge opp at maskinforvalteren sørger for å ha tilstrekkelig beredskap og nødvendige ressurser slik at maskinparken for snørydding alltid er operativ slik at sikker togtrafikk kan opprettholdes.

Statens Havarikommisjon for Transport

Lillestrøm, 4. mars 2010

² Undersøkelserapport oversendes Samferdselsdepartementet, som treffer nødvendige tiltak for å sikre at det tas behøring hensyn til sikkerhetstilrådingene, Jf. forskrift 31. mars 2006 nr. 378 om offentlige undersøkelser av jernbaneulykker og alvorlige jernbanehendelser m.m. (jernbaneundersøkelserforskriften) § 16.

6. REFERANSER

Jernbaneverkets styringssystem og vinterberedskapsplan for 2008 - 2009

7. VEDLEGG

- Vedlegg A: Utdrag fra CTC-logg
- Vedlegg B: Godsvognoptak tog nr. 5512
- Vedlegg C: Meteorologisk vurdering Stryken stasjon
- Vedlegg D: Grafisk fremstilling Stryken stasjon
- Vedlegg E: Meteorologisk vurdering Roa stasjon
- Vedlegg F: Grafisk fremstilling Roa stasjon

Vedlegg A:

Hendelsesforløpet tidsregistrert ut fra CTC-logg

Tid	Togbevegelse/funksjon
08:51:09	Sporveksel 1 og 2 ute av kontroll. Tog 233 står i spor 01, og tog 5512 står på blokkstrekningen foran signal B.
08:53:48	Sporfelt B indikeres belagt av tog 5512
08:55:37	Blokkstrekning fri bak tog 5512, samtidig blir tognummerindikering for tog 233 i spor 01 overlagret med tognummerindikering for tog 5512.
08:55:42	Sporfelt 02 indikeres belagt av Tog 5512
08:55:43	Sporfelt 02 fritt (blunker), men blir igjen belagt
08:55:52	Tognummerindikering for tog 5512 overført fra spor 01 til spor 02
08:55:54	Tognummerindikering for tog 233 lagt inn i spor 01
08:56:59	Kontroll på sporveksel 1 i +
08:57:51	Indikering om at tog kjører forbi rødt signal
08:57:54	Indikering om at tog kjører forbi rødt signal
08:57:55	Sporfelt B indikeres fritt etter tog 5512 etter å ha blunket belagt/fritt 3 ganger.
	Sporfelt B indikeres fritt når tog 5512 står på sporfeltet med togets siste vogn
08:58:03	Ordre omlegging av sporveksel 1
08:58:04	Sporveksel 1 indikeres ute av kontroll i +
08:58:05	Sporveksel 2 indikeres i kontroll +
08:58:12	Utkjørtogvei L633 sikret for tog 233
08:58:16	grønt lys i utkjørhovedsignal L633
	Lokomotivfører i tog 233 ringer togleder og forteller at det er for dårlig middel til tog 5512
08:59:36	Togleder setter alle signaler i stopp og foretar nødutløsning av togvei
09:01:08	Nødutløsning av togvei på Stryken utført
09:03:05	Sporfelt B indikeres belagt (Tog 5512 setter seg i bevegelse for utkjøring)
09:03:08	Sporfelt B indikeres fritt - belagt
09:03:10	Sporfelt B indikeres fritt - belagt
09:03:13	Sporfelt B indikeres fritt - belagt
09:03:14	Sporfelt B indikeres fritt - belagt
09:03:08	Sporfelt B indikeres fritt - belagt
09:03:16	Sporfelt A indikeres belagt av tog 5512
09:03:16	Sporfelt B indikeres fritt
09:03:18	Sporfelt B indikeres belagt
09:03:20	Sporfelt B indikeres fritt
09:04:38	Utkjørtogvei L633 sikret for tog 233
09:04:41	Grønn lys i utkjørhovedsignal L633
	Togleder samtaler med lokfører i tog 233 om at det er klart i signal L ut fra spor 1 på Stryken
09:04:44	Sporfelt 02 indikeres fritt etter tog 5512
09:04:54	Tog 233 kjører ut spor 02 og setter signal L i stopp
09:05:05	Sporfelt 01 indikeres fritt
09:05:07	Linjeblokk på A-siden indikeres belagt av tog 5512
09:05:24	Linjeblokk på B-siden indikeres belagt av tog 233
09:05:28	Sporfelt B indikeres fritt etter tog 233
09:06:00	Sporfelt A indikeres fritt etter tog 5512
09:06:00	Ingen tog på Stryken stasjon

Vedlegg B:

R206-11-174021-1

CargoNet-GTS

DATO: 11.02.2009

GODSVOGNOPPTAK TIL TOGFØRER

KL: 22:13

Tognr.: 5512

Dato: 11.02.2009

Fra stasjon: BERGEN

Type Nummer Innsett stasjon Utsett stasjon Trekkraft

Forspannlok. E116 162210 BERGEN ALNABRU 100

Løpnr.	Vognnummer	S	Sendest.	Bestst.	Brutto	Brems	Aksler	P/G/A	Sth	Merknad	Utsettst.
1	427644320959	L	BERGEN	ALNABRU	23	23	2	P	100		ALNABRU
2	317649610365	L	BERGEN	ALNABRU	53	53	6	P	100		ALNABRU
3	427644324043	L	BERGEN	ALNABRU	20	20	2	P	100		ALNABRU
4	336849552227	L	BERGEN	ALNABRU	71	71	6	P	100		ALNABRU
5	427644320348	L	BERGEN	ALNABRU	24	24	2	P	100		ALNABRU
6	337649554678	L	BERGEN	ALNABRU	75	75	6	P	100		ALNABRU
7	427644320413	L	BERGEN	ALNABRU	28	28	2	P	100		ALNABRU
8	427644323508	L	BERGEN	ALNABRU	24	24	2	P	100		ALNABRU
9	427644320082	L	BERGEN	ALNABRU	26	26	2	P	100		ALNABRU
10	336849552235	L	BERGEN	ALNABRU	71	71	6	P	100		ALNABRU
11	337649552904	L	BERGEN	ALNABRU	55	55	6	P	100		ALNABRU
12	427644320652	T	BERGEN	ALNABRU	12	12	2	P	100		ALNABRU
13	427644323136	T	BERGEN	ALNABRU	12	12	2	P	100		ALNABRU

