


RAPPORT

Bane 2021/06



RAPPORT OM AVSPORING MELLOM LØTEN OG HAMAR 23. JUNI 2020

 English summary included

Statens havarikommisjons har utarbeidd denne rapporten utelukkande for å betre jernbanetryggleiken. Føremålet med undersøkinga er å identifisere feil eller manglar som kan svekkje jernbanetryggleiken, anten det er årsaksfaktorar eller ikkje, og fremje tilrådingar. Det er ikkje Havarikommisjonen si oppgåve å fordele skuld og ansvar. Denne rapporten bør ikkje brukast til anna en førebyggjande tryggleiksarbeid.

INNHALDSLISTE

SAMANDRAG.....	3
ENGLISH SUMMARY.....	3
1. FAKTAOPPLYSNINGAR.....	4
1.1 Melding om ulukka.....	4
1.2 Undersøkinga og organiseringa.....	4
1.3 Hendingsdata.....	4
1.4 Hendingsforløp.....	4
1.5 Personskadar.....	6
1.6 Skadar på det involverte materiellet.....	6
1.7 Skadar på infrastruktur og køyreveg.....	6
1.8 Vêret.....	6
2. GJENNOMFØRTE UNDERSØKINGAR.....	7
2.1 Fokus og avgrensingar.....	7
2.2 Metode.....	7
2.3 Involverte aktørar.....	7
2.4 Personellinformasjon.....	8
2.5 Undersøkingar av materiell.....	8
2.6 Undersøking av operative tilhøve.....	10
2.7 Undersøkingar av infrastruktur.....	11
2.8 Trafikkleiing og signalsystem.....	17
2.9 Tryggleiksstyring.....	17
2.10 Lover og forskrifter.....	17
2.11 Internt regelverk og prosedyrar.....	18
2.12 Liknande hendingar.....	19
3. ANALYSE.....	21
3.1 Innleiing.....	21
3.2 Hendingsforløp.....	21
3.3 Fleire sporfeil på staden.....	21
3.4 Lokomotivtypen har uheldige gangeegenskapar.....	22
4. KONKLUSJON.....	24
5. TILTAK SOM ER GJENNOMFØRTE OG PLANLAGDE ETTER ULUKKA.....	24
6. TRYGGLEIKSTILRÅDINGAR.....	25
VEDLEGG.....	26

SAMANDRAG

Tysdag 23. juni 2020 spora eit lokomotiv av typen V4 av med éin aksel ved Hjellum mellom Hamar og Løten på Rørosbanen. Dette var den andre avsporinga med denne lokomotivtypen på under to år medan lokomotivet har vore brukt til togframføring.

Avsporinga oppstod på grunn av ein sporfeil beståande av høgdefeil og vindskeivheit, i kombinasjon med lokomotivet sine gangeegenskapar i maksfart. Dette førte til at ein aksling blei løfta av skjenegongen.

Bane NOR SF hadde identifisert høgdefeilen i sporet før avsporinga, men feilen var ikkje så stor at det var naudsynt å setje inn umiddelbare tiltak. Det er såleis ein type sporfeil som finst i jernbanenettet, og som ein ventar at alle typar materiell skal vere i stand til å handtere. Når same sporfeilen viser seg på same staden år etter år, er dette eit teikn på at måten den blir reparert på, ikkje gjev noka varig løysing på problemet.

I undersøkinga etter avsporinga ved Bryn i 2019 peikte ein på den stive og nikkande gangen til denne materielltypen som svært uheldig. Denne undersøkinga dreg òg fram dette som ein faktor, og ved framføring i maksimal fart vil dette bli verre når ein treff på høgdefeil og eit vindskeivt punkt i sporet.

Havarikommisjonen fremjar ei tryggleikstilråding der Grenland Rail AS blir beden om å gjere ei risikovurdering av gangeegenskapane til materiellet i ulik fart. Føremålet med dette vil vere å klarleggje og finne ut om materiellet har framføringsmessige eigenskapar som ein bør ta omsyn til for å unngå fleire avsporingar.

ENGLISH SUMMARY

On Tuesday 23 June 2020, one axle of a locomotive of the V4 type derailed at Hjellum between Hamar and Løten on the Rørosbanen line. This was the second time in two years that a locomotive of this type derailed during train operation.

The derailment occurred due to a track fault consisting of both height misalignment and warping, in combination with the locomotive's running characteristics when travelling at maximum speed. This resulted in one of the axles being lifted off the rail.

Bane NOR SF had identified the height misalignment before the derailment, but the misalignment was not sufficiently severe to require immediate action. This means that track faults of this type exist in the rail network, and that all types of rolling stock are expected to be able to tackle them. When the same track fault reappears in the same place year after year, that is an indication that the way it is repaired does not provide a lasting solution to the problem.

The investigation into the derailment at Bryn in 2019 pointed to the stiff and nodding running of this type of rolling stock as highly unfavourable. The present investigation also emphasised this as a factor, and when operating at maximum speed, this could be exacerbated when the locomotive encounters height misalignment and warping of the track.

The NSIA submits one safety recommendation in which Grenland Rail AS is requested to conduct a risk assessment of the running characteristics of the rolling stock at different speeds. The purpose of such a risk assessment will be to clarify and determine whether the rolling stock has operating characteristics that should be taken into account in order to avoid future derailments.

1. FAKTAOPPLYSNINGAR

1.1 Melding om ulukka

Den 23. juni 2020 kl. 2103 fekk Statens havarikommisjon (SHK) varsel frå Bane NOR SF om ei avsporing mellom Løten og Hamar på Rørosbanen. Same dagen reiste to havariinspektørar til staden for å gjere undersøkingar. Dei involverte partane blei informerte om at SHK hadde sett i gang ei undersøking den 25. juni 2020, og European Union Agency for Railways (ERA) blei informert 1. september 2020.

1.2 Undersøkinga og organiseringa

Statens havarikommisjon er undersøkingsstyresmakta for jernbaneulukker og jernbanehendingar. Etter jernbaneundersøkningslova § 3 skal undersøkingsstyresmakta klarleggje hendingsforløpet og årsaksfaktorar, greie ut omstende som kan vere viktige for å førebygge jernbaneulukker og levere ein undersøkingsrapport.

Havarikommisjonen skal ikkje ta stilling til sivilrettsleg eller strafferettsleg skuld og ansvar. Undersøkinga skal vere uavhengige av andre etterforskingar eller undersøkingar som heilt eller delvis har eit slikt føremål.

Avgjerda om å gjere ei tryggleiksundersøking blei teken fordi ulukka var såpass alvorleg. Organiseringa og mandatet for undersøkinga blei fastsette i oppstartmøtet. Undersøkinga blei gjennomført som eit prosjektarbeid under leiing av undersøkingsleiaren. Undersøkingseigaren er avdelingsdirektøren for baneavdelinga i Statens havarikommisjon.

1.3 Hendingsdata

Tabell 1: Om hendinga

Avsporing	
Tidspunkt:	23.06.2020 kl. 2040
Stad:	Ved Hjellum mellom Hamar og Løten på Rørosbanen
Tognummer:	59050
Togtype:	Diesellokomotiv
Involvert materiell:	V4
Registrering:	98 76 0204 145
Togdata:	10 300 mm og 52 tonn
Eigar:	Grenland Rail AS
Brukar:	Grenland Rail AS
Eining med ansvar for vedlikehald:	Grenland Rail AS
Mannskap:	Føraren

1.4 Hendingsforløp

Tysdag 23. juni 2020 spora eit lokomotiv av med éin aksel ved Hjellum mellom Hamar og Løten på Rørosbanen. Lokomotivet gjekk som lauslok, og var på veg frå Elverum til Sundland i Drammen. Føraren var aleine om bord. Figur 1 og figur 2 viser bilete av og kart over strekninga med avsporingstaden markert.



Figur 1: Det avspora lokomotivet og solsllyng. Foto: SHK



Figur 2: Kart over området. Pila markerer staden der lokomotivet spora av. Kart: Bane NOR SF

Lokomotivet spora av med første akslingen mot høgre då det passerte ei kort stålbru og ein usikra planovergang ved km 132,662. Sidan minneeinginga i ferdsskrivaren var defekt, har det ikkje blitt slege fast kor fort toget køyrde, men føraren har opplyst ca. 70–72 km/t. Føraren sa òg at han kunne merke at naudbremsa blei aktivert undervegs i avsporinga. Det avspora lokomotivet gjekk om lag 279 meter før det stansa. Belastinga som skjeningangen blei utsett for, utløyste ein solsllyng frå avsporingsmerket fram til lokomotivet sin posisjon.

Lokomotivet er utstyrt med plog/skjeneryddar i kvar ende. Plogen framme var ikkje i kontakt med skjenene.

Då toget spora av, var føraren i samtale med togekspeditøren (Txp) på Hamar stasjon for å informere Txp om kva toget skulle på stasjonen.

1.5 Personskadar

Det oppstod ingen personskadar.

Tabell 2: Personskadar

Skadar	Mannskap	Passasjerar	Andre
Omkomne	0	0	0
Alvorleg	0	0	0
Lett	0	0	0
Ingen	1	0	0

1.6 Skadar på det involverte materiellet

Det oppstod skadar på hjul og ein aksling på lokomotivet.