Lnr	Vogn/contrn	Farenr	UNNr	Varenavn og beskrivelse	NOS info	Fareseddel	Emb. gr.	Mengde	Nettomengde	Merknad	Tom lastbærer ikke rengjørt
2	UNOU242006	23	UN 1965	Hydrokarbon gassblanding, flytende, n.o.s	(pROPAN)	2.1(13)		1209.0 kg	0.0		
2	UNOU242006	239	UN 1001	Acetylen oppløst		2.1(13)		325.0 kg	0.0		
2	UNOU242006	20	UN 1002	Luft, komprimert		2.2(13)		5.0 ltr	0.0		
2	UNOU242006	20	UN 1006	Argon, komprimert		2.2(13)		430.0 ltr	0.0		
2	UNOU242006	20	UN 1013	Karbondioksid		2.2(13)		160.0 kg	0.0		
2	UNOU242006	20	UN 1066	Nitrogen, komprimert		2.2(13)		860.0 ltr	0.0		
2	UNOU242006	25	UN 1072	Oksygen, komprimert		2.2(5.1+13)		1335.0 ltr	0.0		
2	UNOU242006	20	UN 1956	Komprimert gass n.o.s	(aRGON niTROGENMONOKSID)	2.2(13)		590.0 ltr	0.0		
10	UNOU248005	239	UN 1001	Acetylen oppløst		2.1(13)		143.0 kg	0.0		
10	UNOU248005	20	UN 1006	Argon, komprimert		2.2(13)		1170.0 ltr	0.0		
10	UNOU248005	20	UN 1013	Karbondioksid		2.2(13)		706.0 kg	0.0		
10	UNOU248005	20	UN 1066	Nitrogen, komprimert		2.2(13)		130.0 ltr	0.0		
10	UNOU248005	25	UN 1072	Oksygen, komprimert		2.2(5.1+13)		820.0 ltr	0.0		
10	UNOU248005	20	UN 1956	Komprimert gass n.o.s	(Argon Nitrogenmonoksid)	2.2(13)		260.0 ltr	0.0		
10	UNOU248005	20	UN 1066	Nitrogen, komprimert		2.2(13)		15.0 ltr	0.0		

Bremset vekt for vognene er redusert med 15% for å øke sikkerhetsmarginen.

Bremseprosent %	Bestemmende fall i promille o/oo																									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
82	100	100	100	95	95	95	95	95	90	90	90	90	90	90	90	85	85	85	85	85	80	80	80	80	80	80

TOTALT FOR TOGET

Sum lengde inkl. lok (meter) : 324
 Sum antall aksler ekskl. lok : 46
 Sum togvekt inkl. lok (tonn) : 584
 Sum vognvekt ekskl. lok (tonn) : 494
 Sum bremset vekt ekskl. lok (tonn) : 420
 Bremseprosent inkl. lok : 82%
 Bremsegruppe : P
 Største hastighet : 100

KVITTERINGSDEL

Sluttsignal påsatt (kryss av) : ____
 Kontroll av sammensetning (sign) : _____
 Bremseprøve (sign) : _____
 Toget har mateledning (Ja eller Nei) : ____ Ja ____ Nei

Vedlegg C:

Meteorologisk vurdering i anledning Stryken stasjon: Sporfelt B fritt før tog var kjørt ut av sporfeltet den 12. februar 2009 ca. kl. 08.36 lokal tid

Ved Reinhard Mook, meteorolog

1

Innledning

Jernbaneverket har for 12. februar 2009 opplyst om forstyrrelser av kontrollen med sporveksler i Østlands-området, særlig på Gjøvikbanen. Disse forstyrrelser hadde inntruffet etter stort snøfall påfulgt av streng kulde. Fenomenet hadde således opptrådt regionalt, ikke kun lokalt. Den sannsynlige årsak var knyttet til forløpet i værlaget.

Den påfølgende vurdering er begrenset til meteorologiske forhold. De forårsakete driftstekniske forstyrrelser (utkjøringsignal gitt ved manglende middel til nabospor ved kryssing) er ikke emne av nærværende drøftelser.

2

Meteorologiske kjensgjerninger

Dette kapitlet formidler meteorologisk informasjon som analyse og konklusjon bygger på.

2.1

Den synoptiske situasjon

Til grunn ligger DIANA.STARC bakkeanalyse. - Lufttrykkfeltet var den 12. februar 2009 kl. 06 UTC (+ 1 time = lokal tid) bestemt av to lavtrykk, det ene på 995 hPa mellom Vest-Finnmark og Bjørnøya, det andre på 1000 hPa over nordøstre Polen. Østlandet lå nær 1015 hPa – isobaren på en svak bro av høyt trykk mellom England og Karelen.

Maritim polarluft fra nordvest hadde invadert Østlandet. I le av fjell og under virkningen av høyt trykk var luften synkende, himmelen lettskyet eller klart, på bakken knapt vind. Netto utstråling fra snødekket forårsaket lave bakketemperaturer.

2.2

Været inntil hendelsen

Det refereres til Meteorologisk institutt sin klimastasjon nr. 4460 på Hakadal jernbanestasjon, 170 moh, nr. 18500 Bjørnholt, 360 moh, og til METAR fra nr. 4780 Oslo lufthavn Gardermoen, 202 moh.

2.2.1

Snødybde

Snødybde på Hakadal jernbanestasjon hadde øket fra 55 cm den 7. februar til 73 cm den 8. februar 2009. Lett snøfall i perioder de påfølgende døgn kompenserte ikke for snøens setning slik at den målte snødybden hadde minket til 64 cm den 12. februar kl. 07 lokal tid, (nærmest tidspunktet for hendelsen).

2.2.2

Lufttemperatur

Lufttemperaturen på Hakadal hadde under snøfallet den 7. februar ligget nær M 06 (=minus 06 grad C). Den 8. februar kl.19 lokal tid hadde temperaturen avtatt til M10.

Den 10. februar kl. 07 inntraff på Hakadal M 20, på Bjørnholt M 21.

I løpet av den 10., ledsaget av lett snøfall, økte temperaturen på Hakadal og på Bjørnholt til M 09 målt kl.19.

Den 11. februar kl. 07 ble observert på Hakadal M 14 på Bjørnholt M 13, samme dag kl. 13 M 10, hhv. M 07, trolig forårsaket av solar innstråling. Gardermoen hadde M11.

Nærmest hendelsestidspunktet, den 12. februar kl. 07, var temperaturen falt på Hakadal til M 23., Bjørnholt M 22,

Observasjonene på Gardermoen (tider UTC) viser fra 11. februar middag jevnt fallende temperatur til 12. februar kl. 02.14 M 22. Temperaturen forble deretter konstant til kl. 06.40, stigende igjen til M 20 kl. 07.42 UTC.

2.2.3

Duggpunktstemperatur

Duggpunktstemperaturer foreligger for Gardermoen. Den 11. februar kl. 12.10 UTC frem til kl. 21.10 lå duggpunktet 1 grad under lufttemperatur, som da hadde falt til M 18.

Den 12. februar kl. 01.40 UTC ble observert M 22 / M 24 for "luft" hhv. "dugg". Disse verdier holdt seg tom. Kl. 06.40. Kl. 07.42 ble meldt M 20 / M 22 og tåke i omegn.

Tas hensyn til frostpunktstemperaturen (definert i forhold til is), vil en differanse på 2 Kelvin mellom "luft" og "dugg" ved minus 20 grad C tilsvare mettet vanndamp i forhold til is. Den observerte strålingståke bekrefter dette.

2.2.4

Skyer og vind

Den 11. februar etter kl. 12.10 UTC og natten til den 12. februar var det på Gardermoen ikke blitt observert skyer av betydning for luftfarten (CAVOK).

Den 11. februar etter kl. 12.10 var det for det meste vindstille eller variabel vind. Største vindhastighet var 4 kt. Natten til 12. februar hadde det vært vindstille.

2.2.5

Værbildet

Jernbaneverket har opplyst om ”kaldt vær med føykesnø” samt dagslys med sol på tidspunktet for hendelsen.

3

Trafikkmessige kjensgjerninger

Det bygges på opplysninger fra Jernbaneverket, vitner og bildemateriale. Alle kilder er formidlet ved SHT.

3.1

Før og ved hendelsen

Siste kryssing på Stryken med bruk av spor 2 (sidespor) før den aktuelle hendelsen har ligget ca. 15 timer tilbake i tid. Det anslåes at Stryken stasjon ble passert av minst 20 tog på denne tid. Det er ikke undersøkt om alle tog hadde stanset eller tog har passert stasjonen med marsjfart. Ved hendelsen har spor 2 vært snødekket.

Godstoget (som hendelsen er knyttet til) hadde kjørt inn på spor 2. Hastigheten var ca. 10 km/t, dvs. knapt 3 m/s.

Toget ble trukket av lokomotivtype EL 16 på 90 tonn, dvs. normalkraft i overkant av 10 tonn pr. hjul. Toget omfattet 13 vogner som alle hadde mindre normalkraft enn lokomotivet pr. hjul.

Sporfeltet var blitt frigitt, antagelig før siste vogn hadde passert indikatorstedet.

3.2

Billedokumenter

Bilder tatt etter hendelsen viser flak av overrullet sammenpresset iset snø på skinnhodet av spor 2.

De observerte flak av snø var opp til 7 eller 8 millimeter mektige og dekket hele spor 2 fra tungeroten.

4

Analyse

4.1

Transport av snø til spor 2

Den synoptiske vær-situasjon (geografisk fordeling av lufttrykk) viser at det knapt har vært noen gradient av betydning. Vindstille på Gardermoen natt til den 12. februar, variabel vind eller maksimalt 4 kt dagen i forveien, viser entydig at snø ikke er blitt transportert horisontalt inn på spor 2 ved værbestemt vind.

Jernbaneverket har opplyst om ”føykesnø” som åpenbart refererer til snø virvlet opp av tog i fart.

4.2

Snødybde

Snødybden har vært betydelig i forhold til skinnehøyde og togsettets nedre kanter (kfr. bilder samt snødybde målt på Hakadal). Det var gitt et stort lager av snø som kunne virvles opp av tog i fart.

Snødekket på begge sider av spor 2 (skinnesengen) har dannet en dyp kanal (grøft i forhold til det omgivende snødekkets øvre horisont). Det antas at skinnehodet på spor 2 etter toget den 11. februar om ettermiddagen lå i en ytterligere grønne i forhold til snøens horisont mellom skinneparet.

Disse fordypningene (grøftene) dannet ”fallgruver” som oppvirvlet snø ble sedimentert i.

4.3

Snøens konsistens

Forutsetningen for at snø kunne forfraktes ved virvler i luften og så sedimenteres er at snødekket i sin øvre sone bestod av lett forflyttbart materiale.

De lave temperaturer senest natt til den 12. februar var resultatet av varme tapt fra snødekket ved utstråling større enn innstråling. Årsaken var klar eller lettskyet himmel kombinert med snøens dårlige ledningsevne for varme (ingen varmflyt opp av undergrunnen). Snødekkets overflatetemperatur har med stor sannsynlighet underskredet med atskillige grad lufttemperaturen målt (om enn ikke på Stryken) etter regelverket 2 m over bakken.