1.7 Skadar på infrastruktur og køyreveg

Etter avsporinga blei 520 sviller bytte ut. Sporet måtte justerast og pakkast på grunn av solsløyngen som var utløyst. Strekninga var stengd i 10 timar. Bane NOR SF har estimert kostnadene sine til rundt 2,2 millionar kroner.

1.8 Vêret

Ifølgje Meteorologisk institutt ligg dei næraste målestasjonane på Ilseng og E6 Åkersvika. Den høgste temperaturen, som var på 25,4 °C, blei målt kl. 2000 på ulukkesdagen. Målestasjonane registrerte ikkje vind eller nedbør.

2. GJENNOMFØRTE UNDERSØKINGAR

2.1 Fokus og avgrensingar

Føremålet med undersøkingane til Havarikommisjonen er å greie ut omstende som ein trur kan ha noko å seie for førebygging av transportulukker. Undersøkinga skal ikkje ta stilling til sivilrettsleg eller strafferettsleg skuld og ansvar. Havarikommisjonen avgjer sjølv omfanget av undersøkingane sine, og vurderer i samband med dette kva tryggleiksmessig verdi undersøkinga er venta å ha i høve til dei ressursane ho vil krevje.

Havarikommisjonen si undersøking har fokusert på tilstanden til sporet, vedlikehaldet av sporet, framføringa og materiellet sine gangeigenskapar.

2.2 Metode

Statens havarikommisjon har felles tryggleiksfagleg rammeverk og analyseprosess for systematiske undersøkingar innanfor dei fire transportgreinene (NSIA-metoden¹). Rammeverket skildrar korleis SHK analyserer informasjon frå ulukker på ein systematisk og etterprøvbar måte.

Hendinga er klarlagd gjennom ein STEP-analyse på grunnlag av innsamla informasjon. STEP-analysen fungerer som underlag for analysen av lokale tryggleiksproblem, medverkande faktorar, risikokontroll og meir systemiske tryggleiksproblem etter NSIA-metoden.

2.3 Involverte aktørar

2.3.1 Bane NOR SF

Bane NOR SF (heretter Bane NOR) er eit statleg føretak som har ansvaret for den nasjonale jernbaneinfrastrukturen. Bane NOR har ansvaret for å planleggje, byggje ut, forvalte, drifte og halde ved like det nasjonale jernbanenettet. Dei har òg ansvaret for trafikkstyring (inkludert togleiarsentralar) og jernbaneeigedomar. Bane NOR har om lag 3 400 tilsette, og hovudkontoret ligg i Oslo. Bane NOR er heileigd av staten og underlagt Samferdselsdepartementet.

Bane NOR har løyve til å drive infrastruktur på jernbanenettet. Som infrastrukturforvaltar har Bane NOR tryggleiksgodkjenning frå 1. januar 2017. Tryggleiksgodkjenninga er gjeven fram til 31. desember 2021. Denne tryggleiksgodkjenninga gjeld for det nasjonale jernbanenettet og tilknytt infrastruktur som Bane NOR etter avtale tek på seg å drive for private, inkludert sidespor og terminalspor.

Strekninga mellom Hamar og Løten er ein del av Rørosbanen. Rørosbanen ligg under områdedirektør Nord, som sorterer under bane i Drift og teknologidivisjonen.

2.3.2 Spordrift AS

Spordrift AS (heretter Spordrift) blei etablert i 2019 og er eit heileigd dotterselskap av Bane NOR som gjer arbeid på oppdrag frå Bane NOR. Dei er totalleverandør innan drift og vedlikehald av banerelatert infrastruktur i Noreg og leverer tenester innan

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

kontaktleidningsanlegg, spor, tryggingsvakter og rådgjeving. Selskapet har om lag 1 200 tilsette og er delt inn i 3 regionar: Aust, Sør-vest og Nord.

2.3.3 Grenland Rail AS

Grenland Rail AS (heretter Grenland Rail) har lisens for transport av gods for næringslivet og industribedrifter, i tillegg til utstyr og maskiner for Bane NOR og sporentreprenørar på heile det norske jernbanenettet. Lisensen dekkjer òg transport av farleg gods, og han varer til november 2022. Per april 2021 hadde verksemda 21 lokomotiv og om lag 70 tilsette. Hovudkontoret ligg i Skien og verkstaden i Drammen.

Føraren er tilsett i Grenland Rail.

2.4 **Personellinformasjon**

Lokføraren har vore godkjend lokfører sidan 2015. Føraren blei autorisert lokomotivfører hos Grenland Rail i mai 2016, og var tilsett som det fram til september 2019. Etter ein kort periode i eit anna selskap blei føraren på ny tilsett i Grenland Rail 1. mars 2020.

Tabell 3: Oversikt over teneste i forkant

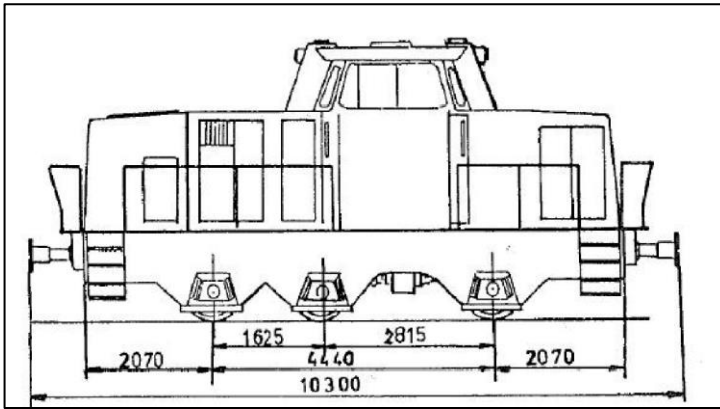
Dato	Teneste	Kommentarar
20.06.2020	0000–0800	Delt dagsverk
20.06.2020	1700–0000	Delt dagsverk
21.06.2020	0000–0100	Delt dagsverk
21.06.2020	1600–2200	Delt dagsverk
22.06.2020	1000–2000	Heimekontor – førardagar Bane NOR
23.06.2020	2000–0600	Oppsett

2.5 **Undersøkingar av materiell**

2.5.1 Om materiellet

Det avspora loket er av typen V4. V4-lokomotiva blei bygde i 1972 og 1973 av den tyske produsenten Henschel-Werke GmbH. Lokomotivet er treaksla, med drift på alle tre akslingane. Det har ei bruttvekt på 52 tonn og er 10,3 meter over bufferane (figur 3). Akselavstanden er oppgjeven til 4,44 meter mellom dei to ytste akslingane. Den kortaste akselavstanden mellom midtre og ytre aksling er 1,625 meter. Lokomotivet er utstyrt med ein hydraulisk girkasse frå Voith. Materiellet er utstyrt med skivebremser på første og siste akslingen. Midtaksling er ubremsa.

Maksfarten for framføring er sett til 70 km/t i typehandboka. Ved transport i tog er farten sett til 70 km/t ved mekanisk innkopla girkasse og 90 km/t ved mekanisk utkopla girkasse.



Figur 3: V4-lokomotiv. Illustrasjon: Grenland Rail AS

Rammekonstruksjonen til lokomotivet er av stål og kviler på akselkassene. Primær- og sekundærfjoringa består av stål- og gummifjører. Det er støytdeparar ved den fremre og bakre akslingen.

Grenland Rail har fire lokomotiv av denne typen. To av lokomotiva går fast på Brevikbanen med maks hastigheit på 60 km/t. Dei to andre lokomotiva brukast primært til skifting i Drammen og Hønefoss, samt noko trafikk til Elverum og andre mindre oppdrag på Østlandet.

2.5.2 Lokomotivet sine gangeegenskapar

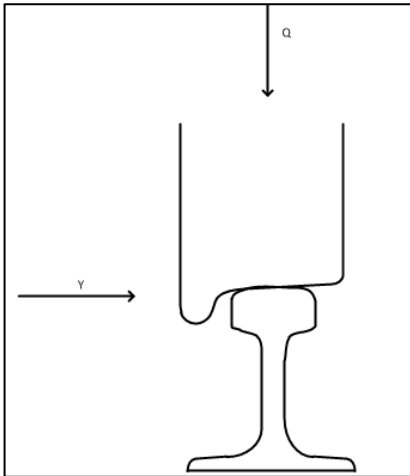
Lokomotiv av denne typen med tre akslingar fast opplagra i ei stålramme kan reknast for ein treaksla boggi. Kombinasjonen av kort akselavstand og fast opplagring gjev gangeegenskapar som kan føre til dynamisk ustabilitet i lengderetninga. For å sikre at lokomotiv har den ønskete stabiliteten og komforten krevst det mellom anna at fjørerne og demparane er halde ved like, og at aksellasta er justert slik at den midtre akslingen har mindre aksellast enn akslingane i kvar ende.

Ifølgje Grenland Rail opplever dei at denne typen fjøring og relativt kort akselavstand kan gje ein «nikkande gonge». Dette opplever dei særleg der sporet er ujamt, ved bruer og i område der det tidlegare har blitt gjort gravearbeid under sporet.