Tatt i betraktning forskjellen i lufttemperatur og duggpunktstemperatur observert 2 m over bakken, i praksis luft med damp mettet i forhold til is, kan gåes ut fra at rim ble dannet på snødekket. Selv om dybden av laget med rim antagelig har vært beskjeden (pga. liten masse vanddamp i luft ved lav temperatur) kan rim trukket sammen fra et større areal i luftsuet av tog ha bidratt til det luftbårne støvet av partikler av is.

Sedimentet på spor 2 antas å ha bestått av meget små fragmenter av krystaller som kunne lagres med relativt stor densitet.

Det kan videre antas at is, eventuelt molekulære filmer av flytende vann, har diffundert ut av snødekket i retning av den kalde overflaten av snøen. Det skulle gjelde i alle fall for den øverste sonen av akkumulert snø som kommer i betraktning for å ha blitt virvlet opp. Det betyr at snøen hadde ”tørket” opp og fått en løs og lett bevegelig konsistens.

Det var denne tilstanden av snøen, kan hende dekket med løst rim, som gjorde det mulig eller fremmet at materiale kunne forfraktes til bl.a. området av spor 2. Det i forhold til skinnegangen mektig oppbygde snødekket etterfulgt av stor kulde kan ansees for å ha vært vesentlige forutsetninger for hendelsen.

Det er mulig, men ikke undersøkt, at det finnes ”kritiske” snødybder for massen av oppvirvlet snø etter tog, gitt bestemte hastigheter. Men snøens konsistens (her skapt av snøfall fulgt av kulde) ansees for å ha spilt den overordnede rolle.

4.4

Sintring av snø på skinnehodet

Med "sintring" menes her dannelse av et konglomerat av snø (is med innesluttet luft) og korn av "ren" is, smeltet sammen til en statisk enhet. Bildematerialet viser entydig flak av sammenpresset snø holdt i hop av gjenfrosset smeltevann. Bruddkanter og innbyrdes forskjøvete bruddstykker av flak på skinnehodet dokumenterer både sinterprosessen og skyvekrefter under innvirkning av (bremsende) hjul til godstoget.

Det er vurdert tre mulige prosesser (anført nedenfor) som kan ha ført til nevnte flak som har vært avgjørende for hendelsen – gitt kanalen over skinnehodet fylt opp av "fokksnø".

4.4.1

Smelting som følge av absorbert stråling eller varmeledning

Tidsrommet mellom siste tog på spor 2 den 11. februar og hendelsen har vært preget mht. snøen av negativ saldo for stråling. Dvs. "svartstråling" (lov av Stefan og Boltzmann) fra snøen mot atmosfæren har vært større enn, eller av samme størrelsesorden som den atmosfæriske motstråling (emisjon fra vanndamp etc. i atmosfæren) rettet til bakken ved temperaturinversjon (lufttemperatur økende med høyden). Solar stråling har ikke hatt betydning (natt).

Den negative eller balanserte saldoen for stråling viser seg i de ut over kvelden den 11. og natt til den 12. februar fallende eller "konstante" temperaturer. Absorbert stråling og derav utløst smelting kan således sees bort fra.

Varmeledning ut av undergrunnen (skinnesengen) kan forventes ved de gitte lave temperaturer mot den kaldere snøen. Men denne flyt av varme vil innenfor det her aktuelle tidsrommet kvantitativt ikke kunne hamle opp med kjølingen mot atmosfæren og den rådende lave temperatur. Også smelting ved varmeledning fra undergrunnen kan under de gitte forhold utelukkes.

4.4.2

Trykksmelting

Smeltepunktstemperaturen for is avtar med økende trykk. Av termodynamikken kan utledes at smeltepunktet minker med $0,00743 \text{ K / bar}$. (Strengt tatt gjelder denne verdien kun ved 0 grad C).

For å senke smeltepunktet fra 0 grad C til minus 20 C (dvs. med 20 K) kreves trykk på ca. $2\,700 \text{ bar}$. Skal normalkraft tilsvarende 10 tonn (lokomotivhjul) utøve trykket $2\,700 \text{ bar}$ måtte den effektive kontaktflaten (asperitter) utgjøre arealet $3,7 \text{ cm}^2$.

Trykkfastheten av is gjør det lite sannsynlig at trykksmelting har spilt noen avgjørende rolle ved dannelsen av de kontaminerende flak.

4.4.3

Varme ved friksjonsytelse

Varme utviklet ved friksjonsytelse kan ha varmet snø fra minus 20 C til 0 C og (delvis) smeltet den.

Det antas at snødybden på skinnehodet har vært $7 \text{ til } 8 \text{ cm}$ (observerte flak på $7 \text{ til } 8 \text{ millimeter}$).

Spesifikk varme av is er $2,09 \times 10^3 \text{ J / kg K}$, smeltevarme $0,334 \times 10^6 \text{ J / kg}$. For antatt $0,7 \text{ g}$ snø går med ca. 40 J til oppvarming fra minus 20 C til 0 C , ca. 235 J til smelting, sum 275 J .

Gitt lokomotivets normalkraft 10 tonn pr. hjul, dvs. 100 000 N. Antatt friksjonskoeffisient 0,05. Friksjonsytelsen vil svare til 275 J om massen forskyves med 0,055 m. Selv om den antatte friksjonskoeffisient er diskutabel og andre forhold (bl.a. dissipasjon av varme) ikke er tatt hensyn til, så kan slutes at friksjonsytelse kan forklare den delvise smeltingen og således dannelsen av de observerte flak.

5

Konklusjon

Hendelsen (brutte hhv. upålitelige elektriske indikasjoner) ble forårsaket av flak av iset snø på skinnehodet av spor 2. Disse flak ble dannet ved sintring av overrullet snø. Delvis smelting ved varme som følge friksjonsytelse antas å ha vært vesentlig for sintringen.