Ifølgje Grenland Rail blei støytdeparane bytte den 15. november 2019 etter 13 686 driftstimar. Det neste intervallet på 2 000 timar for kontroll og, om naudsynt, byte av demparar var endå ikkje nådd då avsporinga hende. Støytdeparane som blir monterte, er nyrenoverte og blir leverte av EuroMaint Rail AB i Sverige. Firmaet står for revisjon av demparar etter eigen spesifikaasjon. Demparane blei bytte i november 2019 på grunn av at eit lokomotiv av same typen spora av på Bryn stasjon i september 2019 ([Bane rapport 2020/08](#))

2.5.3 Tekniske undersøkingar

Mekanismen som motverkar avsporing, er at dei vertikale kreftene (Q) er større enn dei horisontale kreftene (Y). For at eit hjul skal spore av må forholdet mellom horisontal sidevegs (lateral) kraft (Y) frå hjulet mot skjena og vertikal kraft (Q) frå hjulet mot skjena ha nådd ein uheldig høg verdi. Vanlegvis oppstår laterale krefter (Y-krefter) ved køyring gjennom kurver.



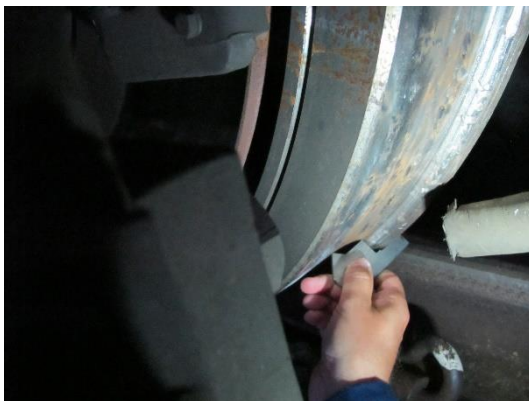
Figur 4: Illustrasjon av Q- og Y-kreftene på hjul. Illustrasjon: SHK

Forholdet kan uttrykkes slik:

$$\frac{Y}{Q} = \left(\frac{\text{sidekraft på hjul}}{\text{vertikalkraft på hjul}} \right) \leq \left(\frac{Y}{Q} \right)_{\text{lim}}$$

Hjula blei kontrollerte med tolk på staden. Kontrollen av flenshøgde og qr-mål viste ikkje noko unormalt.

Visuell kontroll av støytdeparane synte ingen teikn til lekkasjar eller skadar. Kontrollen av fjøringa synte ingen teikn til skade eller noko som såg unormalt ut.



Figur 5: Kontroll av hjul med tolk. Foto: SHK



Figur 6: Fjøring og dempar. Foto: SHK

2.6 Undersøking av operative tilhøve

Lokomotivet er utstyrt med ferdsskrivar. Grenland Rail AS prøvde å hente ut data frå ferdsskrivaren ved hjelp av fleire eksterne firma. Først prøvde Baneservice AS og Mantena AS, men dei hadde ikkje programvare som var kompatibel med ATC-eininga. Så blei eininga send til Traversteknikk AB i Sverige. Der klarte dei å finne rett programvare, men ATC-eininga hadde slutta å logge data 13. november 2019.

På grunn av dette har det ikkje vore mogleg for Havarikommisjonen å nytte loggen som viser faktisk fart og annan informasjon. Føraren har opplyst at farten var på om lag 70–72 km/t.

Lokomotivet er utstyrt med GPS for flåtestyring. GPS-eininga registrerer òg fart. Den siste farten GPS-systemet målte for lokomotivet, var 84,6 km/t.

Det let seg gjere å rekne ut gjennomsnittsfarten til eit køyretøy på grunnlag av Bane NOR sine sporfelt. Sporfeltet der lokomotivet spora av, er langt, og ei slik utrekning ville vore for usikker. Det har difor ikkje blitt rekna ut nokon gjennomsnittsfart.

Girkassa er utstyrt med ei hastigheitsvakt som tømmer hovudleidninga når farten blir for stor. Hastigheitsvakta er stilt inn på 70 km/t pluss justering for diameter på hjula. Ho er aktiv når girkassa er mekanisk tilkopla, som ved normal køyring. Ved transport i tog med mekanisk utkopla girkasse er ikkje hastigheitsvakta aktiv.

Etter avsporinga har føraren forklart at naudbremsa blei aktivert automatisk. Det kan vere fleire årsaker til at naudbremsa blir aktivert:

- For høg fart slik at ATC aktiverer naudbremsa.
- For høg fart slik at hastigheitsvakta i girkassa tømmer hovudleidninga.
- For høg fart slik at hastigheitsvakta i lokstyringssystemet grip inn.
- SIFA kan utløysast dersom det ikkje blir kvittert, og dette vil dessutan lage lyd.
- Det er mogleg at eit relé i naudstopprinsen kan falle ut ved kraftige vibrasjonar. Dette har hendt éin gong tidlegare i eit område med kraftige vaskesviller.

2.7 Undersøkingar av infrastruktur

2.7.1 Om staden

Rørosbanen går frå Hamar, gjennom Østerdalen og over Røros til Støren. Banen er enkeltspora og ikkje elektrifisert. Avsporinga hende på ei rett strekning, km 132,662 mellom Løten og Hamar. Det er fall frå Løten mot Hamar. Lokomotivet spora av etter ei stålbru og ein planovergang. Det var ein høgdefeil i sporet før brua, og om lag 17 meter etter høgdefeilen spora loket av mot høgre med første akslingen. Planovergangen og stålbrua er viste i figur 7, der pila markerer fartsretninga.



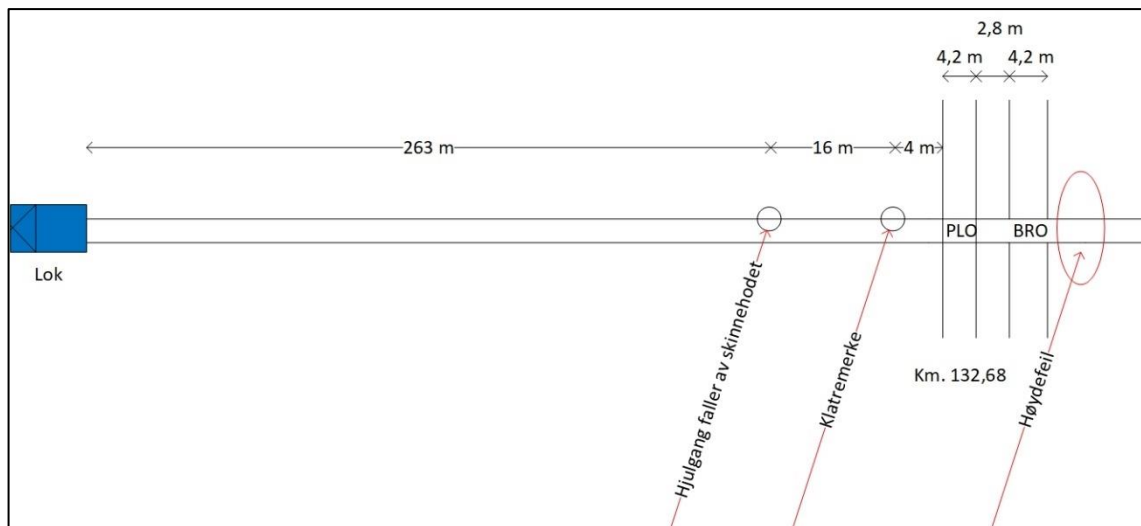
Figur 7: Flyfoto av planovergangen og jernbanebrua. Pila viser fartsretninga til lokomotivet. Kart: © Kartverket

Stålbrua har ikkje gjennomgåande ballast, men har dobbelt svilledekke. Brua fungerer som eit fastpunkt i sporet. Brua er vist i figur 8.



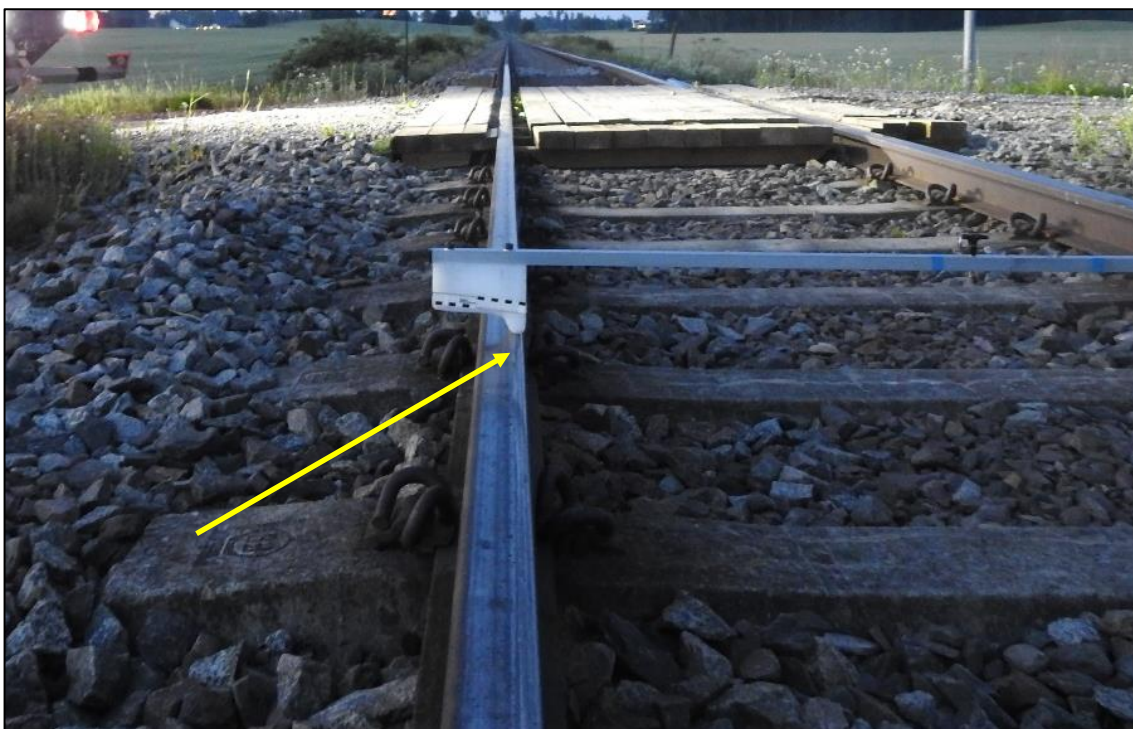
Figur 8: Stålbrua ved staden der lokomotivet spora av. Foto: SHK

2.7.2 Avsporingsmerke



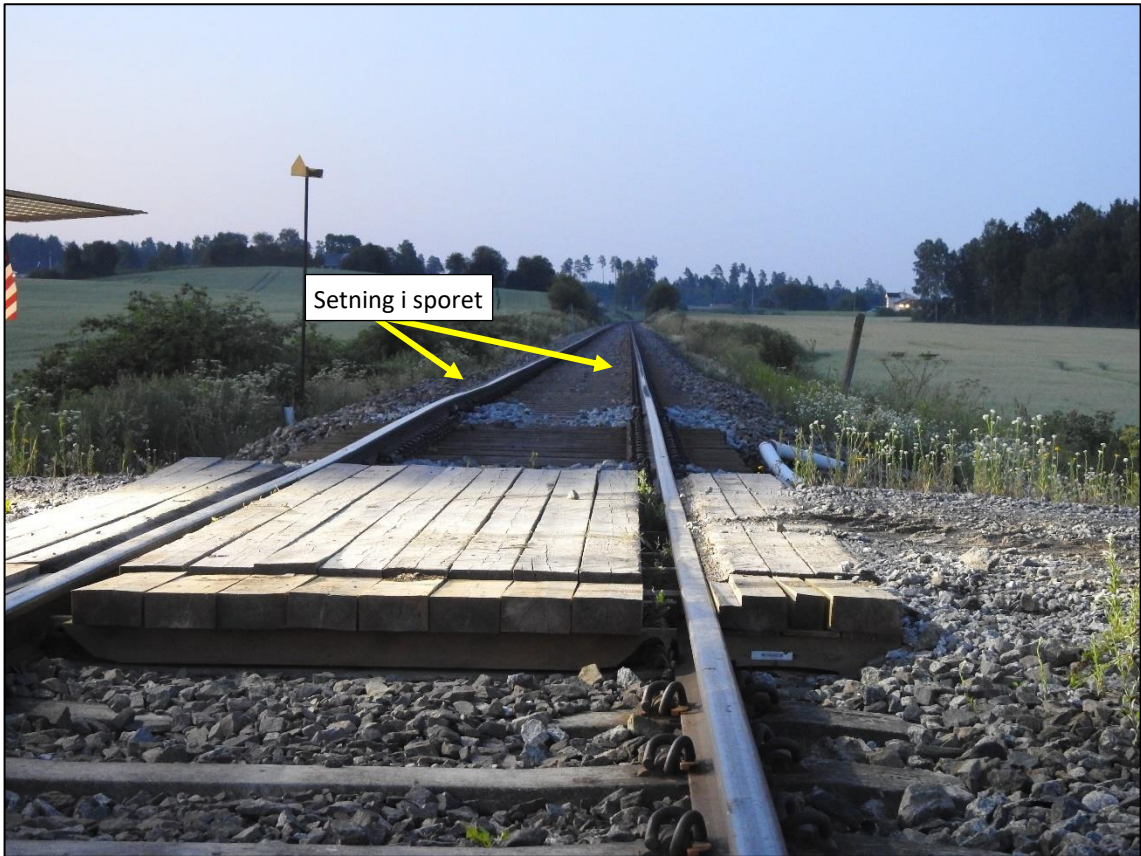
Figur 9: Skisse med avstandar. Illustrasjon: SHK

Det blei funne klatremerke på innsida av høgre skjene i fartsretninga om lag 4 meter etter planovergangen. Merke som hjulflensen sette på toppen av skjenehovudet, viser at toget køyrde 16 meter frå klatremerket til hjulet fall ned på utsida av skjenehovudet. Det var berre første akslingen som spora av.