De bakenfor liggende årsaker lå i flere "samtidig" oppfylte vilkår:

a)

Stor snødybde som lot hele sporvidden, innenfor denne den enkelte skinnetopp, fremstå som bunn av grøfter i forhold til horisonten av tilgrensende akkumulert snø. Snø (med rim) virvlet opp i luften av trafikk samlet seg i de nevnte kanaler.

b)

Ved kulde (størrelsesorden M 20 til M 25) hadde snøen (i sin øvre sone) "tørket ut". Det hadde oppstått en masse med konsistens av "løst pulver".

c)

Akkumulasjonen av snø i fordypningene, i sær grøftene over skinnehodet til spor 2, hadde pågått over atskillige togpasseringer i spor 1. Trafikken hadde generert fokksnø uten at spor 2 var blitt benyttet eller blottlagt.

d)

Godstoget som kjørte inn i spor 2 hadde liten fart. Beveget luft i fronten av lokomotivet og lufttrekk ellers ved toget var for svake til å feie hhv. virvle den løse snøen bort fra skinnehodet. Sporets fordypning i forhold til omgivende nivå av snødekket hindret ytterligere at snø liggende på skinnehodet falt av.

6

Forebyggende tiltak

Hendelsen skyldtes påfølgende omstendigheter:

a)

Skinnehodet lå i en dyp renne i forhold til nivå av snødekket på begge sider av skinnen.

b)

Temperaturen var lav og snøen inneholdt lite, om noe, flytende vann. Jernbanelivet har treffende karakterisert tilstanden som ”føykesnø”.

c)

Snø er blitt virvlet opp av passerende tog (meteorologisk betinget vind av relevant styrke kan utelukkes). Snøen er blitt sedimentert i rennen over skinnehodet.

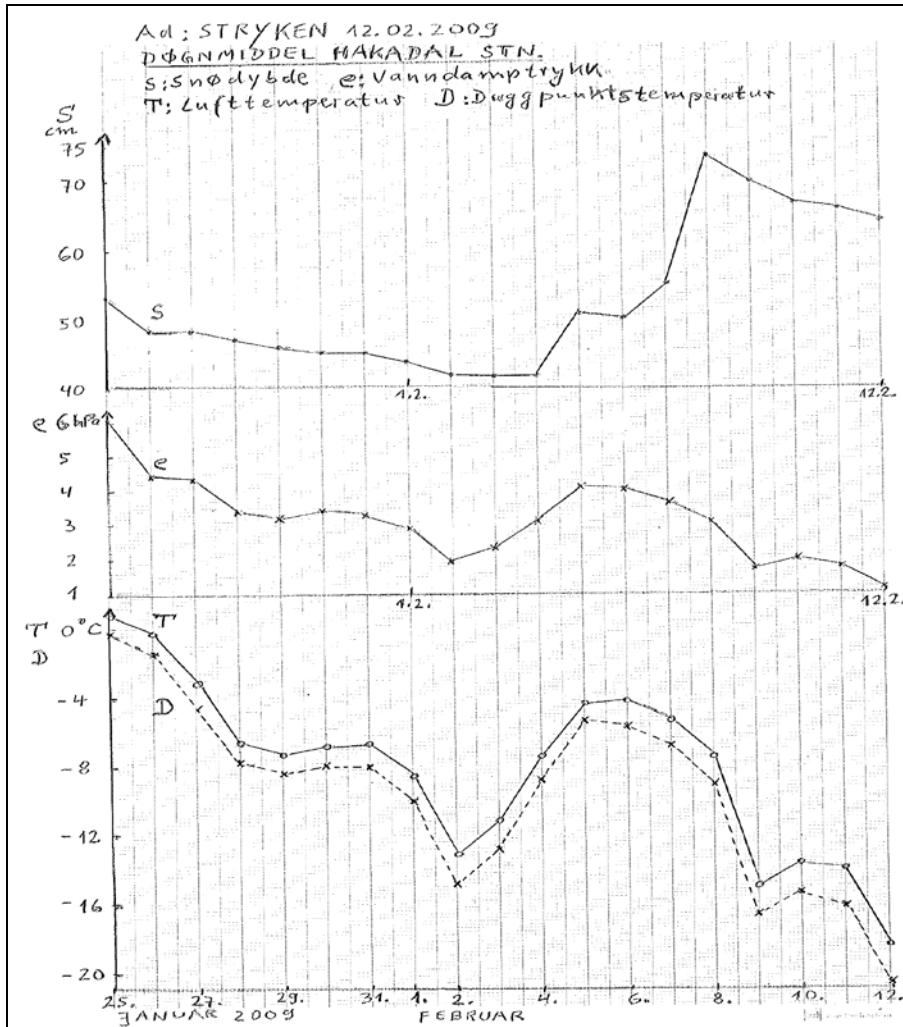
Derav følger at stor snødybde og lav temperatur over noen døgn, følgelig ”uttørket” snø (”føykesnø”), medfører risiko for oppsamling av oppvirvlet snø i rennen over skinnene.

Denne tilstand kunne forebygges ved å rense sporet i noen bredde, helst til nivå av snøen lavere enn skinnehodet. Videre vil like hyppig bruk av begge spor motvirke oppbygningen av snø som ellers ville skje på den over lang tid ikke brukte skinnegangen.

Reinhard Mook

30. juni 2009

Vedlegg D:



Vedlegg E:

Meteorologisk vurdering i anledning avsporing på Roa stasjon den 10. mars 2009 kl. 21.37 lokal tid i spor 2

ved Reinhard Mook, meteorolog, 29. mai 2009

1

Innledning

Under oppstart av et motorvognsett ble fremste boggie av motorvognen på 60 tonn løftet opp av skinnegangen ved en planovergang innenfor stasjonsområdet. Som årsak formodes is mellom skinner og trelemmer av planovergangen.