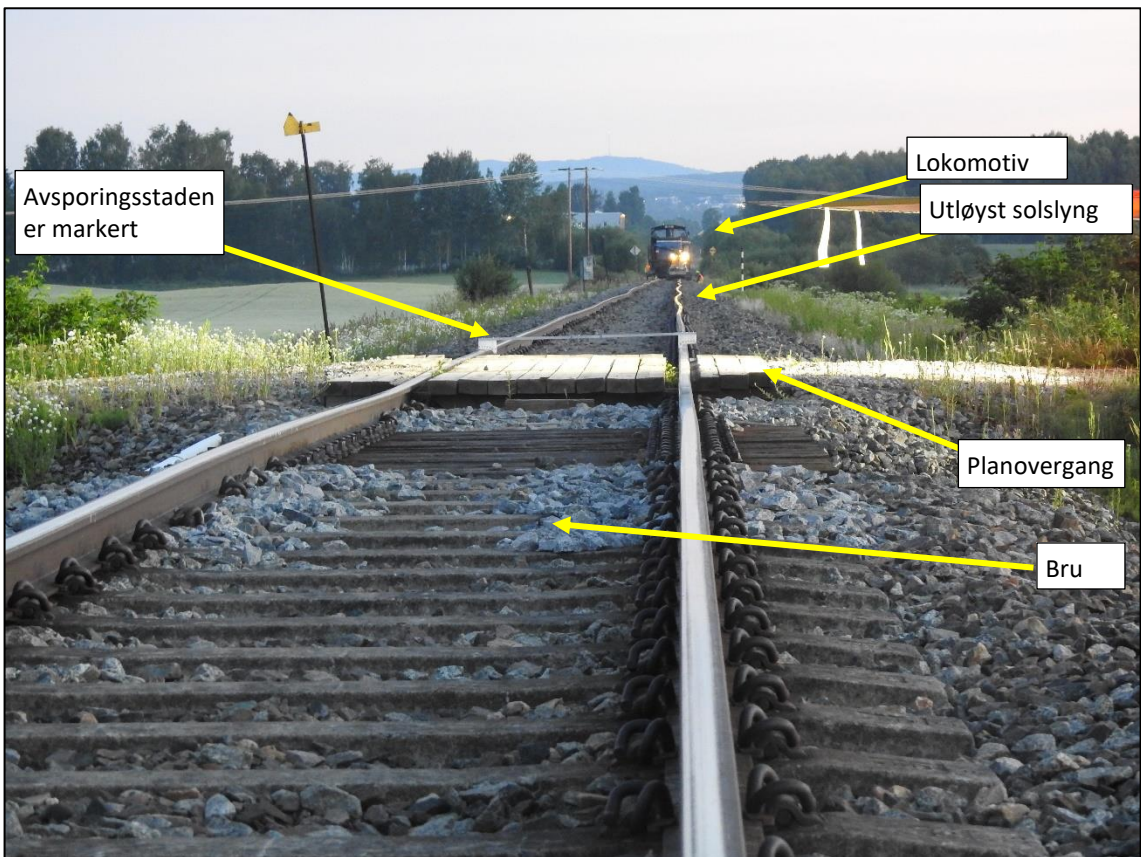


Figur 10: Avsporingsmerke. Foto: SHK

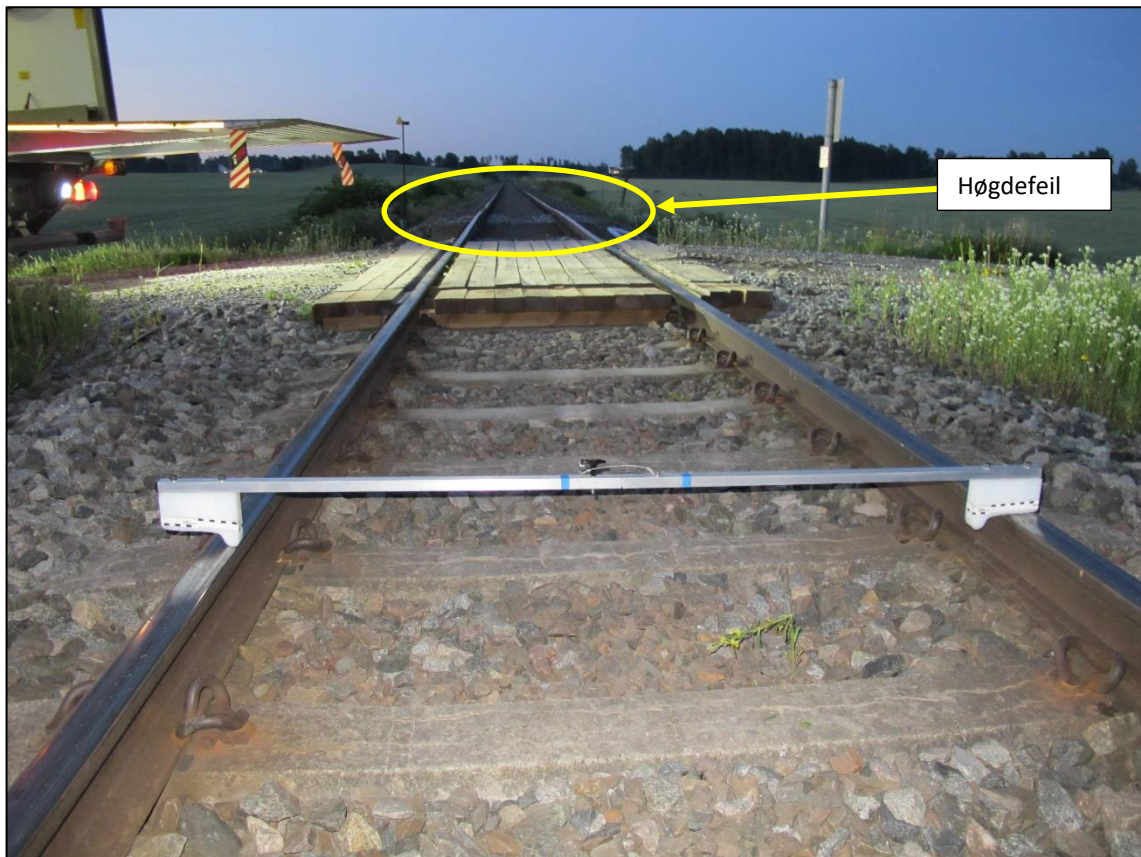
Om lag 3 meter før brua blei det observert ein svank eller setning i sporet, vist i figur 11. Havarikommisjonen fekk ikkje målt han på staden. Det blei opplyst av ein representant for Bane NOR som både var til stades på ulukkesdagen og hadde kontakt med Havarikommisjonen per telefon dagen etter, at pakkemaskina som pakka på staden, logga data. Desse data skulle hentast ut og sendast til Havarikommisjonen, men Havarikommisjonen fekk ikkje denne informasjonen før sporet var pakka. Havarikommisjonen veit difor ikkje kor stor sporfeilen var på ulukke tidspunktet.



Figur 11: Setningar i sporet før stålbrua. Biletet er teke i retning Løten. Foto: SHK



Figur 12: Avsporingstaden er markert med ein hjuldumy. Foto: SHK

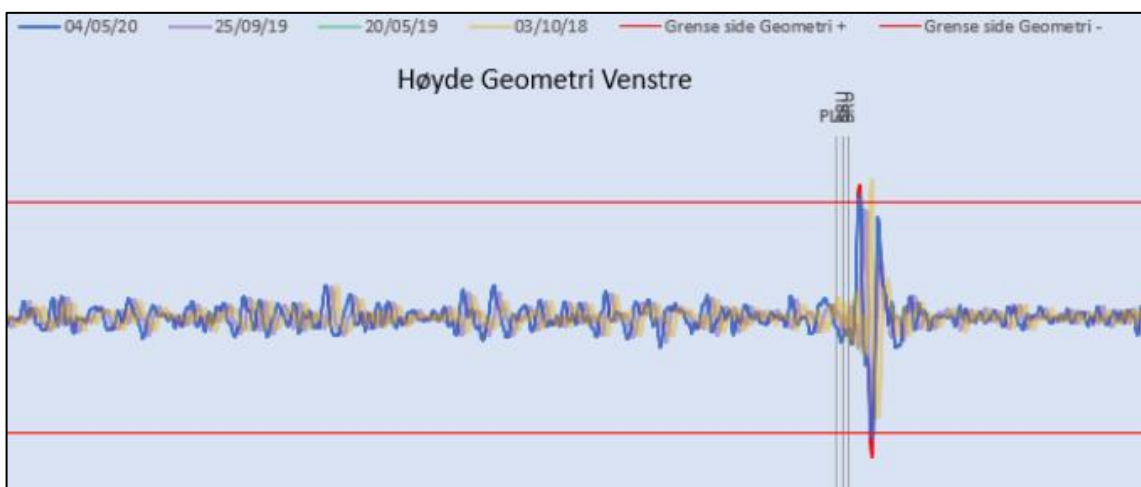


Figur 13: Hjuldummy viser avspøringsmerket. Høgdefeilen er synleg i bakgrunnen. Foto: SHK

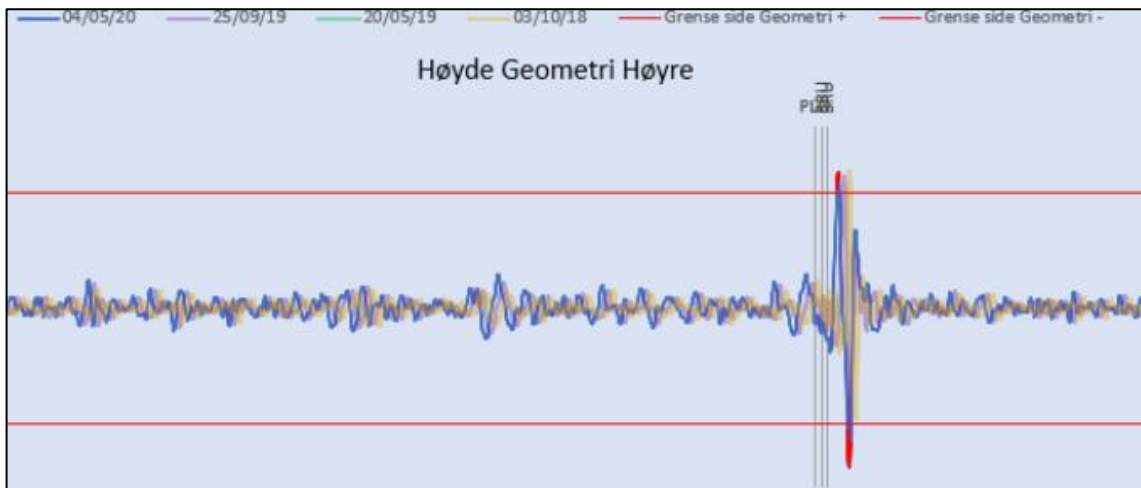
Avsporinga utløyste ein solsleng i sporet. Måling på staden viste at sporet fleire stader hadde flytta seg meir enn 30 cm mot venstre.

2.7.3 Tidlegare registrerte sporfeil på staden

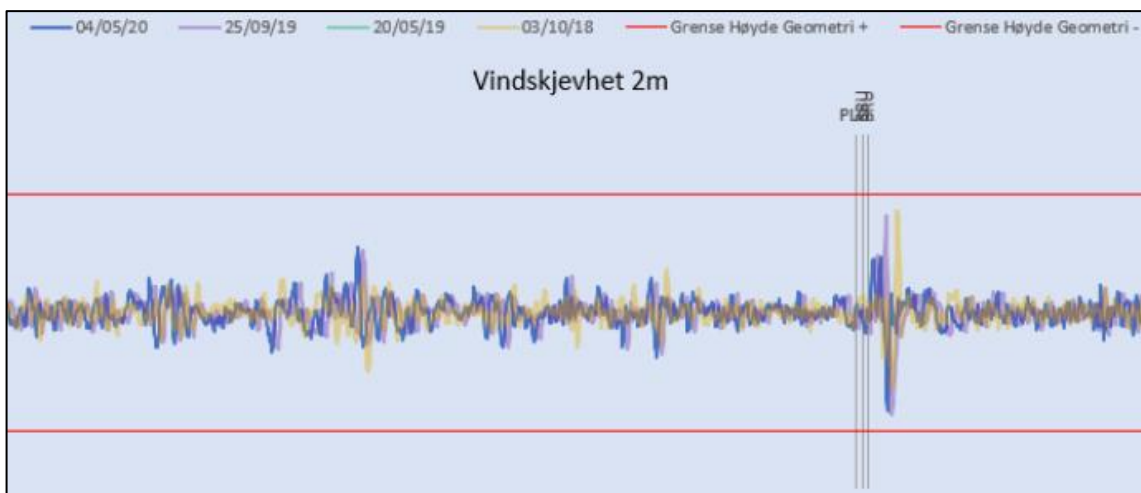
Data frå målevognskøyringa som Bane NOR gjorde den 4. mai 2020, viser at det blei registrert både ein høgdefeil og at sporet var vindskeivt før brua. Høgdefeilen blei målt til 22 mm og skeivskapen til 7–8 mm over 2 m basis. Målingar som viser høgdefeil og skeivskap frå 2018 til 2020 er viste i figur 14–figur 17. Grenseverdiane er oppgjevne i kapittel 2.11.1.



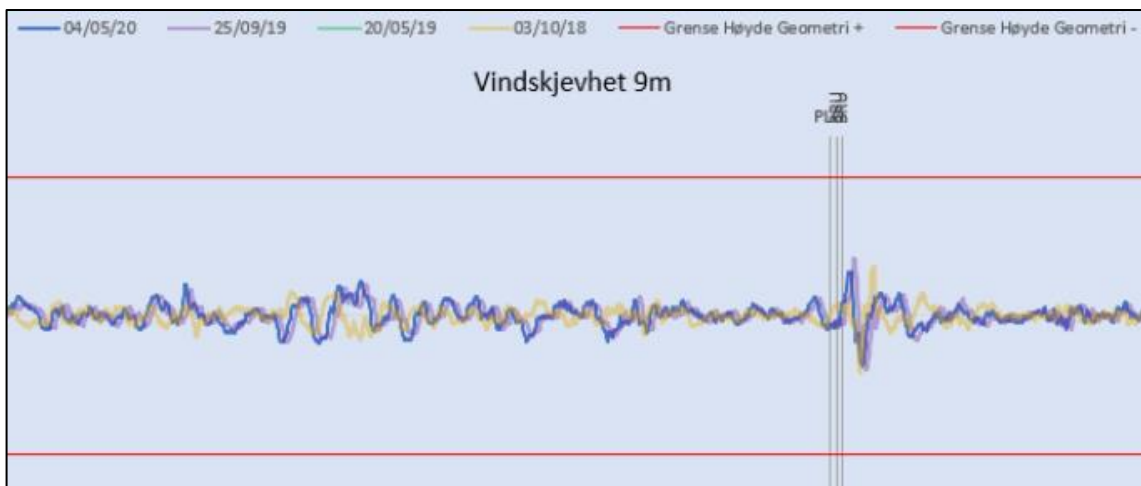
Figur 14: Høgdefeil før bru, venstre skjene. Kjelde: Bane NOR SF



Figur 15: Høgdefeil før bru, høgre skjene. Kjelde: Bane NOR SF



Figur 16: Vindskjevskap med 2 m målebasis. Kjelde: Bane NOR SF



Figur 17: Vindskjevskap med 9 m målebasis. Kjelde: Bane NOR SF

Høgdefeilen og skeivskapen på staden var òg registrerte i samband med tidlegare målevognskøyringar. Den største sporfeilen blei målt den 3. oktober 2018. Målevognskøyringa frå 25. september 2019 viste òg utslag for høgdefeil på same staden. Feilen blei målt til mellom 15 og 20 mm.

Ifølgje Spordrift er det kjent at det kan oppstå setningar som kan gje høgdefeil og gjere sporet vindskeivt ved stålbruer utan gjennomgåande ballast, slik som ved staden der lokomotivet spora av.

2.7.4 Oppfølging av høgdefeil

Bane NOR har sett ut drift og vedlikehald av infrastrukturen til Spordrift. Denne avtalen er regulert gjennom kontrakten for drift og vedlikehald av infrastrukturen, som gjeld til 30. september 2027.

Det blir gjort spormålingar med målevogn to gonger om året, vår og haust. Dersom det blir funne feil ved sporet, blir det følgt opp i vedlikehaldssystemet Maximo. I dette systemet blir sporfeil kontrollerte mot krava det tekniske regelverket stiller. Det blir òg sett fristar og tiltak for å rette opp sporfeilen. I tillegg har tilstandskontrollørar ansvar for å vurdere og følgje opp tiltaka.

Informasjon som er henta ut frå Maximo, viste at den siste gongen høgdefeilen blei utbetra før avsporinga, var 8. april 2020. Arbeidet blei gjort på grunn av setningar i begge endar av brua. Planovergangen blei utbetra dagen etter avsporinga. Havarikommisjonen har fått opplyst at høgdefeil er vanlege, og at sporet blir pakka regelmessig i området, særleg i område med korte stålbruer av denne typen.

2.8 Trafikkleiing og signalsystem

Rørosbanen er enkeltspora og ikkje elektrifisert. Strekninga er fjernstyrt frå togleiarcentralen i Oslo. Signalanlegget på Rørosbanen er av typen NSB-84.

2.9 Tryggleiksstyring

2.9.1 Oppfølging av sporfeil

Bane NOR sitt tekniske regelverk fastset i kapittel 05048 om sporjustering og stabilisering krav til oppfølging av sporfeil som er over tiltaksgrensa, men under grensa for umiddelbar utbetring.

TRV:05048

► b)

1. Ved overskridelse av **tiltaksgrensene** skal vindskevtheter utbedres og kontrolleres manuelt slik at umiddelbar grenser i Tabell 9 og Tabell 10 ikke overskrides før neste måling.
2. Ved overskridelse av **tiltaksgrensene** skal høyde- og overhøydefeil utbedres snarest, senest før neste måling.

Med snarest menes at utbedring skal gjennomføres ved første anledning ut fra praktiske og økonomiske vurderinger. Følgende forhold kan akselerere feilutvikling og/eller redusere marginer mot avsporing og skal medføre økt prioritet for rask utbedring av feil. Feilen skal da overvåkes med manuelle målinger inntil den er utbedret.

- Dårlige grunnforhold / dreneringsforhold
- Dårlig ballastkvalitet
- Andre sporgeometriske feil, slik som sporviddefeil, sidefeil og andre høydefeil i umiddelbar nærhet
- Store sår eller utvalsinger i skinnhodet

Figur 18: Bane NOR SF sitt tekniske regelverk. Utbetring av sporfeil over tiltaksgrensa. Kjelde: Bane NOR SF

2.10 Lover og forskrifter

2.10.1 Forskrift om kjøretøy på jernbanenettet (køretøyforskrifta)

Køretøyforskrifta fastset krav til materiell som skal køyre på jernbanenettet. Kapittel 3.2 Kjøretøydynamikk, 3.2.1 Avsporingssikkerhet og løpeegenskaper seier at:

Kjøretøy må ha tilfredsstillende kjøresikkerhet. Kjøretøyets løpeegenskaper må testes for å klarlegge dynamisk belastning og interaksjon på sporet.

For beregning og testing av kjøretøyets avsporingssikkerhet og løpeegenskaper skal metodene i EN 14363 eller UIC 518 følges. For arbeidsmaskiner (OTM) er tilleggskrav beskrevet i TSI LOC & PAS Vedlegg C, punkt C3. Relevante grenseverdier knyttet til sporets egenskaper angis av infrastrukturforvalter. For kjøretøy med aksellast høyere enn 25 tonn, må det gjennomføres egne risikovurderinger, beregninger og verifikasjoner.

Under dynamisk testing skal sporbeklastning og belastning på sikkerhetsrelevante kjøretøykomponenter registreres for vurdering av belastning, avsporingssfare, dimensjonering, samt validering av beregninger.

Eldre kjøretøy som ikke har vært produsert etter en anerkjent sikkerhetsstyrt prosess, skal ha en risikovurdering i henhold til den felles sikkerhetsmetoden basert på erfaring som demonstrerer sikker drift på tilsvarende krevende infrastruktur. Risikovurderingen skal identifisere eventuelle bruksbegrensninger for kjøretøyet slik at risikoen reduseres til et akseptabelt nivå. Ved mangel på erfaringsdata og tilfredsstillende risikovurdering vil kravene i tredje ledd i dette punktet gjelde tilsvarende.

For øvrig gjelder kravene i TSI LOC & PAS 4.2.3.4. tilsvarende. For godsvogner gjelder TSI WAG punkt 4.2.3.5 tilsvarende.

Aksepterte standarder skal legges til grunn, blant annet: EN 14363, EN 15686, UIC 530-2, UIC 510, UIC 432, UIC 518, og UIC 645.

2.11 Internt regelverk og prosedyrar

2.11.1 Teknisk regelverk

Høgdefeil

«Overbygning/Vedlikehold kapittel 13 Sporjustering og stabilisering/3.2 Vertikalgeometri²» i det teknisk regelverket fastset krav som gjeld for ujamn høgde. Ujamnskapar i høgda er definert som «utslagene fra middellinjen gjennom vertikalmålte pilhøyder».

² https://trv.banenor.no/wiki/Overbygning/Vedlikehold/Sporjustering_og_stabilisering#Vertikalgeometri

3.2.2 Toleranser

► a) Tabell 7 [☞](#), Tabell 8 [☞](#), Tabell 9 [☞](#) og Tabell 10 [☞](#) viser hvilke grenseverdier som gjelder for de forskjellige kvalitetsklasser.