Det skal ikke utelukkes at hendelsen kan skyldes fortettet snø alene. Men is sees som den enda mer sannsynlige årsak. Derfor er vesentlig mål for denne rapporten å vurdere hvorvidt is kan ha blitt dannet i tiden mellom snørydding om (for-) middagen inntil kvelden når hendelsen inntraff.

2

Meteorologiske kjensgjerninger

Det bygges i hovedsak på observasjoner ved Hakadal jernbanestasjon (under Meteorologisk institutt, stnr. 4780, 170 moh).

2.1

Den synoptiske situasjon

Til grunn er lagt DIANA.STARC bakkeanalyse. – Den 10. mars 2009 kl. 12 UTC (+1 time = lokal tid) befant seg et lavtrykk 990 hPa med sentrum på 0 grad lengde og 66 grad nordlig bredde, ytterligere et lavtrykk 995 hPa over Estland. Østlandet lå under en svakt utpreget bro av høyt trykk mellom Nord-Skandinavia og England. Ut over dagen (til kl. 21 UTC) den 10. mars forflyttet seg en okklusjon (frontsone i sammenheng med lavtrykket over Baltikum) sakte vestover og hadde om kvelden passert Svealand.

Østlandet lå den 10. mars i blandingssonen av luft fra nordøst og fra sørvest under svak subsidens (synking). Lufttemperaturen i det aktuelle området var nær (knappt over) frysepunktet der snødekket på smeltetemperatur virket som varmesluk for luften. I samsvar med dette (kjølingen) var duggpunktstemperaturen nær lufttemperaturen.

2.2

Været inntil hendelsen

2.2.1

Nedbør og snødybde

På Hakadal jernbanestasjon hadde 9. mars 2009 kl. 07 lokal tid falt nær 16 millimeter nedbør det siste døgnet. Snødekket hadde da øket dagen i forveien (8. mars) fra 71 cm til 86 cm mellom kl. 07 og kl. 19.

I løpet av natten til den 9. mars kl. 07 hadde snødybden (trolig ved setning) avtatt til 84 cm, inntil den 10. mars kl. 07 minket ytterligere til 80 cm. Døgnet fra 9. mars morgen til 10. hadde det falt nær 2 millimeter ny nedbør. Ut over den 10. mars holdt seg snødybden ”konstant”, den 11. mars kl. 07 igjen målt til 80 cm. Det har vært oppholdsvær den 10. mars.

2.2.2

Lufttemperatur og duggpunktstemperatur

Alle temperaturer, grad Celsius, refererer til 2 m høyde over bakken.

På Hakadal jernbanestasjon den 8. mars var kl. 07 temperaturen for luft 0,1, duggpunkt M 0,5 (der M betegner ”minus”). Til kl. 13 steg temperaturen til 0,8 / M 0,2, for så å falle ubetydelig til kl. 19 målt 0,3 / M 0,5.

Av dette temperaturforløpet kan slutes at nedbøren (kfr. 2.2.1) på Roa den 8. mars hadde falt som snø med stor andel av flytende vann. .

Den 9. mars kl. 01 ble observert 0,0 / M 0,5; videre kl. 07 0,6 / M 0,2; kl. 13: 2,1 / 0,2; kl.19 0,7 / 0,0. - Nedbør på Roa også dette døgnet har antagelig falt som snø med stor andel av flytende vann eller endog sludd.

Den 10. mars ble observert på Hakadal kl. 01 M 0,1 / M 1,7, kl. 07 M 1,5 / M 2,2 Kl. 13: 2,4 / M 3,0 kl 19: M 0,2 / M 1,4

Til sammenlikning hadde Bjørnholt (stnr. 18500, 360 moh) lufttemperaturen den 10. mars kl. 07: M 3,1; kl.13: 0,4; kl. 19: M 1,4.

2.2.3

Skyer og vind

Skydekket relevant for luftfarten meldes i METAR. På Gardermoen lufthavn ble skydekket i løpet av den 10. mars 2009 vekslende oppgitt som ”broken”, ”scattered” og ”few. Derav slutes på skiftende skydekke hhv. ”delvis skyet” på Roa.

I tråd med skydekket observert på Gardermoen og med den synoptiske situasjon (kfr. 2.1) hadde den 10. mars kl. 13 lokal tid på Hakadal differansen mellom lufttemperatur og duggpunktstemperatur øket til vel 5 Kelvin.

Vind observert på Gardermoen den 10. mars skiftet mellom vindstille, variabel på få knot, til maksimalt 5 kt fra mellom 210 og 060 grad.

3

Trafikkmessige kjensgjerninger

Det bygges på opplysninger gitt av Jernbaneverket, vitner og bildemateriale. Alle kilder er formidlet ved SHT.

3.1

Ved hendelsen

Hendelsen den 10. mars 2009 kl. 21.37 (lokal tid) inntraff i spor 2 på Roa stasjon ved akselerasjon av et tre vogners motorvognsett type 69G, vekt 60-30-30,5 tonn. Oppnådd fart var mindre enn 1,5 m/s.

Motorvognen kjørte fremst. Fremste boggie ble ved passering av en planovergang (trelemmer mellom skinneparet) løftet av skinnegangen.

3.2

Forhold i tid forut hendelsen

Sporet var blitt ryddet for snø med showel "tidligere på dagen" (den 10. mars, antatt om formiddagen eller midt på dagen). Ved kjøring av ryddemaskinen var snøen mellom skinneparet blitt fortettet og dannet en horisont omtrent på nivå av skinnetoppen. Showel benyttet planovergangen over spor 2 som inngang til skinnesengen og rygget her frem og tilbake for å endre retning ca. 90 grader før og etter ryddingen. Etter denne arbeidsoperasjonen lå sporet ubrukt inntil hendelsen inntraff kl. 21.37

3.3

Billedokumenter

På bilder tatt av SHT den 11. mars sees langs hele den aktuelle skinnegangen spor etter kjøring med showel-maskinen. Skinnehodet fremstår som snøfritt. Ved siden av sporet, i området for hendelsen, vises voller dannet av sammenklumpet iset snø med horisont høyere enn skinnetoppen.