Tabell 7: Tillatte ujevnheter i høyde

Kvalitetsklasse	Hastighet (km/h)	Ujevnheter i høyden av hver skinnestreng (+/- mm)			
		Njustert spor	Vedlikeholdsgrense	Tiltaksgrense	Umiddelbar grense
K0	145 -	2	6	9	16
K1	125 - 140	2	6	10	23
K2	105 - 120	2	7	12	26
K3	75 - 100	4	10	16	26
K4	45 - 70	5	13	21	28
K5	- 40	6	17	27	28

- Ujevnheter i høyde i hht. toleransene i Tabell 7 [☞](#) kan kun måles med målevogn, der feilene forekommer hyppigst i det kortbølgede området (bølgespekter: 3 - 25 m).
- Nivellement av hver skinnestreng kan imidlertid gi verdifull informasjon om høydebeliggenheten til sporet og dermed vertikale ujevnheter for øvrig.

Figur 19: Bane NOR SF sitt tekniske regelverk. Tillatte ujamnskapar i høgde. Kjelde: Bane NOR SF

2.12 Liknande hendingar

2.12.1 Avsporing i Ludvika 12. oktober 2017

Den 12. oktober 2017 spora eit godstog med fleire vogner og eit lokomotiv i transport av ved Ludvika i Sverige. Uluksa er granska og skildra i ein rapport som er utgjeven av den svenske havarikommisjonen³. Det avspora lokomotivet var av typen V5. Denne typen har ein konstruksjon som liknar på V4-lokomotivet, med tre akslingar opplagra i stiv ramme og kort akselavstand. Rapporten vurderer mellom anna stabiliteten til denne lokomotivtypen.

I rapporten peikar den svenske havarikommisjonen mellom anna på at lokomotiv av denne typen er sårbare med tanke på justering av demping og fjøring. Med for dårleg justering kan lokomotivet bli statisk ubestemt, det vil seie at det ikkje er mogleg å avgjere korleis tyngda til lokomotivet fordelar seg på akslingane. Dei tre akslane gjer det òg mogleg for lokomotivet å rotere rundt midtakslingen.

2.12.2 Avsporing Bryn stasjon 29. september 2019

Den 29. september 2019 spora eit V4-lokomotiv av på Bryn. Dette var eit lokomotiv av tilsvarende type som lokomotivet som spora av mellom Hamar og Løten 23. juni 2020. Lokomotivet spora av i ein fart på om lag 70 km/t då det trefte ein høgdefeil på ein stad der sporet òg var vindskeivt. Det er fleire likskapar mellom avsporingane med same typen materiell og høgdefeil. På Bryn var det dessutan kurvatur og slitasje på skjenehovudet.

Intervall for skifte av demparar og fjøring blei endra etter avsporinga 29. september 2019.

Havarikommisjonen undersøkte avsporinga⁴ og fremja ei tryggleikstilråding (JB nr. 2020/09T):

Onsdag 25. september 2019 sporet et lokomotiv transportert i tog av ved Bryn stasjon på Hovedbanen. Toget sporet av i en kurve på grunn av en sporfeil som

³ https://www.havkom.se/assets/reports/RJ2019_02-Slutrapport-Ludvika.pdf

⁴ <https://havarikommisjonen.no/Bane/Avgitte-rapporter/2020-08>

hadde fått utvikle seg over tid. Sporfeilen bestod av både høydefeil og vindskjevhet, som Bane NOR SF ikke hadde vurdert som kritiske hver for seg.

Statens havarikommisjon tilrår Statens jernbanetilsyn å be Bane NOR SF sikre at vedlikeholdsregimet ivaretar flere sammenfallende sporfeil.

Denne tryggleikstilrådinga er framleis under sakshandsaming.

3. ANALYSE

3.1 Innleing

Dette kapittelet tek sikte på å gje ei framstilling av hendinga slik Havarikommisjonen har vurdert den, og peike på område der ein kan oppnå ein tryggleiksgevinst ved å gjere forbetringar.

3.2 Hendingsforløp

Tysdag 23. juni 2020 spora eit lokomotiv av typen V4 av med ein aksel ved Hjellum mellom Hamar og Løten på Rørosbanen. Lokomotivet gjekk som lauslok (utan vogner), og var på veg frå Elverum til Sundland i Drammen. Føraren var aleine om bord.

Ved km 132,662 er det ein undergang med stålbru over ved sidan av ein usikra planovergang. Lokomotivet spora av med éin aksling om lag 20 meter etter planovergangen og fortsette 263 meter før det stansa. Belastinga frå avsporinga utløyste solslyng bak lokomotivet.

Stålbrua er omtrent 4 meter lang, har dobbelt svilledekke og ingen gjennomgåande ballast. Sidan brua ikkje har gjennomgåande ballast, fungerer den som eit fastpunkt i sporet. I samband med undersøkingane på avsporingstaden kunne ein sjå ein tydeleg svank mellom brua og planovergangen. I området ved brua har Bane NOR registrert høgdefeil og vindskeivt spor ved fleire kontrollar i løpet av dei siste åra. Ein grundigare diskusjon av sporfeila og vedlikehald av infrastrukturen kjem i kapittel 3.3.

Linjehastigheita på staden er 100 km/t, og plusskastigheita er 120 km/t. Føraren har opplyst at farten var mellom 70 og 72 km/t, men Havarikommisjonen har ikkje data som kan verifisere dette. Fart er ein faktor som påverkar kor stor evne materiellet har til å handtere sporfeil. Det avspora lokomotivet er eit treaksla lokomotiv med relativt kort akselavstand som kan gje uheldige gangeigenskapar, og det er sårbart for sporfeil. Denne typen materiell vil vere stivare enn til dømes materiell med boggiar. Dette vil ha noko å seie både for korleis dei går i kurver, og i kva grad materiellet tolererer at sporet er ujamt. Dette vurderast grundigare i kapittel 3.4.

3.3 Fleire sporfeil på staden

Det var ein tydeleg synleg svank i sporet rett før avsporingmerka. Bane NOR si målevogn hadde målt ein høgdefeil i sporet på 22 mm 42 dagar før avsporinga, den 9. mai 2020. Dette er under «umiddelbar grense» i Bane NOR sitt tekniske regelverk, men over «tiltaksgrensa». Etter det tekniske regelverket skal høgdefeil på denne storleiken utbetrast seinast før neste målevognskøyning, som blir gjort kvar vår og haust. Sporfeil ein finn, blir registrerte i vedlikehaldssystemet Maximo og handterte m.a. etter kor alvorlege dei er.

Målevognskøyning hadde allereie identifisert høgdefeilen på staden fleire gonger tidlegare. Desse registreringane var blitt følgde opp med pakking i området, men problemet kom attende. Den siste pakkinga blei gjort i april 2020, og den siste målinga med målevogn var i mai 2020. Spormålinga frå mai 2020 viste at sporet framleis hadde høgdefeil og var vindskeivt ein månad etter pakkinga.

Målevognskøyeringa same staden den 9. mai 2020 viste at sporet var vindskeivt mellom 6 og 8 mm på 2 meters målebasis. Etter Bane NOR sine krav var feilen under tiltaksgrensa og kravde ikkje eiga oppfølging.

Sporfeila blei ikkje nøyaktig oppmålte etter avsporinga. Der var tilfeldigvis ei pakkemaskin tilgjengeleg i nærleiken som kunne utbetre sporet. Havarikommisjonen fekk vite at pakkemaskina som skulle utføre jobben same natta, registrerer og sikrar data for spormål. Då Havarikommisjonen tok kontakt med Spordrift i ettertid, blei det derimot klart at denne pakkemaskina ikkje registrerer slike måledata.

Havarikommisjonen meiner likevel at sporfeilen var den viktigaste faktoren som medverka til avsporinga og var avgjerande for at lokomotivet kunne spore av. Sporfeilen hadde blitt registrert fleire gonger tidlegare og var såpass stor at han nærma seg den umiddelbare grensa.

3.4 Lokomotivtypen har uheldige gangeigenskapar

V4-lokomotiv er eit treaksla lokomotiv med relativt kort akselavstand, der akslingane er opplagra i ei stiv ramme. Dette materiellet har difor andre gangeigenskapar enn til dømes persontog med boggiar. I trafikk vil materiellet gå og «nikke» i større grad enn andre typar materiell som har meir optimal fjøring, innfesting av akslingar og akselavstand. Dette påverkar kor sterk den vertikale krafta blir, og såleis lokomotivet sin toleranse for sporfeil. Undersøkinga etter avsporinga med same lokomotivtypen på Bryn i 2019 drog òg fram dette. Den svenske havarikommisjonen peikte òg på gangeigenskapane til liknande materiell etter ei avsporing i 2017⁵. Då blei det mellom anna konkludert med at denne typen materiell har utfordringar med gangeigenskapane på grunn av m.a. aksellengd og opplagring av akslingar, og at materiellet kan bli statisk ubestemt ved passering av til dømes høgdefeil.

Havarikommisjonen meiner at lokomotivet trefte høgdefeilen på ein slik måte at den fremre akslingen fekk ei avlastning, medan den midtre akslingen fekk høgare trykk mot skjenegangen. Dette kan gje ustabilitet i lengderetninga slik at det eine hjulet på ein aksling klatra opp og over høgare skjene og spora av. Mekanismen som motverkar avsporing, er at dei vertikale kreftene (Q) er større enn dei horisontale kreftene (Y). For at eit hjul skal spore av må forholdet mellom horisontal sidevegs (lateral) kraft (Y) frå hjulet mot skjena og vertikal kraft (Q) frå hjulet mot skjena ha nådd ein uheldig høg verdi. Vanlegvis oppstår laterale krefter (Y-krefter) ved køyring gjennom kurver. Laterale krefter i kombinasjon med sporfeil som falsk overhøgde og setningar kan skape tilhøve som kan føre til avsporing. Andre faktorar som kan auke Y-kreftene, er akselavstand og vinkelen mellom hjul og skjene.

Lokomotivet er primært konstruert for skifteoperasjonar, og samanlikna med ordinære lokomotiv er det ikkje optimalt for «normal» framføring. Samstundes er det godkjent for transport i tog på linja med ei fartsgrense på 90 km/t med utkopla girkasse. Aukande fart vil påverke gangeigenskapane og evna til å tolerere denne typen sporfeil.

Det er ikkje kjent nøyaktig kor fort lokomotivet køyrde då det spora av. Lokomotivet loggar fart og andre parameter i ATC-systemet, men eininga var skadd slik at det ikkje let seg gjere å hente ut data etter avsporinga. Fleire eksterne partar gjorde forsøk på å hente ut data frå eininga i ferdsskrivaren etter avsporinga, men ho var defekt. Det var difor ikkje mogleg å skaffe data om fart og andre parameter, så som trykket i hovudleidninga.

⁵ https://www.havkom.se/assets/reports/RJ2019_02-Slutrapport-Ludvika.pdf

Havarikommisjonen meiner at det er uheldig at det ikkje let seg gjere å skaffe fram slike data, sidan det då kan vere at viktig informasjon manglar. Ferdsskrivaren kunne ha gjeve pålitelege data som kunne ha stadfest kor fort lokomotivet køyrde då det spora av. Havarikommisjonen ventar at Grenland Rail AS kontrollerer materiellet sitt for tilsvarande defekte minneiningar.

Undervegs i undersøkinga har ein funne at farten som føraren oppgav, ikkje stemmer med farten som flåtestyringssystemet til Grenland Rail registrerte. Føraren har opplyst at farten låg mellom 70 og 72 km/t, medan GPS-systemet har vist opp mot 84,6 km/t. Havarikommisjonen har valt å ikkje leggje vekt på farten frå GPS-systemet, sidan det er meint for flåtestyring. Systemet kan innehalde feilkjelder eller vere unøyaktig på ein måte som påverkar fartsutrekninga. Innstillingane for hastigheitsvakta på girkassa i lokomotivet støtter opplysningane som føraren gav. Dersom farten kjem over 70 km/t, vil hovudleidninga automatisk tøm mast for luft og bremsene setjast på. Dessutan måtte ATC-panelet ha vore stilt inn feil for at det skulle vere mogleg å kome opp i ein fart på 84,6 km/t. Strekninga har lange sporfelt, og det ville gjeve eit svært unøyaktig resultat om ein nytta dei som grunnlag for ei gjennomsnittsutrekning av fart.

På grunnlag av denne og tidlegare undersøkingar vurderer Havarikommisjonen gangeigenskapane til materiellet som uheldige. Med den stive ramma og korte akselavstanden vil ikkje lokomotivet handtere sporfeil på nokon god måte, og ein kan oppleve ein nikkande gonge. Då lokomotivet under framføring i maksimal fart møtte på både høgdefeil og vindskeivt spor, kan den avspora akselen ha blitt løfta av skjenegangen. Forholdet mellom dei vertikale og horisontale sporkreftene blei feil, og dei horisontale kreftene vann over dei vertikale. Sporfeila var ikkje store nok til å krevje umiddelbar oppfølging, og såleis ligg dei innanfor grenseverdiane for det ein må vente at materiellet kan møte på.

4. KONKLUSJON

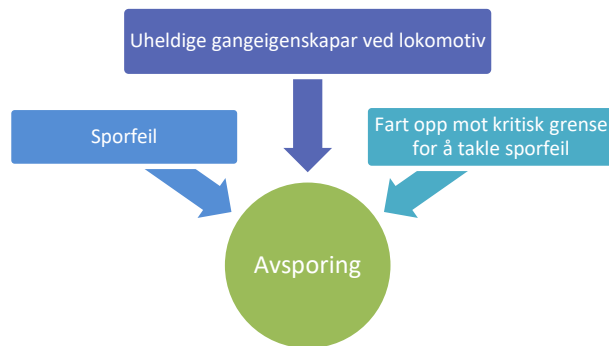
Tysdag 23. juni 2020 spora eit lokomotiv av typen V4 av med éin aksel ved Hjellum mellom Hamar og Løten på Rørosbanen. Dette var den andre avsporinga med denne lokomotivtypen på under to år medan lokomotivet har vore brukt til togframføring.

I denne ulukka er det Havarikommisjonen si vurdering at sporfeil, i kombinasjon med lokomotivet sine gangeegenskapar i maksfart, førte til at ein aksling blei løfta av skjenegongen.

Bane NOR SF hadde identifisert høgdefeilen i sporet før avsporinga, men feilen var ikkje så stor at det var naudsynt å setje inn umiddelbare tiltak. Det er såleis ein type sporfeil som finst i jernbanenettet, og som ein ventar at alle typar materiell skal vere i stand til å handtere. Når same sporfeilen viser seg på same staden år etter år, er dette eit teikn på at måten den blir reparert på, ikkje gjev noka varig løysing på problemet.

Havarikommisjonen meiner at dette er noko Bane NOR SF som infrastrukturforvaltar bør ta opp i sine langsiktige vedlikehaldsplanar. Bane NOR må òg vurdere om systema for oppfølging av registrerte sporfeil fangar opp lokale utfordringar, til dømes fastpunkt av typen som finst på ulukkestaden, når ein avgjer når ein feil skal utbetrast.

I undersøkinga etter avsporinga ved Bryn i 2019 peikte ein på den stive og nikkande gangen til denne materielltypen som svært uheldig. Denne undersøkinga dreg òg fram dette som ein faktor, og ved framføring i maksimal fart vil dette bli verre når ein treff på høgdefeil og eit vindskeivt punkt i sporet. Havarikommisjonen meiner at Grenland Rail AS bør gjere ei risikovurdering av gangeegenskapane til materiellet i ulik fart. Føremålet med dette vil vere å klarleggje og finne ut om materiellet har framføringsmessige eigenskapar som ein bør ta omsyn til for å unngå fleire avsporingar.



Figur 20: Faktorar som medverka til avsporinga. Illustrasjon: SHK

5. TILTAK SOM ER GJENNOMFØRTE OG PLANLAGDE ETTER ULUKKA

Grenland Rail har etter ulukka gjort nokon tiltak. Hastigheita til lokomotiva har blitt sett til maks. 60 km/t og det er lagt til, og endra, kontrollintervallar for støytemparar. Havarikommisjonen kjenner ikkje til effekten av desse tiltaka sidan det har gått kort tid etter ulukka.

6. TRYGGLEIKSTILRÅDINGAR

Statens havarikommisjon fremjar denne tryggleikstilrådinga⁶:

Tryggleikstilråding Bane nr. 2021/15T

Tysdag 23. juni 2020 spora eit lauslok av typen V4 av mellom Løten og Hamar. Ulukka hende då lokomotivet passerte eit vindskeivt punkt med høgdefeil. Dette er den andre avsporinga på to år som involverer denne lokomotivtypen og liknande sporfeil. Køyretøyet sin konstruksjon gjev gangeegenskapar som er sårbare for denne typen feil.

Statens havarikommisjon tilrår Statens jernbanetilsyn å be Grenland Rail AS om å risikovurdere bruken av V4-lokomotiv med omsyn til toleranse for høgdefeil og vindskeivt spor.

Statens havarikommisjon

Lillestrøm, 14. juni 2021

⁶ Undersøkningsrapporten blir send til Samferdselsdepartementet, som treff dei tiltaka som er naudsynte for å sikre at det blir teke høveleg omsyn til tryggleikstilrådingane, jf. forskrift 31. mars 2006 nr. 378 om offentlige undersøkelser av jernbaneulykker og alvorlige jernbanehendelser m.m. (jernbaneundersøkningsforskrifta) § 16.

VEDLEGG

Vedlegg A – Safety Recommendations

VEDLEGG A – SAFETY RECOMMENDATIONS

The Norwegian Safety Investigation Authority issues the following safety recommendation⁷

Safety recommendation Rail no 2021/15T

On Tuesday 23 June 2020, an uncoupled locomotive of the V4 type derailed between Hamar and Løten. The accident occurred when the locomotive passed a track fault consisting of both height misalignment and warping. This was the second derailment in two years involving this type of locomotive and similar track faults. The design of the locomotive results in running characteristics that make it vulnerable to this type of fault.

The Norwegian Safety Investigation Authority recommends that the Norwegian Railway Authority request Grenland Rail AS to conduct a risk assessment of the use of the V4 locomotive as regards its tolerance for height misalignments and warping.

⁷ The investigation report is submitted to the Ministry of Transport, which takes necessary action to ensure that due consideration is given to the safety recommendations, cf. the Regulation of 31 March 2006 No 378 relating to official investigations into railway accidents and serious railway incidents etc. (the Railway Investigation Regulation) Section 16.