SHT-bildene dokumenterer at snø inntil skinnen hadde antatt en kornaktig og hullet struktur. Bortenfor selve skinnen var overflaten av snøen preget av korn eller flak av is med tilløp til vertikal lagdeling.

Snø som var blitt flyttet på, trolig av showel, hadde dannet klumper eller baller med isete kanter.

Bilder tatt av bergingsmannskapet (i tid forut SHT) viser sørpeis under snøen i den rennen et avsporet hjul hadde revet opp. Videre vises et hjul på skinnen med flak av overrullet iset snø opp på skinnehodet på den ene siden, store aggregater (klumper) av iset snø på den andre siden.

4

Analyse

4.1

Utgangspunkter

Det antas at sørpeis i bunnen av snøen var et resultat av væting og frysing så langt tilbake i tid (spor 2 brukt i ettertid) at denne isen var uten relevans for hendelsen. Det antas videre at skinnehodet har vært snøfritt ved hendelsen og den avbildete kontaminasjon (bilde tatt av bergingsmannskapet) skriver seg fra opprevet materiale som følge av avsporingen.

Snøen kan antas ved ryddingen å ha inneholdt en stor andel av flytende vann. Det kan slutes av både værforholdene (kfr. særlig 2.2.2) og av bildene (store aggregater i forflyttet snø, isete

overflater). Det kan også ha forekommet tining den 10. mars i tiden før ryddingen (dens tid på døgnet er ukjent). For øvrig sluttet av snøens kornete og hullete overflatestruktur (opaque iskorn; lagdeling ved ruter av is) på smelting ved absorbert stråling påfulgt av frysing.

4.2

Husholdningen med varme

Under dette avsnittet estimeres flyten av ulike former for energi til (positivt) og fra (negativt) en skinne. Hensikten er å avklare hvorvidt snø inntil en skinne midt på dagen den 10. mars kan ha delvis smeltet og smeltevannet i snøen ha frosset om kvelden. På denne måten kunne ha oppstått hard is, en omstendighet relevant for avsporingen.

4.2.1

Følbar og skjult varme

Med "følbar" varme menes flyt av varme målbart ved termometer. "Skjult" varme gjelder flyt av varme knyttet til endring av vannets faser.

Lufttemperaturen den 9. mars hadde overskredet frysepunktet. Duggpunktstemperaturen lå nær lufttemperaturen, tidvis over snøens smeltetemperatur. Pga. forhistorien (våt snø) antas snø i smelteferdig tilstand (snø på 0 grad C).

Duggpunktstemperatur høyere (varmere) enn smeltetemperatur (0 grad C) betyr overgang av vanddamp fra luften til snøen og fortetning av damp til dugg. Den i dampen skjulte (latente) varme vil da frisettes. Denne varmen vil i hovedsak gå til smelting (i teorien dannes smeltevann vel 7 ganger mengden av dugg).

Fordampning ved duggpunktstemperatur lavere enn 0 grad C den 8. og frem til den 10. mars skulle mht. energi (og mengde) ha vært liten ved de rådende små differanser mellom duggpunktstemperatur og smeltepunkt (null grad C).

Den 10. mars kl. 13 var duggpunktstemperaturen 3 grad lavere enn smeltetemperatur, samtidig var lufttemperaturen 2,4 grad over smeltepunktet ("spread" 5,4 K). Overgangen av følbar (sensibel) varme fra luft til snø ved de små temperaturforskjeller har neppe medført nevneverdig smelting; følbar varme som måtte være tilført snøen fra luft vil ha blitt skjult i dampen avgitt av snøen. (Det kan vises at følbar varme i luft inntil vel 9 grad C ikke medfører smelting når snøen fordamper inn i absolutt tørr luft, forutsatt snøen verken tilføres eller taper varme ved stråling).

Som et grovt estimat antas at snøen siden den 8. mars og i sær den 10. mars verken har mottatt eller avgitt vesentlige varmemengder i form av følbar eller skjult varme.

-5-

4.2.2

Stråling

Det er å skille mellom fire komponenter av stråling: Bakken mottar solar global stråling (direkte og spredt solstråling fra himmelsvelvet) og atmosfærisk motstråling (som utgår fra skyer og gasser i atmosfæren; infrarødt). Bakken sprer tilbake solar stråling (som følgelig ikke bidrar med varme) og emitterer (infrarødt) avhengig av bakkens (legemets) temperatur.

Det foreligger ingen observerte data fra området for de enkelte nevnte strålingskomponenter. Det er derfor nødvendig å legge til grunn rimelige erfaringsverdier.

Den solare stråling ved middag den 10. mars, tatt hensyn til skydekket, anslås til 320 W / m^2 , den atmosfæriske motstråling 230 W / m^2 . Det forutsettes at en delvis blank, delvis rusten skinne absorberer 80 prosent av både innkommende solar og av atmosfærisk stråling. Inntekten ved stråling blir 440 W / m^2 .

Utgiften som skriver seg til skinnens egenstråling antas å tilsvare strålingen ved temperaturen $0 \text{ grad C (=273 K)}$. Til grunn for denne estimerte temperatur ligger følgende (utvilsomt forenkende) hypotese: Overskudd i varme som (uten tilgrensende snø) ville ha gitt skinnen en høyere temperatur enn snøens smeltetemperatur, avgis til smelting av snø ved varmeledning i skinnen og ved stråling lateralt mellom skinne og tilgrensende snø. Denne smeltevarmen skjules i smeltevannet. Etter loven av Stefan og Boltzmann, forutsatt en emisjonsfaktor på 0,8 (se ovenfor), stråles ved 0 grad C $316 \times 0,8 = 253 \text{ W / m}^2$. Gevinsten i absorbert stråling blir ca. 190 W / m^2 .

Ved middag den 10. mars kan således antas for skinnens vedkommende et overskudd i varme som antas (i det minste delvis) å ha gått til smelting av tilgrensende snø.

Den solare innstrålingen vil ha minket til null mot ettermiddag og kveld. Under ellers like vilkår skulle skinnen ha absorbert av atmosfærisk motstråling ca. 180 W / m^2 og emittert ca. 250 W / m^2 . Det skulle ha oppstått et varmetap tilsvarende 70 W / m^2 . Dette kunne ha utløst frysing og ført bort frysevarmen (varme skjult i flytende vann, gjort følbart ved frysing).

4.3

Smelting og frysing

Det skulle således ved stråling (kfr. 4.2.2) under middag (over en kortere tidsperiode) ha blitt tilført netto varme som kunne smelte snø inntil en skinne, under ettermiddagen og kvelden (over en lengre tidsperiode) ha blitt strålt bort varme som kunne få flytende vann til å fryse til is. Bildematerialet bekrefter et slikt "frostskifte".

For å estimere mengde smeltevann hhv. vann som kunne fryses, legges til grunn:

Ved middag, om 190 W / m^2 absorbert i skinnen fullt ut gikk til smelting (smelte- hhv. frysevarme 335 J / g), ville pr. cm^2 flate og pr. time smeltes ca. $0,2 \text{ g}$ is (snø). Skjønt det numeriske estimat av "inntekten" i stråling er diskutabelt pga. usikre anslag og grove forenklinger, sees at stråling på skinne (og eventuelt trelem) skulle ha kunnet føre til smeltevann i snøen mellom skinne og trelem. Dette smeltevannet antas ikke å ha blitt drenert bort, men ved adhesjon blitt holdt tilbake i snøen, i tillegg til flytende vann snøen måtte ha inneholdt i forkant.

Om ettermiddagen og kvelden antas det å ha inntruffet underskudd i saldoen av stråling for skinnen. Differansen mellom atmosfærisk motstråling absorbert av skinnen og dens egenstråling ble grovt anslått til (minus) 70 W / m^2 . Denne energiflyt kunne dekke frysevarmen (skjult varme overført i sensibel varme) tilsvarende frysing av $0,07 \text{ g}$ flytende vann pr. cm^2 hver time. Tatt i betraktning at frysing antagelig har pågått over lengre tid enn smelting den 10. mars, kan ulikheten i den estimerte intensitetet ($0,2 \text{ g}$ smelting pr. time mot $0,07 \text{ g}$ frysing pr. time) langt på vei være liknet ut, om ikke mengde vann frosset har overgått mengden vann smeltet. (Andel flytende vann i snøen antas å ha vært større enn kun bidraget av smeltevann den 10. mars).

Kjøling av ”bakken” som følge av negativ varmehusholdning dokumenteres bl.a. av fallende lufttemperaturer på Hakadal og Bjørnholt mot kvelden den 10. mars (kfr. 2.2.2).

Det sluttet at varme tilført skinnen ved stråling om ”dagen” har utløst smelting i den på forhånd våte snø (fortettet av showel). Snøens hulrom ble i stor grad inntatt av flytende vann. Om ”kvelden”, når saldo i strålingen betinget tap av varme, ble frysevarme ført bort ved stråling; kontaminasjonen kunne fryse til statisk kompakt is.

5

Konklusjon

Den umiddelbare årsak til avsporingen ansees for å ha vært kompakt snø i fugen (volumet) mellom sviller, skinne, treplanke og pårullende hjulflens. Snøen innholdt flytende (smelte-) vann som meget sannsynlig hadde frosset til is. Kontaminasjonen hadde antatt en hard struktur som kunne tåle mekanisk belastning. Hjulet ble ført opp over skinnetopp, samtidig som sammenstøtet mellom hjul og is meddelte hjulet en sideverts kraftkomponent.

Bakenforliggende årsaker har vært:

a)

Våt smelteferdig snø var av showel-hjul blitt presset inn i åpningen mellom skinne og trelem.

b)

Skinnen (og trelemmen) er ved middag blitt tilført varme ved absorbert stråling.

c)

Berørings- og / eller strålingskontakt lateralt mellom snø og skinne hhv. trelem har utløst smeltevann. Det har ytterligere øket andelen av flytende vann i snøens hulrom (porer).

d)

Våt (av flytende vann gjennomtrukket) snø var i ”myk” (viskøs) tilstand hverken blitt presset bort av hjulflenser (fordi spor 2 ikke har vært i bruk) eller er blitt rensset bort.

e)

Skinnen (og trelemmen) tapte varme ut over ettermiddagen / kvelden ved netto utstråling.

f)

Kontaminasjonen frøs til en av is gjennomtrukket og mekanisk hard struktur.

g)

Tangensialhastigheten til hjulflensen på motorvognen utsatt for hendelsen har vært relativt liten. Støtet av flensen mot kontaminasjonen har ikke medført tilstrekkelig moment til å flerpe opp den frosne kontaminasjonen.

6

Forebyggende tiltak

Hendelsen skyldtes påfølgende omstendigheter:

a)

Snøen var smelteferdig og hadde stort vanninnhold.

b)

Et tungt gummi hjul-kjøretøy rangerte i skinnegangen og presset snø av nevnte konsistens inn i hulrommet mellom skinne og tilgrensende lem (planovergang),

c)

Den komprimerte snømassen frøs til et mekanisk hardt materiale som utløste avsporingen.

Avsporingen hadde neppe inntruffet om den fortettete snøen var forblitt en i seg selv bevegelig masse, var blitt revet opp av trafikk eller rensset bort før frysing inntraff.

Derav følger at hulrommet mellom skinne og lem burde frigjøres om den her fortettete snøen inneholder mye vann og påfølgende frysing kan ventes. I utgangspunktet skulle unngås at hulrommet fyltes av vannrik fortettet snø.

Reinhard Mook
30. juni 2009

Vedlegg F:

