

Slutrapport RJ 2022:02

**Urspårning med tåg på sträckan
Kummelby–Häggvik, Stockholms
län, den 11 februari 2021**

Diariernr J-05/21

2022-06-02

SHK utreder olyckor och tillbud från säkerhetssynpunkt. Syftet med utredningarna är att liknande händelser ska undvikas i framtiden. SHK:s utredningar syftar däremot inte till att fördela skuld eller ansvar, vare sig straffrättsligt, civilrättsligt eller förvaltningsrättsligt.

Rapporten finns även på SHK:s webbplats: www.havkom.se

ISSN 1400-5743

Illustrationer i SHK:s rapporter skyddas av upphovsrätt. I den mån inte annat anges är SHK upphovsrättsinnehavare.

Med undantag för SHK:s logotyp, samt figurer, bilder eller kartor till vilka någon annan än SHK äger upphovsrätten, tillhandahålls rapporten under licensen Creative Commons Erkännande 2.5 Sverige. Det innebär att den får kopieras, spridas och bearbetas under förutsättning att det anges att SHK är upphovsrättsinnehavare. Det kan t.ex. ske genom att vid användning av materialet ange ”Källa: Statens haverikommission”.



I den mån det i anslutning till figurer, bilder, kartor eller annat material i rapporten anges att någon annan är upphovsrättsinnehavare, krävs dennes tillstånd för återanvändning av materialet.

Omslagets bild tre – Foto: Anders Sjödén/Försvarmakten.

Innehåll

1.	SAMMANFATTNING.....	4
2.	UTREDNINGEN OCH DESS SAMMANHANG	5
3.	BESKRIVNING AV HÄNDELSEN	7
a)	Händelsen och bakgrundsinformation	7
	<i>Händelseförloppet</i>	8
	<i>Räddningsinsats</i>	11
b)	Faktabeskrivning av händelserna	11
	<i>Olycksplatsundersökning</i>	11
	<i>Infrastruktur</i>	14
	<i>Tåget och dess sammansättning</i>	15
	<i>Registreringar och iakttagelser på sträckan</i>	16
	<i>Undersökning av järnvägsfordon</i>	20
	<i>Undersökning av räldelar från rälsbrott</i>	20
	<i>Mätningar och kontroller av spåranläggningen</i>	28
	<i>Förebyggande bearbetning av räl</i>	41
4.	ANALYS AV HÄNDELSEN.....	42
	<i>Varför spårade tåget ur?</i>	42
	<i>Varför upptäcktes inte sprickbildningen?</i>	44
	<i>Tidigare händelser av liknande art</i>	51
5.	SLUTSATSER.....	51
6.	SÄKERHETSREKOMMENDATIONER.....	53

1. SAMMANFATTNING

Den 11 februari 2021 spårade ett godståg lastat med personbilar ur mellan driftplatserna Kummelby och Häggvik i Stockholms län. Tåget som bestod av ett lok och 19 vagnar spårade ur med fyra vagnar i den bakre delen av tåget. De urspårade vagnarna gick vid sidan av spåret i 2,6 kilometer innan tåget stannade utmed plattformen vid Häggviks pendeltågstation. Inga personskador uppstod. Det uppstod däremot omfattande skador på järnvägsfordonen och järnvägsinfrastrukturen på platsen.

Urspårningen orsakades av en rälutmattning som efter en lång belastningsperiod propagerat till en vertikal spricka och utlöste ett rälsbrott. Sprickbildningen hade inte identifierats eller omhändertagits inom infrastrukturförvaltarens system för förebyggande underhåll.

Säkerhetsrekommendationer

Trafikverket rekommenderas att:

- Fortsätta sitt utvecklingsarbete för att i ett tidigare skede kunna identifiera sprickbildning i räil. (Se avsnitt 4) (RJ 2022:02 R1)
- Från ett helhetsperspektiv se över hur nuvarande system för att förebygga att ytutmattning leder till rälsbrott kan förbättras. Översynen bör innefatta utvärdering av tillämpade intervall för oförstörande provning, uppföljning av hur defekter lokaliseras, rapporteras, och märks ut i praktiken samt analys av vilka konsekvenser avvikande från beslutade intervall för förebyggande bearbetning kan medföra. (Se avsnitt 4) (RJ 2022:02 R2)

Transportstyrelsen rekommenderas att:

- Inom ramen för sin tillsyn följa upp de åtgärder som Trafikverket vidtar med anledning av rekommendationerna RJ 2022:02 R1 och RJ 2022:02 R2. (Se avsnitt 4) (RJ 2022:02 R3).

2. UTREDNINGEN OCH DESS SAMMANHANG

Utredningens omfattning och avgränsningar

Statens haverikommission (SHK) är en statlig myndighet som har till uppgift att utreda olyckor och tillbud till olyckor i syfte att förbättra säkerheten. SHK:s olycksutredningar syftar till att så långt som möjligt klarlägga såväl händelseförlopp och orsak till händelsen som skador och effekter i övrigt. En utredning ska ge underlag för beslut som har som mål att förebygga att en liknande händelse inträffar i framtiden eller att begränsa effekten av en sådan händelse. Samtidigt ska utredningen ge underlag för en bedömning av de insatser som samhällets räddningstjänst har gjort i samband med händelsen och, om det finns skäl för det, för förbättringar av räddningstjänsten.

SHK:s utredningar syftar till att ge svar på tre frågor: *Vad hände? Varför hände det? Hur undviks att en liknande händelse inträffar i framtiden?*

SHK har inga tillsynsuppgifter och har heller inte någon uppgift när det gäller att fördela skuld eller ansvar eller rörande frågor om skadestånd. Det medför att ansvars- och skuldfrågorna varken undersöks eller beskrivs i samband med en utredning. Frågor om skuld, ansvar och skadestånd handläggs inom rättsväsendet eller av t.ex. försäkringsbolag.

I SHK:s uppdrag ingår inte heller att vid sidan av den del av utredningen som behandlar räddningsinsatsen undersöka hur personer förda till sjukhus blivit behandlade där. Inte heller utreds samhällets aktiviteter i form av socialt omhändertagande eller krishantering efter händelsen.

Beslutet och bakgrunden till att inleda en utredning

SHK underrättades kl. 10.22 den 11 februari 2021 om att en olycka inträffat samma dag kl. 02.16 på sträckan Kummelby–Häggvik, Stockholms län. SHK påbörjade en olycksplatsundersökning samma dag.

Den 25 februari 2021 beslutade SHK att utreda händelsen mot bakgrund av att kostnaderna för de materiella skadorna bedömdes uppgå till minst 2 miljoner euro¹.

Utredningsgruppen

SHK har företräts av Jenny Ferm, ordförande, Eva-Lotta Högberg, utredningsledare och Mikael Hillbo, operativ utredare.

¹ Kriterium i lagen (1990:712) om undersökning av olyckor för när järnvägsolyckor ska utredas.

SHK har biträttats av Element Materials Technology AB genom Gustaf Jonsson och David Hjertsén som experter på undersökning av brottytor på metalliska material.

Utredningen har följts av Transportstyrelsen genom Katarina Bjurman.

Utredningsmaterialet

SHK har undersökt olycksplatsen, infrastruktur och järnvägsfordon. Rälldelar från ett rälsbrott som identifierades mellan Helenelund och Sollentuna pendeltågstationer omhändertogs för en mer detaljerad undersökning av brottytor och defekter på rälen. Undersökningen har inkluderat hårdhetsmätning, slagseghetsprov, kemisk analys, mikrostrukturundersökning, undersökning av mekaniska egenskaper genom dragprov samt brottseghetsprov.

SHK har tagit del av registreringar från fordon, signalställverk och detektorer, samtal från och till Trafikverkets trafikcentral, filmmaterial från Trafikförvaltningens plattformskameror samt väderuppgifter från SMHI.

SHK har intervjuat:

- Föraren av tåget.
- Representanter för Trafikverket inom underhåll och teknik.
- Representanter för Sperry Rail International Limited som på uppdrag av Trafikverket utför ultraljudsmätning på sträckan.
- Representanter för Infranord Mätenheten som på uppdrag av Sperry Rail International Limited utför manuell kontroll och verifieringar av indikationer från ultraljudsmätningen.
- Tekniker från Infranord Mätenheten som utförde den senaste manuella verifieringen av indikationer från ultraljudsmätning på sträckan före händelsen.
- Representanter för Omexom som på uppdrag av Trafikverket utför säkerhetsbesiktningar på sträckan och åtgärdar rapporterade felanmärkningar från ultraljudskontroller.

Underlag från respektive intervju har arbetats in i olika avsnitt av rapporten. SHK har tagit del av dokumentation från ovan nämnda aktörer.

SHK har också erhållit information från D-Rail AB, ett företag som inom ett pilotprojekt hade mätutrustning monterad på pendeltåg som passerade den aktuella sträckan före urspårningen.

Ett haverisammanträde hölls den 28 oktober 2021. Vid haverisammanträdet presenterade SHK det faktaunderlag som förelåg vid den tidpunkten.

3. BESKRIVNING AV HÄNDELSEN

a) Händelsen och bakgrundsinformation

Typ av händelse:	Urspåring
Tidpunkt:	Den 11 februari 2021, kl. 02.15
Plats, sträcka:	Kummelby–Häggvik, spår N2, Stockholms län, 12+719 km-punkt i längdmätningen
Linjetyp:	Flerspår
Andra trafikverksamheter eller aktiviteter:	Nej
Järnvägsföretag:	Green Cargo AB
Typ av tåg, tågnr/verksamhet:	Godståg 9400
Järnvägsfordon:	Lok Rd2, 91 74 000 1092-7, och 19 godsvagnar ²
Infrastrukturförvaltare:	Trafikverket
Entreprenör och underentreprenör, ultraljudskontroll:	Sperry Rail International Limited och Infranord Mätenheten
Entreprenör, åtgärdande av rapporterade ultraljudsanmärkingar och utförande av säkerhetsbesiktningar:	Omexom
Hastighet vid händelsen:	104 km/tim ³
Tågets största tillåtna hastighet:	100 km/tim
Banans största tillåtna hastighet:	140 km/tim
Väder:	Uppehåll efter passerande front med lätt snöfall, - 11°C, svag nordlig vind.
Personskador:	Inga
Skador på järnvägsfordon:	Omfattande
Skador på järnvägsinfrastruktur:	Omfattande
Andra skador:	Smärre skador på last

² Se figur 13 för lista med vagnsbeteckningar.

³ Se avsnittet *Utläsning av fordonslogg* på s.16.

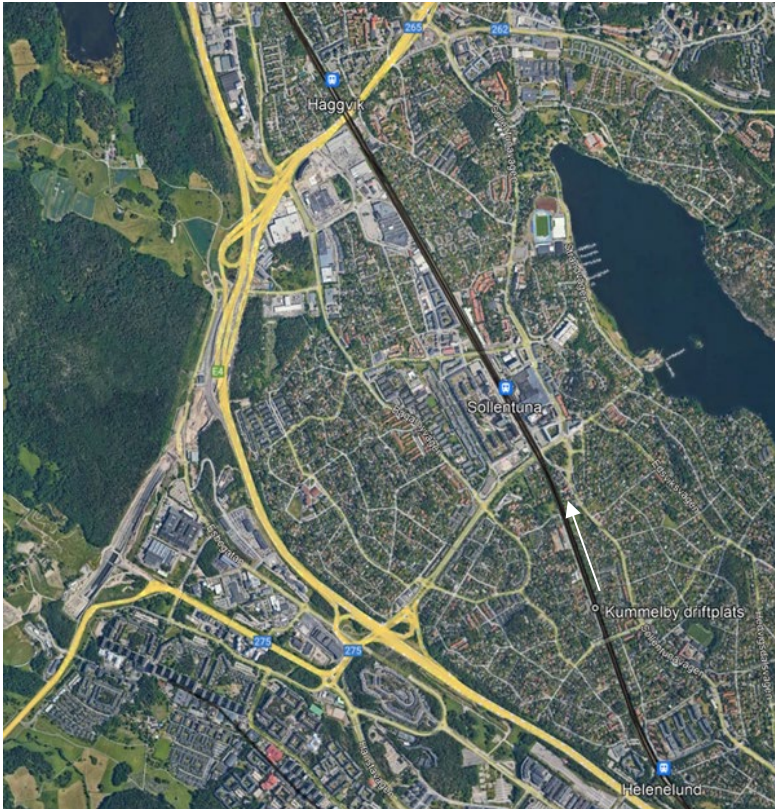
Händelseförloppet

Green Cargo AB:s tåg 9400 hade utgått från Malmö godsbangård den 10 februari 2021 med slutdestination Rosersberg. Vagnarna i tåget var parkopplade tvåaxliga vagnar; tio vagnar av typen Hccmrrs, sex vagnar av typen Laaeiprs061 och tre vagnar av typen Laaeilprs983. Tåget var 605 meter långt och vägde 967 ton.

Vid midnatt mellan den 10 och 11 februari gjordes ett förarbyte i Norrköping. Föraren som avlöstes rapporterade att allt fungerat väl till den nya föraren som gjorde sedvanliga kontroller innan tåget avgick från Norrköping. Efter avgången från Norrköping utförde föraren retardationskontroll⁴ och noterade att bromssystemet fungerade väl trots kallt vinterväder (-11°C). Föraren har varit lokförare sedan 1988 och är van att köra sträckan.

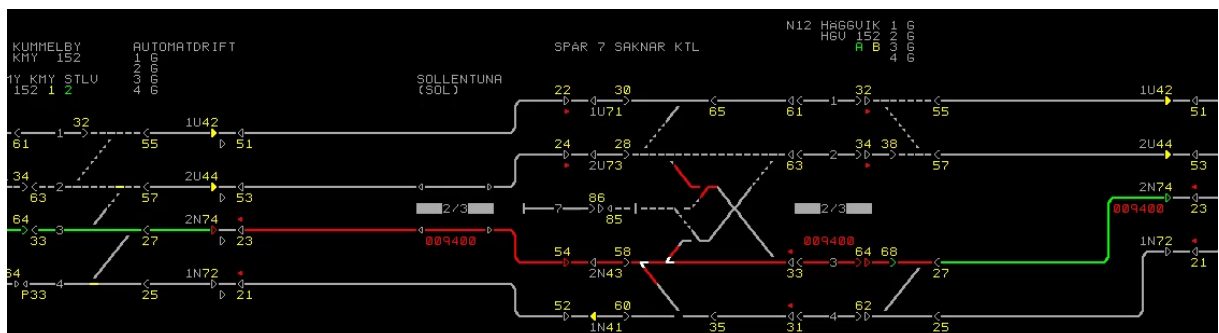
När tåget närmade sig Kummelby framfördes det på spår N2, det andra från höger av fyra spår i färdriktningen. Normalt framförs norrgående tåg på spår U1 och U2 men dessa spår var avstängda till följd av planerade underhållsarbeten och tåget framfördes därför på spår N2. Spår N2 används normalt av södergående pendeltåg och godståg medan spår N1 används till södergående fjärr- och regionaltåg. Vid behov kan tågklararen välja att framföra alla typer av tåg på valfritt spår i bägge riktningar.

⁴ En retardationskontroll innebär att föraren, när tåget är i rörelse, kontrollerar att fordonssättets verkliga bromsförmåga motsvarar den beräknade.



Figur 1. Urspårningen inträffade mellan driftplatserna Kummelby och Häggvik i Stockholms län. Pilen visar tågets färdriktning. Bild från Google Earth, Pil och noteringen Kummelby driftplats tillförd av SHK.
https://earth.google.com/web/@59.43062929,17.94464413,18.51909947a,6869.50520944d,35y,7.16089857h,6.73653929t,0.00079977r?utm_source=earth7&utm_campaign=vine&hl=sv.

När tåget ankom till Häggvik uppmärksammade fjärrtågklararen på Trafikverkets trafikledningscentral i Stockholm att det på manöverbilden såg ut som att ”flera växlar gick ur kontroll⁵ bakom tåget”. Fjärrtågklararen kontaktade föraren kl. 02.16. I samband med samtalet noterade föraren att huvudledningstrycket sjönk och tåget bromsades.



Figur 2. Fjärrtågklararens manöverbild kl. 02.16.22. Vita markeringar indikerar att växlar inte kontrollbekräftas (ur kontroll). Källa: Trafikverket.

Fjärrtågklararen spärrade av området och föraren tände blinkande frontljus, lade ut kontaktdon för att kortsluta spårledningen och gick ut för att kontrollera

⁵ Ur kontroll innebär att växlar inte sluter i rätt (bekräftande) läge.

vagnarna. Föraren fann att ett antal vagnar spårat ur längre bak i tåget och informerade trafikledningen.

Två olika delar av tåget stod med urspårade hjulaxlar: den femte och sjätte parkopplade vagnen från slutet samt de två sista parkopplade vagnarna. Den tredje och fjärde parkopplade vagnen från slutet stod kvar på spåret. Den sista vagnen stod förskjuten i sidled med bakre delen i det intilliggande spåret, N1 (se figur 3 och 4). Det förekom ingen annan samtidig tågrörelse på spår N1.



Figur 3. Tåget stannade efter urspårningen vid Häggviks pendeltågsstation med den sista vagnen förskjuten i sidled.



Figur 4. Den sista vagnen stannade förskjuten i sidled med bakre delen i det intilliggande spåret. Fotografen står med ryggen mot tågets färdriktning.

Olyckan orsakade inga personskador. Däremot uppstod stora materiella skador på infrastrukturen utmed den 2,6 kilometer långa urspårningssträckan. Omfattande skador uppstod också på de urspårade vagnarna. Smärre skador uppstod på lasten som bestod av personbilar.

Olycksplatsansvarig för Trafikverket anlände till platsen kl. 02.59 och samordnade arbetet på olycksplatsen. Vid synning av platsen upptäcktes att den sista vagnen tappat en hjulaxel. Olycksplatsansvarig begärde trafikstopp på samtliga spår förbi Sollentuna och Häggvik utifrån risken att hjulaxeln kunde befinna sig i intilliggande spår. Hjulaxeln hittades vid plattformen i Sollentuna och efter synning av spåren kunde trafikstoppet för spår U1 hävas. Skador i växlar på spår N2 förhindrade trafikering av spår U2. Under synningen identifierades också att det saknades nio meter räls på spår N2 mellan Helenelund och Sollentuna.

Räddningsinsats

Trafikverkets trafikledning kontaktade SOS Alarm kl. 02.35 och informerade om vad som hänt. Av loggen från samtalet framgår att man kom överens om att Trafikverket skulle återkomma om det fanns behov av att skicka ut räddningsresurser. Trafikverket har uppgett att något sådant behov inte identifierades.

b) Faktabeskrivning av händelserna

Olycksplatsundersökning

SHK undersökte olycksplatsen samma dag som urspårningen inträffade och efterföljande dag.

Mellan Helenelund och Sollentuna pendeltågsstationer (några hundra meter norr om Kummelby driftplats) identifierades ovan nämnda rälsbrott. Nio meter av den högra rälen i färdriktningen var sönderdelad i ett 20-tal större och mindre bitar (se figur 5). Vissa delar av rälen låg förskjutna i sidled eller flera hundra meter efter platsen.



Figur 5. Rälsbrott söder om Sollentuna pendeltågsstation (stationen ligger i höjd med höghusen i bakgrunden).

SHK identifierade tecken på föregående sprickbildning i större delen av rälhuvudet vid den första brottytan i färdriktningen (se figur 6).



Figur 6. Tecken på föregående sprickbildning i rälhuvudet vid den första brottytan i färdriktningen.

De delar av rälen som påträffades vid rälsbrottet omhändertogs av SHK för vidare analys. På vissa av delarna identifierades vit sprayfärg (se figur 7). På platsen noterades även att det på en av räldelarna och på intilliggande räl fanns angivet siffrorna 720 i gul färg (se figur 8 och 16).



Figur 7. Vit sprayfärg på en av räldelarna vid rälsbrottet.



Figur 8. Intilliggande räl märkt med 720 i gul färg. Motsvarande märkning fanns även på en av delarna från rälsbrottet (se figur 16).

Från rälsbrottet och framåt fanns tecken på att flera hjulaxlar gått ur spår, både direkt till höger om respektive räl med skador på rälsbefästningen samt minst en hjulaxel längre till höger, utanför sliperskanten. Det fanns även flera mindre brott på rälen mellan det större rälsbrottet söder om Sollentuna pendeltågsstation och Häggvik (se figur 9).



Figur 9. Mindre brott på rälen mellan det större rälsbrottet och Häggvik.

Vid Sollentuna pendeltågsstation, 600 meter efter platsen där nio meter räl saknades, återfanns den sista hjulaxeln från den sista godsvagnen liggandes kvar i spåret utmed plattformskanten (se figur 10).



Figur 10. Vid Sollentuna pendeltågsstation, 600 meter efter rälsbrottet, återfanns den sista hjulaxeln från den sista godsvagnen liggandes utmed plattformskanten.

Vagnens sista del har därefter släpats i spåret två kilometer fram till Häggvik där hela tåget stannade.

Tåget inklusive den tappade hjulaxeln synades av SHK under olycksplatsundersökningen. Syningen visade inte på några brister avseende lagerboxar, fjädring, hjul eller axlar som skulle kunna bidra till urspårning.

Infrastruktur

Sträckan mellan driftplatserna Kummelby och Häggvik är en del av Trafikverkets infrastruktur. Trafikledning sker normalt genom fjärrstyrning från trafikcentralen i Stockholm enligt system H. Detta innebär att hinderfrihet, spår, växlar och signaler kontrolleras av ett signalställverk.

Sträckan utgör ett flerspårssystem med fyra spår. Tåg 9400 framfördes på spår N2 där den största tillåtna hastigheten är 140 km/tim. Spåret ligger i en svag vänsterkurva. På spår N1 är den största tillåtna hastigheten 200 km/tim.

I Trafikverkets underlag till linjebok framgår bl.a. uppgifter om järnvägens driftplatser, signaler och vägskyddsanläggningar i vald körriktning. Kilometerangivelserna på sträckan Kummelby–Häggvik räknas från Stockholm central och utgår från kilometer 0. Exempelvis ligger Kummelby driftplats på kilometer 11+950 meter (se figur 11). Längs järnvägen finns kontaktledningsstolpar som numreras efter kilometer och ordningsföljd. Exempelvis är kontaktledningsstolpe med beteckningen 12–13 den 13:e stolpen på kilometer 12. Kontaktledningsstolpe 12–13 är enligt Trafikverkets baninformationssystem (BIS) placerad på kilometer 12+716.

TC STOCKHOLM D50 UNDERLAG TILL LINJEBOK TRAFIKVERKET Cst → Avky				TC STOCKHOLM D51 TRAFIKVERKET UNDERLAG TILL LINJEBOK Cst → Avky			
Km	Sth			Signaler, tpl m.m.			
(Ulriksdal) – (Skavstaby) Flerspår. System H. ATC (Fjtkl Cst)							
	1U	2U	2N	1N			
	<1>	<2>	<3>	<4>			
	160/200	130/140	130/140	160/200			
10+899	—	x	x	—	Helenehund (Hel) hp		
11+030	—	x	x	—	Mblsi (So 2U4, 2N4)		
11+195	—	140	140	—	Hatavla		
11+491	200	—	—	200	Hatavla		
11+629	x	x	x	x	Infsi (22, 24, 54, 52)		
11+950	x	x	x	x	Kummelby (Kmv)		
12+186	x	x	x	x	Ublsi (Kmy 1U42, 2U44, 2N74, 1N72)		
12+296	x	x	x	x	Driftplatsgräns		

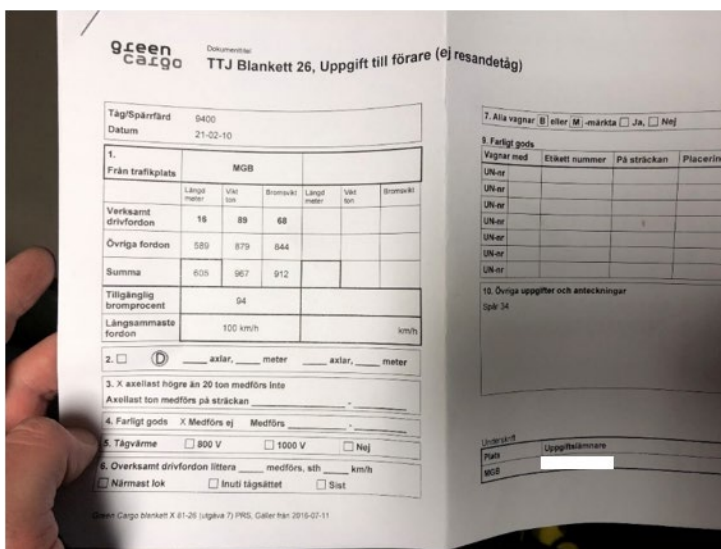
Km	Sth			Signaler, tpl m.m.		
	1U	2U	2N	1N		
	<1>	<2>	<3>	<4>		
	200	140	140	200		
14+149	x	x	x	x	Infsi (22, 24, 54, 52)	
14+590	—	—	—	—	Msi (86<7>)	
14+678	x	x	x	x	Häggvik (Hgv) *	
15+127	—	x	x	—	Häggvik plattform	
15+258	x	—	—	x	Msi (32, 62)	
15+260	—	x	x	—	Msi (34, 64)	
15+639	x	—	—	x	Ublsi (Hgv 1U42, 1N72)	
15+641	—	x	x	—	Ublsi (Hgv 2U44, 2N74)	
15+763	x	x	x	x	Driftplatsgräns	
16+110	x	—	—	x	Nedkopplingstavla	
16+154	—	x	x	—	Nedkopplingstavla	

Figur 11. Utdrag ur Trafikverkets underlag till linjebok.

Tåget och dess sammansättning

Tåg 9400 bestod av lok Rd2 91 74 000 1092-7 och 19 vagnar.

Detaljerade uppgifter om tågets längd, vikt, bromsprocent och ingående fordon framgår av dokumenten i figur 12 och 13.



Figur 12. Blankett Uppgift till förare gällande tåg 9400.

21/02/11 12:51 SIDA: 1

===== LISTA VAGNAR I TÅG =====

TÅG	9400	VID AVGÅNG	MGB	210210							
LN	VAGNSNR	D	AVST	BEST	S	AX	VKT	BRV	MOTTAGARE	UN/ST	ANTECKNINGAR
AKST	= RS										
1	29080157	MFR	RSCO	L	4	44	40	AXESS			
2	43803261	MFR	RSCO	L	4	50	50	AXESS			
3	43803584	MFR	RSCO	L	4	50	50	AXESS			
4	43802669	MFR	RSCO	L	4	48	48	AXESS			
5	43803675	MFR	RSCO	L	4	50	50	AXESS			
6	29080314	MFR	RSCO	L 2	4	44	40	AXESS			
7	43800390	MFR	RSCO	L	4	48	48	AXESS			
8	29080298	MFR	RSCO	L	4	44	40	AXESS			
9	29080199	MFR	RSCO	L	4	44	40	AXESS			
10	29080405	MFR	RSCO	L	4	44	40	AXESS			
11	29080181	MFR	RSCO	L	4	44	40	AXESS			
12	43803501	MFR	RSCO	L T	4	50	50	AXESS			
13	43803022	MFR	RSCO	L	4	50	50	AXESS			
14	29080140	MFR	RSCO	L	4	44	40	AXESS			
15	29080413	MFR	RSCO	L	4	44	40	AXESS			
16	43800630	MFR	RSCO	L	4	48	48	AXESS			
17	29080132	MFR	RSCO	L	4	44	40	AXESS			
18	43803527	MFR	RSCO	L	4	50	50	AXESS			
19	29080389	MFR	RSCO	L	4	44	40	AXESS			
AVKOPPL RS		76	AX	879	TON	589	METER	844	BRVIKT	0	UBRK
VAGNAR TOTALT		76	AX	879	TON	589	METER	844	BRVIKT	0	UBRK
LOK1 RC2 1092		4	AX	88	TON	16	METER		BRVIKT		

Figur 13. Vagnslista för tåg 9400.

Enligt Green Cargo AB utfördes avgångskontroll i Malmö, kvitteringen finns dock inte sparad. I avgångskontrollen ingår att kontrollera vagnars löpverk, fjädring, broms, vagnsunderrede och boggiramverk, drag- och stötinrättning, vagnskorg samt laster och lastenheter.

Transwaggon AB var fordonsinnehavare och underhållsansvarig enhet⁶ för vagn 4, 7 och 16 med typbeteckning Laaeilprs⁹⁸³. Autolink Group A/S (Axess Logistics Norway) var fordonsinnehavare och Rail-X AB underhållsansvarig enhet för vagn 2, 3, 5, 12, 15 och 18 med typbeteckning Laaeiprs⁰⁶¹. Axess Logictics AB var fordonsinnehavare och Rail-X AB var underhållsansvarig enhet för vagn 1, 6, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 17 och 19 med typbeteckning Hccmrrs.

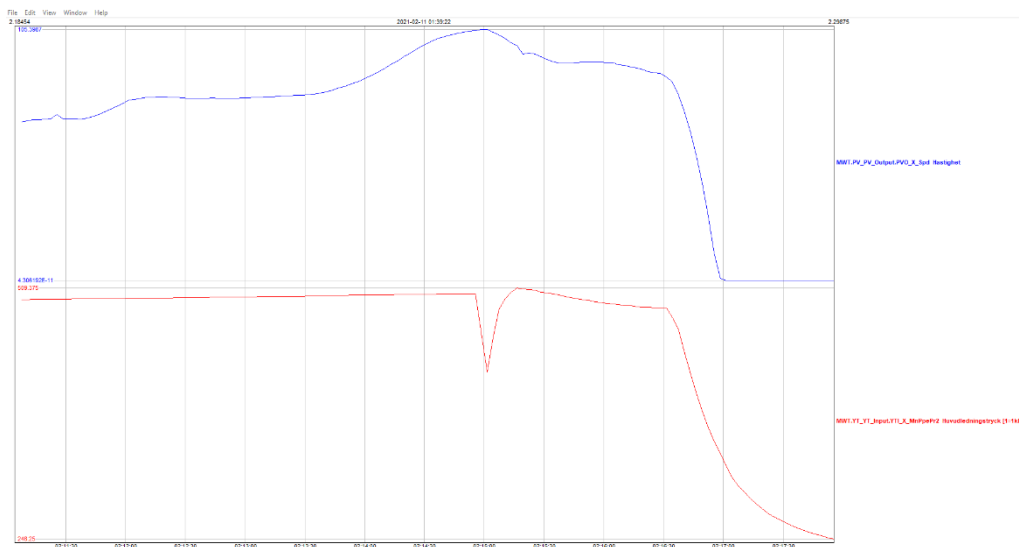
SHK har tagit del av underhållsdokumentation för fordonen och har inte identifierat några avvikelser som bedöms ha relevans för händelsen.

Registreringar och iakttagelser på sträckan

Utläsning av fordonslogg

Av fordonsregistreringen i tåget går det att utläsa att tåget framfördes i en hastighet av som högst 105 km/tim och att föraren justerade hastigheten med en trycksänkning av huvudledningen kl. 02.14.55–02.15.05 (se figur 14). Banan lutar nerför från Kummelby till Sollentuna vilket kan förklara att tågets hastighet tillfälligt ökade till 105 km/tim.

⁶ ECM, Entity in charge of maintenance.



Figur 14. Utdrag ur fordonsslogg från kl. 02.11 till 02.17. Den blå kurvan visar hastigheten och den röda kurvan visar huvudledningstrycket. Källa: Green Cargo AB

Som framgår av figur 14 sammanfaller ett kort ”hack” i hastighetskurvan med att huvudledningstrycket sakta börjar sjunka. Sannolikt är det effekten av den påbörjade urspårningen som påverkar huvudledningstrycket och hastighetsmätaren.

Signal- och trafikledningssystem

Av Trafikverkets loggar från manöversystemet framgår att de två föregående tågen på spår N2, pendeltåg 2285 söderut kl. 01.07 och godståg 9804 norrut kl. 01.42, framfördes normalt och utan avvikande indikeringar. Tåg 9400 hade därefter ”kör” i signal 2N74 från Kummelby och passerade signalen kl. 02.14.35 till spår N2 i riktning mot Häggvik. Loket passerade den efterföljande mellanblocksignalen 2N4 efter plattformen i Sollentuna kl. 02.15.14. Signalen står vid kilometer 13+336 meter vilket innebar att tågets sista vagn samtidigt befann sig 605 meter bakåt, vid kilometer 12+731 meter. Den första urspårade vagnen, vagn 14, bör ha passerat kilometer 12+719 och platsen för rälsbrottet ungefär åtta sekunder tidigare, kl. 02.15.06.

Klockan 02.16.16 befann sig loket vid Häggviks pendeltågsstation samtidigt som de urspårade vagnarna passerade över växlarna söder om plattformen. I samband med att de urspårade vagnarna passerade växlarna indikerades dessa ”ur kontroll” (se figur 2).

Klockan 02.18.35 hade fjärrtågklararen spärrat spår N1 utmed det urspårade tåget.

Rälen som brast var så kallad s-räl, sammanhängande räl som är den räl i ett järnvägsspår som återleder drivströmmen från tågets elmotorer. I-räl är den isolerade räl där spårledningens isolerskarvar är placerade. Ett brott på i-rälen kan till skillnad från ett brott på s-rälen synas genom att spårledningen indikeras som belagd och signalerna visar ”stopp”.

Övervakningsfilmer

SHK har granskat filmer från Trafikförvaltningens trygghetskameror vid plattformarna i Helenelund, Sollentuna och Häggvik.

Den 11 februari 2021 kl. 02.14.03 syns ett godståg passera Helenelund på spår N2 i riktning norrut. Inget onormalt framgår av filmen.

Klockan 02.15.22 passerar godståget Sollentuna. I samband med passagen rörs det upp mycket snö. Snön döljer tåget på ett sådant sätt att det inte går att avgöra om vagnarna är rätt positionerade i spåret när de passerar.

Klockan 02.16.46 ankommer godståget till Häggvik. Två vagnar är onormalt långt från plattformen.

Klockan 02.16.57 stannar godståget vid plattformen i Häggvik.

Detektorer

Stationära detektorer finns längs med banan för att upptäcka tecken på varmgång eller hjulskador. Den sista varmgångs-/tjuvbromsdetektor som detekterade tåget passerades kl. 01.46 den 11 februari vid Björnkulla, söder om Flemingsberg. Den sista hjulskadedetektor som detekterade tåget passerades kl. 18.23 den 10 februari vid Dammstorp, mellan Malmö och Eslöv.⁷ Registreringarna från de passerade detektorerna visar att tågets värden låg inom angivna toleranser.

Förarrapporter om avvikelser

Föraren av det föregående tåget på sträckan noterade inte något avvikande i spåret. Trafikverket har på uppdrag av SHK gått igenom inkomna samtal till Trafikledningscentralen från kl. 17 den 10 februari och fram till händelsen. Trafikverket har under genomgången inte funnit någon rapport om något avvikande i spåret. Det har inte heller inkommit någon felanmälan.

Mätutrustning på pendeltåg

SHK har tagit del av uppgifter från D-Rail AB, ett företag som inom ett pilotprojekt hade mätutrustning monterad på tre pendeltåg, fordonstyp X60, på den aktuella sträckan. Syftet med mätutrustningen var enligt D-Rail AB att utan att påverka något annat i järnvägssystemet kontinuerligt mäta infrastrukturen och omvandla data till underhållsunderlag. D-Rail AB:s utrustning mätte rörelse vid hjulaxeln genom sensorer monterade på en punkt så nära hjulets centrum som möjligt på axelns båda hjulpar. Sensorerna kommunicerade trådlöst med en dator med GPS⁸ placerad inuti fordonet.

⁷ På grund av planerade underhållsarbeten i spåransläggningen på uppspårarna i Stockholmsområdet omlades tåget och passerade på spår N2 (nedspår) där hjulskadedetektor saknas.

⁸ Global Positioning System – system för satellitnavigering.

Ett första projekt genomfördes mellan den 24 juni och den 30 november 2019 i samverkan med Trafikverket, Trafikförvaltningen och MTR Pendeltågen AB.

Trafikverket redovisade i en rapport⁹ från projektet i mars 2020 slutsatsen att D-Rail AB:s mätsystem kunde påvisa höjd- och skevningsfel, men att det fanns avvikelser mot de mätningar som presenteras i certifierade standardiserade spårlägesmätningar (OPTRAM). I rapporten anges även att positioneringen av inkomna larm från D-Rail AB:s sensorer sällan hade tillräcklig precision.

Vidare konstateras i rapporten att det mätsystem som D-Rail AB presenterat inte är användbart för att ta underhållsbeslut inom nuvarande regelverk. Med anledning av detta föreslås i rapporten att ett utvecklings- eller forskningsprojekt måste genomföras innan ett mätsystem som D-Rail AB:s är användbart för att ta underhållsbeslut inom nuvarande regelverk. Enligt rapporten har ett sådant utvecklingsprojekt lägre prioritet för Trafikverket än att ta hand om den information som samlas in redan idag. Detta eftersom underhållet idag inte utförs optimalt och skulle kunna förbättras med befintliga data.

Ett andra projekt genomfördes mellan den 1 juni 2020 och den 31 december 2020. I detta deltog Trafikförvaltningen, D-Rail AB och MTR Pendeltågen AB. Syftet var enligt D-Rail AB att verifiera genomförda förändringar vars behov framkommit under det första projektet samt att ytterligare belysa nyttan med systemet.

D-Rail AB har efter urspårningen gått igenom sin data från utrustningen som fortfarande fanns kvar på pendeltågen i februari 2021. Enligt D-Rail AB visar mätdata på en avvikelse i form av skevning (höjdskillnad mellan rälerna). Avvikelsen förekommer första gången den 10 februari kl. 16.19 och återkommer den 11 februari kl. 00.07, den andra gången med högre amplitud. Positionen för avvikelsen uppgavs av D-Rail AB först till kilometer 12+808 meter. Efter att ha analyserat underlaget ytterligare uppgav D-Rail AB att positionen skulle förskjutas minus 80 meter.

Den registrerade avvikelsen ledde såvitt SHK känner till inte till någon rapportering till Trafikverket eller åtgärd före händelsen.

⁹ PILOT Fordonsbaserad mätning författad av Trafikverket, D-Rail AB och Sweco AB den 2 mars 2020.

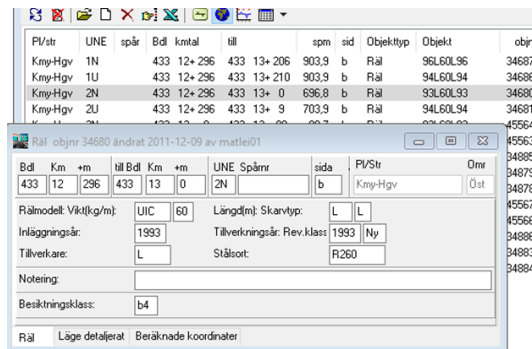
Undersökning av järnvägsfordon

Järnvägsfordonen besiktigades efter händelsen av SweMaint AB på uppdrag av järnvägsföretaget Green Cargo AB. Vagn 1–13 i tåget transporterades till Rosersberg där de efter säkerhetsbesiktning av SweMaint AB bedömdes vara löp¹⁰- och trafikdugliga. På vagn 13 (43803022) observerades vid bärgningen i Häggvik två mindre krossår på ytterkanten av hjulringen. Dessa bedömdes inte påverka löp- och trafikdugligheten.

Vagn 14–19 i tåget bärgades och flyttades till ett sidospår i Rotebro. Efter SweMaint AB:s besiktning den 9 april 2021 konstaterades att ingen av vagnarna fick transporteras i tåg i det tillstånd de var och att alla hjulpar behövde bytas innan vagnarna transporterades till verkstad. Även en del andra skador på fotsteg, handtag, bindstag och fångvagnar behövde åtgärdas innan transport.

Undersökning av räldelar från rälsbrott

Räldelarna som omhändertogs av SHK för undersökning är av modell UIC 60 med en vikt på 60 kg/m, består av stålsort R260 och är tillverkad 1993 i Luleå (se figur 15).



Pl/str	UNE	spår	Bd	lantal	häll	spm	sid	Objekttyp	Objekt	objnr	
Kmy-Hgv	1N		433	12+ 296	433	13+ 206	903.9	b	Räl	96L60L96	34687
Kmy-Hgv	1U		433	12+ 296	433	13+ 210	903.9	b	Räl	94L60L94	34686
Kmy-Hgv	2N		433	12+ 296	433	13+ 0	696.8	b	Räl	93L60L93	34680
Kmy-Hgv	2U		433	12+ 296	433	13+ 9	703.9	b	Räl	94L60L94	34681

Bd	Km	+m	häll	Bd	Km	+m	UNE	Spårnr	sid	Pl/Str	Omr
433	12	296	433	13	0		2N		b	Kmy-Hgv	Öst

Rälmodell: Vikt(kg/m):	UIC	60	Längd(m):	Skarvtyp:	L	L
Inläggningsår:	1993	Tillverkningsår:	1993	Rev.klass:	Ny	
Tillverkare:	L	Stålsort:	R260			
Notering:						
Besiktningssklass:	b4					



Figur 15. Registerutdrag från Trafikverket och märkning på rälen visar att rälen är av modell UIC 60, stålsort R260, tillverkad i Luleå.

I Trafikverkets *Råd till krav TRVINFRA-00018 Banöverbyggnad Spårkomponenter* anges att avgörande för val av räl är livscykelkostnaden med avseende på den tekniska och ekonomiska kostnadseffektiviteten, samt kvalitets- och säkerhetskrav. Standardstålsorten som används är R260. I kurvor där det bedöms tekniskt och ekonomiskt motiverat kan istället stålsorten R350LHT användas. För medel- och högräskade banor används rälmodellen UIC 60.

Element Materials Technology AB har på uppdrag av SHK undersökt räldelarna i syfte att dokumentera brottytor och defekter på rälen samt

¹⁰ Fordon som kan tillåtas att rulla på egna hjul utan fara för trafiksäkerheten.

fastställa typ av primärbrott. Undersökningen har inkluderat hårdhetsmätning, slagseghetsprov, brottseghetsprov, kemisk analys, mikrostrukturundersökning samt undersökning av mekaniska egenskaper genom dragprov.

De nio meter av rälen som rälsbrottet utgjorde har brutit i många mindre delar (se figur 16). Delarna uppvisar ingen eller mycket liten plastisk deformation¹¹ vid områden runt brottytorna eller global deformation¹² av rälsen. En mindre del av den havererade rälen saknas. En av räldelarna är märkt med 720 i gul text. Flera av räldelarna är märkta med vit sprayfärg. Ingen svetsskarv eller svetslagning har hittats på räldelarna.



Figur 16. Bilden visar räldelar lagda i ordningsföljd samt numrerade brottytor.

Det första brottet, i åkriktningen, benämns 1.1/1.2 i figur 16 och visas i detalj i figur 17. Brottytan uppvisar en vertikal elliptisk spricka som propagerat (spridit sig) igenom nästintill hela rälhuvudet. Den vertikala sprickan har sin start i en parallell spricka några millimeter under farbanan. Den parallella sprickan är egentligen flera parallella sprickor som i olika plan propagerat från utmattningssprickor i ytan.

¹¹ Med plastisk deformation avses sådan deformation som kvarstår efter belastning åtföljd av avlastning.

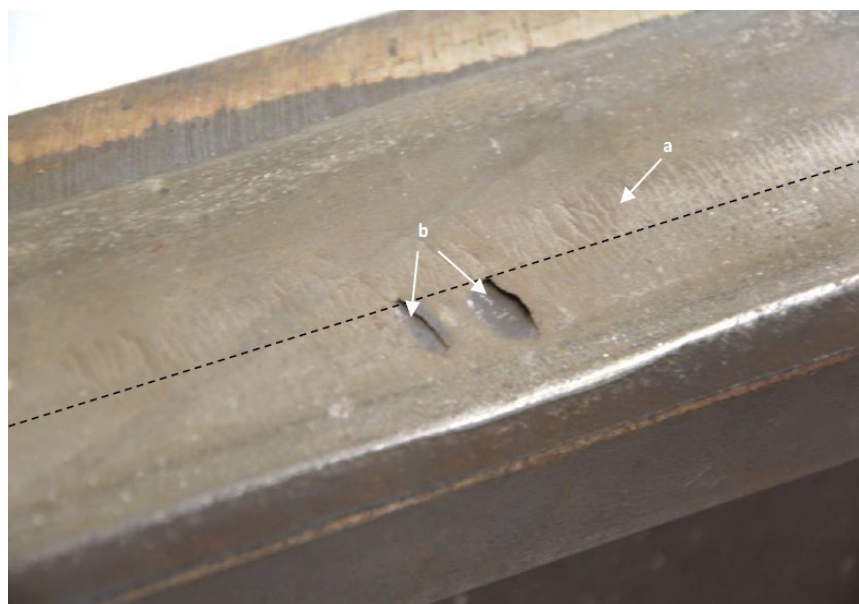
¹² Med global deformation avses plastisk deformation av en hel struktur.



Figur 17. Bilden visar brottyta 1.2 med farkantsprickor (a), urflisning (b), parallellspricka (c) och vertikalspricka (d).

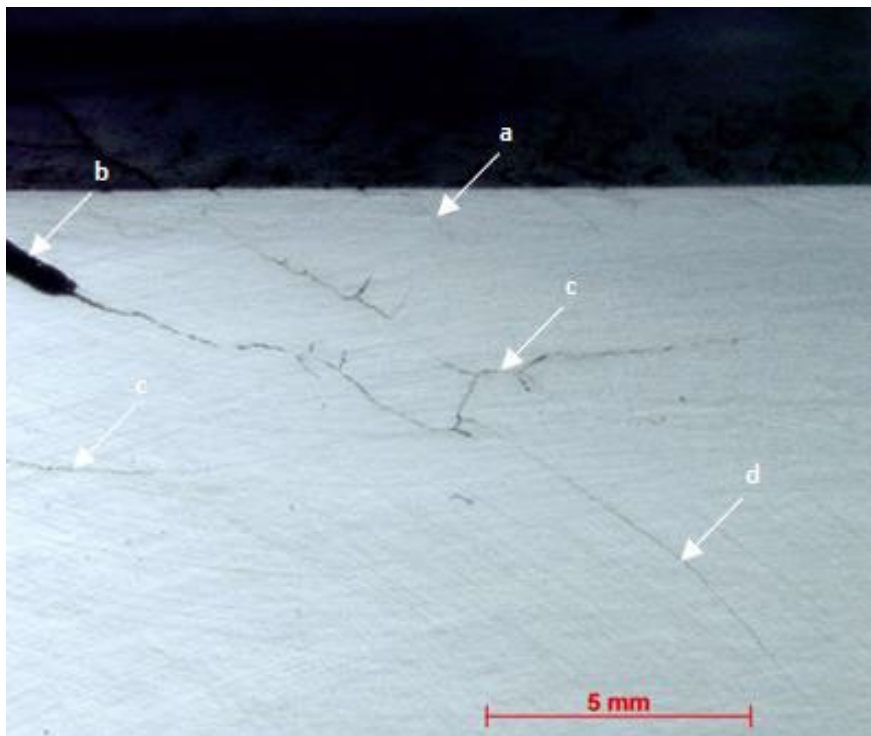
Ytterligare tre brottytor uppvisar tydliga men mindre vertikala utmattningssprickor och benämns 5.1, 10.1 och 11.2 i figur 16. Alla fyra brottytor med en tydlig vertikal utmattningsspricka har sin position mellan två sliprar.

Farbanan på alla räldelar uppvisar tydliga ytutmattningssprickor, se exempel i figur 18 där ytutmattningssprickorna även propagerat parallellt till nästa spricka vilket resulterat i urflisning.



Figur 18. Bilden visar farkantsprickor (a) och urflisning (b). Positionerna är mellan brottyta 11.2 och 12.1. Den streckade linjen visar var ett längsgående kapsnitt är gjort.

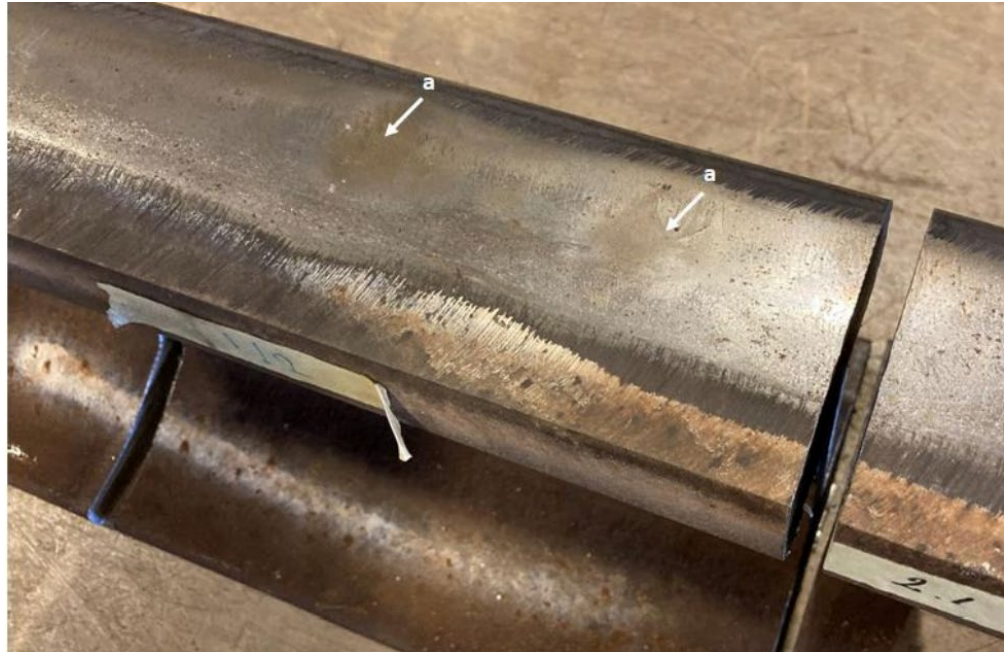
Figur 19 visar ett tvärsnitt längs rälhuvudet, mellan brottyta 11.2 och 12.1, med farkantsprickor, urflisning, parallellsprickor och en påbörjad vertikal spricka.



Figur 19. Bilden visar ett tvärsnitt längs rälhuvud mellan brottyta 11.2 och 12.1 med far-kantsprickor (a), urflisning (b), parallellsprickor (c) och en påbörjad vertikal spricka (d).

Resterande brottytor uppvisar till största delen rena överbelastningsbrott även om de flesta också uppvisar parallella sprickor några millimeter under farbanan samt början på en vertikal utmattningsspricka.

Figur 20 visar mörka fläckar på farbanan som tyder på parallella sprickor under ytan. De mörka fläckarna uppkommer med viss regelbundenhet men inte på alla rälytor. Ingen tydlig nedsänkning i ytan kan ses som skulle tyda på en friktions- eller slagskada.



Figur 20. Bilden visar områden med mörka fläckar och sprickbildning (a).

Figur 21 visar en tydlig mekanisk skada som finns på kanten av farbanan mellan brottyta 8.2 och 9.1. Ytterligare skador kan ses upppe på farbanan mellan brottyta 4.2 och 5.1 med längsgående och något sneda intryck.



Figur 21. Mekanisk skada på kanten av farbanan mellan brottyta 8.2 och 9.1

Figur 22 visar brottyta 1.1 där den vertikala sprickan nästintill propagerat igenom hela rärlhuvudet.



Figur 22. Brottyta 1.1 med parallellspricka (c), vertikalspricka (d) och restbrottzon (e). SEM markerar det område som undersökts med svepelektronmikroskop.

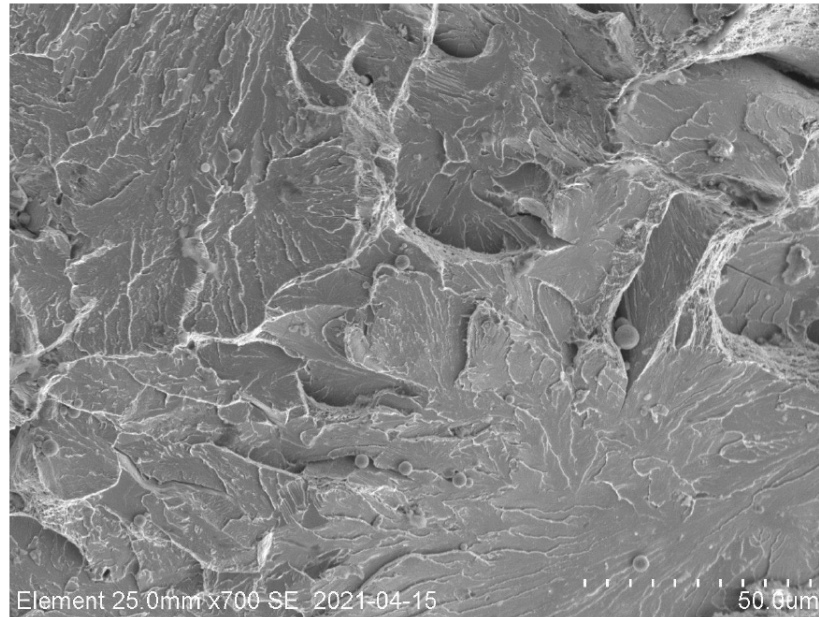
Figur 23 visar del av restbrottzonen¹³ undersökt med svepelektronmikroskop som ger 700 gångers förstoring. Restbrottytan uppvisar en tydlig sprödbrottkaraktär¹⁴ med transkristallint klyvbrott¹⁵ och flodlinjer¹⁶.

¹³ Med restbrott avses den del av brottytan som inte längre kan bära den statiska lasten.

¹⁴ Med sprödbrott avses brott som sker ögonblickligen över hela tvärsnittet när brottspänning uppnås. Dessförinnan sker ingen förändring i materialet utom elastisk töjning.

¹⁵ Brott som propagerar genom korn i materialet vilket skapar en förhållandevis jämn brottyta.

¹⁶ Med flodlinjer avses linjer på sprödbrottsytan där sprickan vid passage genom en korngräns ändrar riktning något. Riktningförändringarna ger upphov till ett flodmönster som förenas i sprickans tillväxtriktning.



Figur 23. Restbrottytan undersökt med svepelektronmikroskop uppvisar en tydlig sprödbrottkaraktär.

Undersökningar av den kemiska sammansättningen visar att materialtypen är kolmanganstål med en kolhalt på 0.7 wt% (viktprocent).

Undersökningarna av hårdhet, brottseghet, kemisk sammansättning och mekaniska egenskaper har visat resultat som ligger inom specificerade intervall enligt den europeiska standarden *EN_13674-1 Railway applications - Track - Rail - Part 1: Vignole railway rails 46 kg/m and above*. Europastandarden gäller som svensk standard och hänvisas till i *Kommissionens förordning (EU) nr 1299/2014 av den 18 november 2014 om tekniska specifikationer för driftskompatibilitet avseende delsystemet Infrastruktur i Europeiska unionens järnvägssystem*.

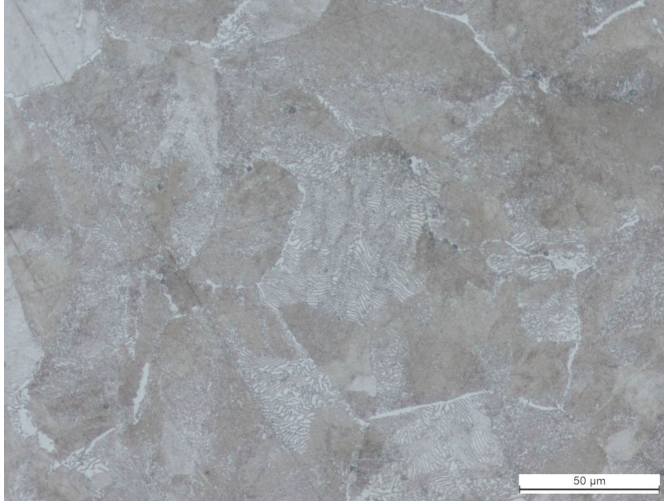
Rälmateriallets slagseghet¹⁷ har provats vid 0°C, -20°C och -40°C. Den absorberade energin vid alla testade temperaturer ligger på en jämnt låg nivå, under omslagstemperaturintervallet, där brott sker sprött. Tillåtna nivåer på absorberad energi för material R260 finns inte specificerat i EN13674-1.

En mikrostrukturundersökning har gjorts på ett polerat och etsat mikroprov taget vid brottyta 1.1. Resultatet visar på en relativt finkornig mikrostruktur med perlitisk¹⁸ struktur och en del ferrit¹⁹ i korngränserna (se figur 24). Kornstorleken är relativt fin med en något större storlek en bit in i materialet. Kornen vid ytan är utdragna och visar på den plastiska töjning som skett vid kontakt med tåghjulen.

¹⁷ Slagseghet är ett mått på materialets anvisningskänslighet vid höga töjningshastigheter t.ex. stötblastning.

¹⁸ Mikrostruktur i stål som består av en blandning av ferrit och cementit ordnade i tunna skivor som ett laminat.

¹⁹ Mikrostruktur i stål med låg kolhalt.



Figur 24. Mikrostruktur från rälhuvud under farbanan vid 500 gångers förstoring.

Slutsatser från materialanalysen

Utmattning av rälen har lett fram till rälsbrottet. Ytutmattningssprickor och parallella sprickor under farbanan finns utmed hela den undersökta rälen. Ytsprickorna ses i farbanans yta som ett fiskbensmönster och parallellsprickorna kan i vissa fall ses som mörka fläckar på farbanan.

Brottyta 1.1/1.2 (se figur 16 och 17) betecknas som primärbrott och orsak till efterföljande haveri av rälen. Vid brottytan har ett flertal parallella sprickor initierat den vertikala sprickan som gett rälsbrottet. Total spricklängd är uppmätt till 44 millimeter.

Restbrotten vid utmattningssprickorna och överbelastningsbrotten vid övriga brottytor har skett genom sprödbrott. Samtliga av brotten har sannolikt skett i sekvens vid passagen av godståget natten mellan 10 och 11 februari 2021.

Propageringsriktningarna för yt-, parallell- och vertikalsprickorna kan härledas till normala laster som uppkommer mellan tåg och räls. Att det finns mörka fläckar på den högra men inte den vänstra rälen kan tyda på att den högra rälen är mer belastad av tryck- och friktionslaster.

De mekaniska skador som hittats på farbanan bedöms inte ha påverkat haveriet.

Undersökningen visar att rälmaterialet R260 är känsligt för ytutmattning när rälen utsätts för höga tryck- och friktionslaster. Omfattningen av sprickor i rälhuvudet tyder även på en lång belastningsperiod där sprickor tillåts att propagera från ytsprickor till parallella sprickor och slutligen till den vertikala sprickan.

Mikrostrukturen ser normal ut för materialtypen och kolhalten.

Material med låg absorberad energi är sprödare än material med högre absorberad energi. Utmärkande för det testade rälmaterialets slagseghet

är att den absorberade energinivån är låg, även för ett stål med hög kolhalt. Rälens spröda beteende vid höga töjningshastigheter förklarar att den brutits i så många delar och att dessa har kastats iväg och spritts över olycksplatsen vid det snabba förlopp som uppstod vid tågpassagen. Att materialet beter sig sprött vid brott vid höga töjningshastigheter är kopplat till materialets karaktär med hög kolhalt och perlitisk mikrostruktur.

Mätningar och kontroller av spåranläggningen

Trafikverket är infrastrukturförvaltare av järnvägen och ansvarar bland annat för att förvalta, underhålla och utveckla järnvägsnätet och dess tekniska system. För att bedriva verksamhet som infrastrukturförvaltare måste verksamheten enligt *Europaparlamentets och rådets direktiv (EU) 2016/798 av den 11 maj 2016 om järnvägssäkerhet* omfattas av ett säkerhetsstyrningssystem. Ett säkerhetsstyrningssystem består av de processer och förfaranden som införts i en organisation för att ha kontroll över de risker som verksamheten medför. Säkerhetsstyrningssystemet ska vara dokumenterat och bör utvecklas allt eftersom verksamheten förändras och utvecklas.

Trafikverkets riktlinje *TDOK 2014:0162 Driftsäkerhet, säkerhet och underhåll av järnväg* ingår i Trafikverkets säkerhetsstyrningssystem för järnväg och utgör grund för styrning av underhåll inom Trafikverket.²⁰ Riktlinjen beskriver de övergripande krav som gäller för driftsäkerhet, säkerhet och underhåll av Trafikverkets järnvägsnät och som följer av Trafikverkets drift- och underhållsstrategi.

I riktlinjen definieras underhåll på följande sätt:

Kombination av alla tekniska och administrativa åtgärder och ledningens åtgärder under en enhets livstid²¹ avsedda att vidmakthålla den i, eller återställa den till, ett sådant tillstånd att den kan utföra krävd funktion. (Svensk standard, SS-EN 13306:2001, Underhåll-Terminologi)

För att garantera att den beslutade säkerhetsnivån hos enheten vidmakthålls anges i riktlinjen att säkerhetsbesiktning ska genomföras med beslutade tidsintervall. Enhetens faktiska tillstånd och avvikelser från bör-värdet ska redovisas på ett enhetligt spårbart och transparent sätt. Denna information ska kunna användas på ett sådant sätt att den kan kombineras med planerade åtgärder samt möjliggöra beslutsstöd på olika nivåer i organisationen.

²⁰ SHK har noterat två inaktuella referenser i TDOK 2014:0162 version 8.0 publicerad 2021-01-01. Avseende oförstörande provning finns en hänvisning till TDOK 2014:0084. TDOK 2014:0084 ersattes dock den 1 april 2020 av TRVINFRA-00015. I TDOK 2014:0162 anges att säkerhetsbesiktning av järnvägsanläggningar görs i syfte att tillgodose kraven på hög säkerhet, som en del i Trafikverkets arbete med att uppfylla bland annat BV-FS 1997:2. BV-FS 1997:2 upphävdes dock av Transportstyrelsen 2013.

²¹ Med livstid avses i definitionen enligt riktlinjen en enhets livscykel.

Trafikverkets arbete med att bibehålla banöverbyggnaden som säker, baseras på att genomföra besiktningar med kalibrerade mättåg och visuellt med certifierade besiktningsmän.

Trafikverkets kravdokument *TDOK 2014:0240 Säkerhetsbesiktning av fasta anläggningar* ingår i Trafikverkets säkerhetsstyrningssystem för järnväg och beskriver de krav Trafikverket har på säkerhetsbesiktning av järnvägsanläggningen i enlighet med riktlinjen TDOK 2014:0162.

Säkerhetsbesiktningarnas syfte är att utgöra en kontrollfunktion av järnvägsanläggningen för att förhindra att säkerheten på anläggningen försämras. Som förberedelse inför en besiktning ska bl.a. aktuell status från tidigare besiktningar inhämtas. Besiktningen genomförs okulärt eller genom mätning. Vid besiktningen ska anläggningen bedömas utifrån två aspekter: det aktuella tillståndet och risken för att anläggningen inte kommer att kunna uppfylla krävd funktion fram till nästa säkerhetsbesiktning.

Besiktningsanmärkningarna prioriteras enligt fyra olika alternativ: A (akut, nödvändiga åtgärder ska vidtas omedelbart), V (åtgärdas inom två veckor från besiktningsdatum), M (åtgärdas inom 3 månader), B (åtgärdas innan nästa besiktningsstillfälle eller på annat sätt enligt punktlista i TDOK 2014:0240).

Besiktningspersonalen ska snarast möjligt efter varje besiktningspass rapportera besiktningen i systemet Bessy²². Utifrån vald prioritet ska även ett förslag till senaste åtgärdsdatum anges.

Trafikverkets kravdokument *TRVINFRA-00013 Banöverbyggnad Spårläge* och *TRVINFRA-00015 Banöverbyggnad Oförstörande provning (OFP)* ingår i Trafikverkets infrastrukturegelverk. Syftet med Trafikverkets infrastrukturegelverk är att beskriva de krav som ställs på infrastrukturanläggningens egenskaper och skötsel. Dokumenten bygger på internationella standarder samt att Trafikverket ska uppfylla krav enligt EU:s tekniska specifikationer för driftskompatibilitet (TSD).

TRVINFRA-00013 omfattar grundläggande krav på spårläge, hastighetsklasser, gränsvärden och toleranser samt krav på åtgärd som ska uppfyllas för att tågtrafik ska få framföras. Dokumentet omfattar krav på vilka spårlägesparametrar som ska mätas och utvärderas enligt TSD Infrastruktur, kravnivå beroende av hastighetsklass, gränsvärden och toleranser, mätmetoder, redovisning och dokumentation av mätresultat.

TRVINFRA-00015 anger OFP-metoder och typ av utrustning som ska användas vid undersökning av räler, rälkomponenter och svetsar, periodicitet för kontroll samt kompetenskrav på de som utför OFP-kontroll. I *TRVINFRA-00015* beskrivs att avsikten med att använda OFP är att upptäcka defekter och skador i räler, rälkomponenter,

²² Bessy är ett IT-stöd för att genomföra säkerhets-, underhålls- och övertagandebesiktning av Trafikverkets fasta järnvägsanläggningar.

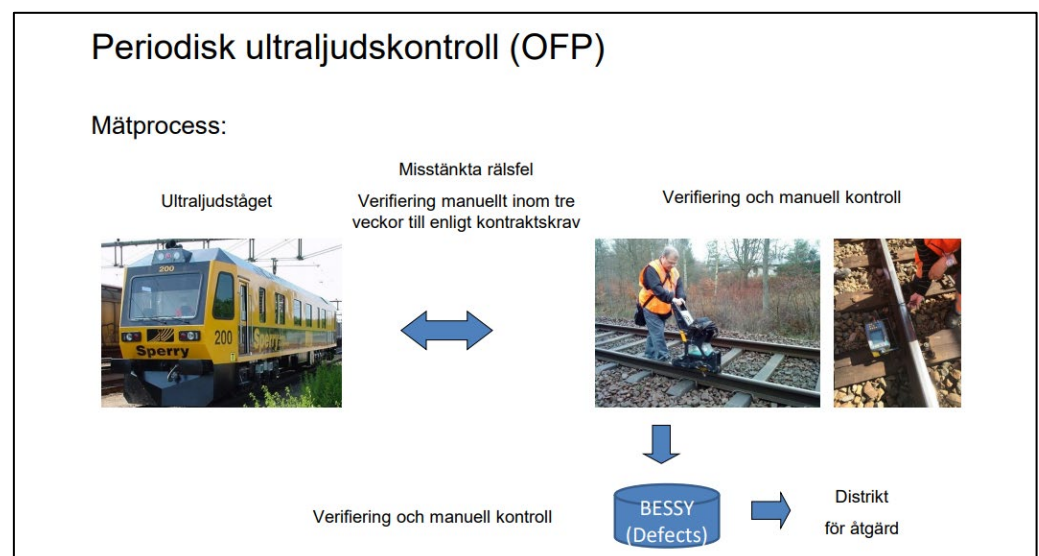
mangankorsningar och svetsar på ett tidigt stadium och på så sätt undvika brott.

Trafikverket har anlitat Sperry Rail International Limited (Sperry Rail) för utförande av OFP av räl, växlar och rätkomponenter på den aktuella sträckan. Uppdraget omfattar automatiserad kontroll med ett särskilt mätfordon ”ultraljudståg” och manuell kontroll av spårkomponenter samt verifiering av indikeringar från ultraljudståget. Trafikverket har anlitat Omexom för att åtgärda OFP-defekter som har rapporterats till Bessy. Omexom är även anlitate av Trafikverket för att utföra säkerhetsbesiktningar av anläggningen.

Sperry Rail, som har verksamhet i flera länder i Europa, har uppgett att periodiciteten för ultraljudstågskörning ser olika ut hos olika kunder där det tätaste intervallet som tillämpas är åtta veckor. Andra tillämpade intervall är var tredje, sjätte respektive tolfte månad. Periodiciteten bestäms av varje infrastrukturförvaltare utifrån lokala förhållanden.

Trafikverket har uppgett att periodiciteten för besiktningar av Trafikverkets spåranläggning styrs av vilken besiktningssklass en anläggningsdel har. Besiktningssklassen bestäms utifrån hastighet och tonnage. Den aktuella anläggningsdelen tillhörde besiktningssklass fyra vilket innebär att säkerhetsbesiktningar ska utföras tre gånger per år (se vidare *Säkerhetsbesiktningar* s. 39) och OFP en gång per år.

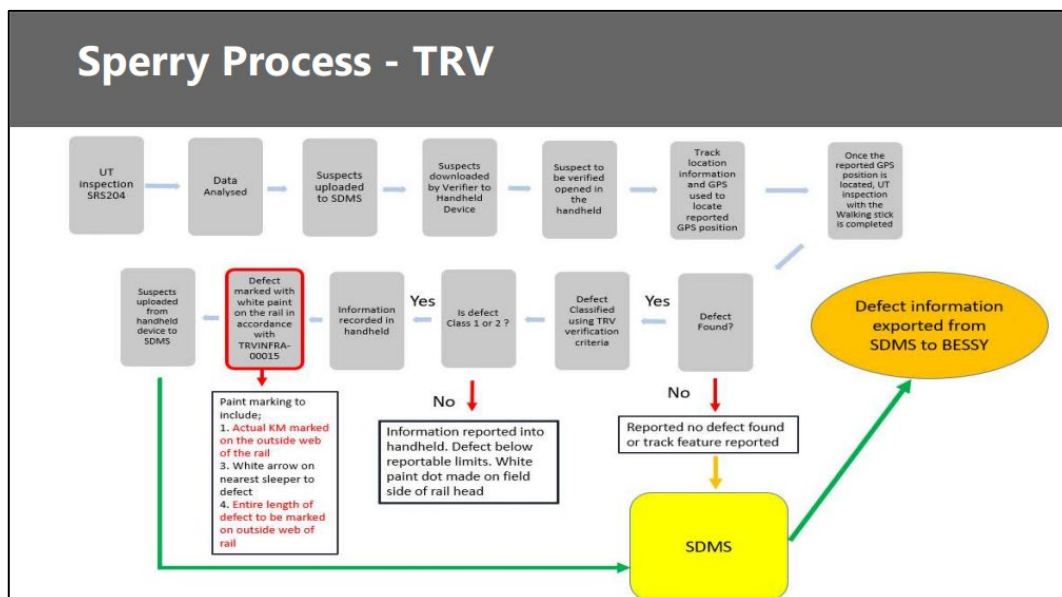
Trafikverkets process för OFP illustreras i figur 25.



Figur 25. Trafikverkets processbild för periodisk ultraljudskontroll. Källa: Trafikverket.

Den automatiserade ultraljudskontrollen görs med ett särskilt mätfordon, *ultraljudståg*, som registrerar indikationer på defekter i rälen. Inom tre veckor efter den automatiserade kontrollen ska indikationerna från tåget verifieras och kontrolleras manuellt av för ändamålet certifierad personal.

Figur 26 visar Sperry Rails processkarta över ultraljudskontrollen.



Figur 26. Sperry Rails processbild för ultraljudskontroll. Källa: Sperry Rail.

Ultraljudståget är utrustat med 11 sonder per räl som söker efter olika typer av defekter: vertikala, tvärgående och horisontella. Operatörer på ultraljudståget är Sperry Rails egen personal. Data från tåget analyseras, bearbetas och laddas upp i Sperry Rails datahanteringssystem, SDMS. Bearbetad information laddas därefter ned till en handdator av den person som ska kontrollera och verifiera de möjliga defekterna (Sperry Rails benämning: suspects) som tåget indikerat. För den manuella kontrollen och verifieringen har Sperry Rail anlitat Infranord Mätenheten²³.

Vid den manuella kontrollen används handdatorn för att lokalisera defekterna som ultraljudståget registrerat samt ultraljudsinstrument och en manuell ultraljudsvagn, *walking stick*, som innehåller sökare för att detektera tvärgående, horisontella och diagonala defekter i rälen. Vid den manuella kontrollen görs även en visuell kontroll. Utfallet av den manuella kontrollen och verifieringen registreras i handdatorn.

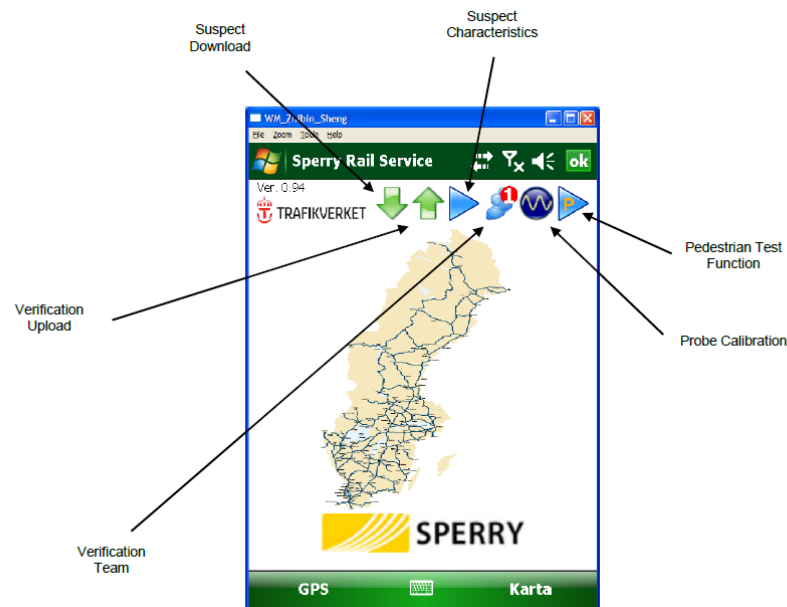
Anmärkningar som verifieras delas in i grupp 1- och 2-fel enligt bedömningskriterier i *TRVINFRA-00015 Banöverbyggnad, Oförstörande provning*. För grupp 1-fel bedöms om felet behöver åtgärdas akut, inom två veckor eller inom tre månader. Grupp 2-fel är defekter som tillåts ligga kvar i anläggningen. Grupp 2-fel ska enligt *TRVINFRA-00015* besiktas okulärt vid alla säkerhetsbesiktningar som görs i den aktuella anläggningen. Grupp 2-fel ska också undersökas med ultraljud vid efterföljande periodiska OFP-kontroller i den aktuella anläggningen. Grupp 1- och 2-fel ska rapporteras till Trafikverkets system Bessy. Anmärkningar som verifieras men inte uppnår Trafikverkets kriterier för att klassificeras som grupp 1 eller 2 sparas i Sperry Rails system SDMS.

²³ Infranord Mätenheten är en fristående enhet inom Infranord AB som utför maskinella mättjänster och oförstörande provning (OFP).

I Infranord Mätenhetens arbetsinstruktion *Manuell OFP av räler och rälskomponenter i spår* beskrivs att vid den manuella kontrollen kan rapporteringsbara fel påträffas okulärt som ultraljudståget inte registrerat. I dessa fall ska de påträffade felen rapporteras manuellt i Sperry Rails handdator.

Lokalisering och rapportering av verifierade defekter

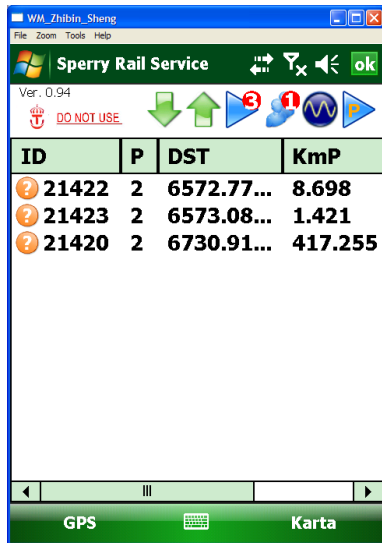
Figur 27 visar den display som visas när en användare har startat Sperry Rails mjukvara i handdatorn för att lokalisera och verifiera defekter.



Figur 27. Användargränssnitt för att ladda ned, verifiera och ladda upp defekter. Bilderna i figur 27–31 är hämtade från Sperry Rails användarhandledning *WI7004 Use of Sperry Handheld Device – Trafikverket*.

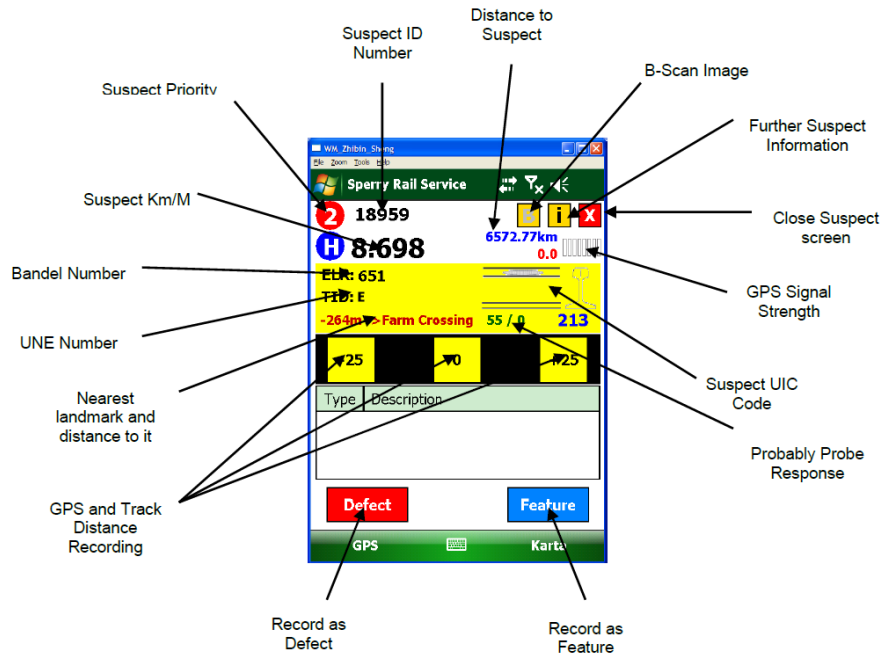
Figur 28 visar handdatorns display som den ser ut när en användare har laddat ned information om misstänkta defekter som ska verifieras på en viss sträcka. På displayen visas information om varje defekt såsom identifikationsnummer, prioritet, avstånd från defekt, kilometerposition och bandel. Pedestrian Test Function (triangelikon med ett P) används om användaren har påträffat en defekt okulärt som inte registrerats av ultraljudståget.

Efter varje dags avslutad verifiering ska resultatet rapporteras till Sperry Rails system, SDMS, genom att användaren trycker på ”grön pil upp” i handdatorn.

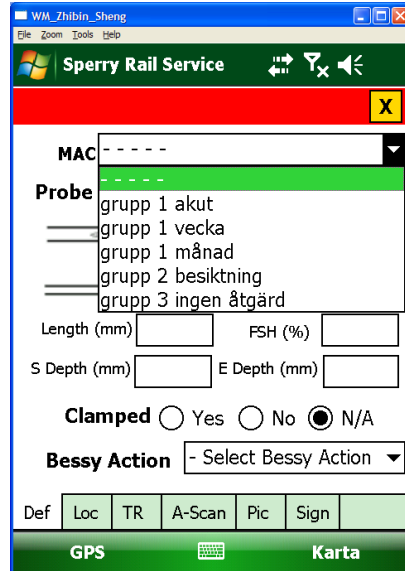


Figur 28. Handdatorns display visar information om varje misstänkt defekt på en sträcka som ska verifieras. Källa: Sperry Rail.

Figur 29 visar hur displayen på handdatorn ser ut när användaren har valt en misstänkt defekt. I displayen visas en nedräkning av avståndet till den misstänkta defekten. Genom att klicka på knappen ”defect” kommer användaren vidare och kan registrera uppgifter för den specifika defekten, se figur 30.



Figur 29. Display som visar information om en misstänkt defekt. Källa: Sperry Rail.



WM_Zhibin_Sheng
 Sperry Rail Service

MAC [-----]
Probe [-----]
 grupp 1 akut
 grupp 1 vecka
 grupp 1 månad
 grupp 2 besiktning
 grupp 3 ingen åtgärd

Length (mm) [] FSH (%) []
 S Depth (mm) [] E Depth (mm) []

Clamped Yes No N/A

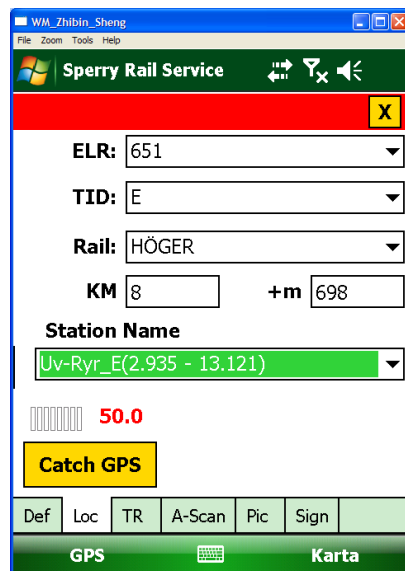
Bessy Action - Select Bessy Action [v]

Def Loc TR A-Scan Pic Sign

GPS Karta

Figur 30. För varje defekt som verifieras väljs bland annat allvarlighetsgrad. Källa: Sperry Rail.

Enligt Sperry Rail har användargränssnittet designats med syftet att användaren ska bekräfta en defekts geografiska plats. Om en defekt exempelvis har en felaktig kilometerangivelse så kan användaren korrigera detta genom att ange den korrekta kilometerpositionen. Av betydelse för verifieringen är att användaren registrerar defektens GPS-position. För detta finns en funktion som benämns "Catch GPS" (se figur 31). Enligt Sperry Rail så måste den som kontrollerar och verifierar en defekt registrera en GPS-position alt. registrera "ingen GPS tillgänglig" innan verifieringen av en defekt kan avslutas.



WM_Zhibin_Sheng
 Sperry Rail Service

ELR: 651 [v]
TID: E [v]
Rail: HÖGER [v]
KM 8 [] +m 698 []

Station Name
 Uv-Ryr_E(2.935 - 13.121) [v]

50.0

Catch GPS

Def Loc TR A-Scan Pic Sign

GPS Karta

Figur 31. Display med "Catch GPS"-funktion. Källa: Sperry Rail.

Osäkerheter i positionsdata

Sperry Rail har uppgett att det finns en viss osäkerhet i den kilometerangivelse som rapporteras från ultraljudståget. Operatören på tåget ställer in kilometeravläsningen i början av en körning med hjälp av information från Trafikverkets representant som finns med på fordonet. När fordonet färdas kommer kilometerangivelsen att öka eller minska beroende på färdriktningen. När fordonet passerar en kilometerpunkt synkroniserar operatören kilometeravläsningen. Eftersom fordonet färdas i 40 km/tim kommer punkten där operatören trycker på ”synkroniseringsknappen” inte vara exakt i linje med kilometerstolpen. Om operatören exempelvis skulle synkronisera vid kilometer 50+0 meter kan det i verkligheten vara kilometer 50+3 meter. Att kilometerangivelsen kan avvika på detta sätt är enligt Sperry Rail anledningen till att den som ska verifiera använder kilometer- och bandelsinformationen för att hitta fram till en misstänkt defekts ungefärliga område och sedan använder GPS-positionen från tåget för att lokalisera det misstänkta felet.

Av Infranord Mätenhetens arbetsinstruktion *Manuell OFP av räler och rälskomponenter i spår* framgår att under uppsökning av fel ska den som verifierar gå efter den GPS-punkt som syns i handdatorn tillhandahållen av Sperry Rail. GPS-punkten beskrivs vara mer träffsäker än kilometerangivelsen. Vidare anges att stolpnummer eller närliggande signal alltid ska fyllas i under notering. Relevant lokal information som rör felet ska också fyllas i. Som exempel anges bland annat slag från tåg, visuellt synlig spricka, om en hel räl från svets till svets ska bytas ut och flera fel över en viss längd. Vidare anges att om angiven kilometer- eller meterangivelse inte stämmer med aktuell längdmätning i spåret ska detta ändras i handdatorn på varje fel som rapporteras.

Märkning av fel

I *TRVINFRA-00015 Banöverbyggnad, Oförstörande provning* beskrivs att verifierade fel från ultraljudskontrollen tillhörande grupp 1 och 2 ska märkas ut väl synligt i anläggningen med antingen vit beständig färg eller vit fetkrita. Dåligt synlig märkning av grupp 2-fel som upptäcks vid säkerhetsbesiktning ska förstärkas av besiktningsman.

Fel utan utbredning i längdriktningen ska märkas med ett lodrätt streck längs hela rälhöjden exakt vid felstället och med en pil riktad mot felet.



Figur 32. Utdrag från Infranord Mätenhetens arbetsinstruktion *Manuell OFP av räler och rälskomponenter i spår*. Exempelbild på hur fel utan utbredning i längdriktningen ska markeras i anläggningen. Källa: Infranord Mätenheten

Fel med liten utbredning i längdriktningen ska märkas med ett "U" runt felstället längs hela rälhöjden och med en pil riktad mot felet.

Fel med stor utbredning, mer än en meter, i längdriktningen ska märkas med ett lodrätt streck längs hela rälhöjden på var sida om felet, en streckad linje på rälfoten mellan de lodräta strecken och pilar riktade mot fel närmast de lodräta strecken på ömse sidor om felstället.

Enligt Infranord Mätenhetens arbetsinstruktion *Manuell OFP av räler och rälskomponenter i spår* ska även felets kilometertal anges med fet krita i räslivet och vid grupp 2-fel ska "Gr2" skrivas i räslivet. Att felets kilometertal ska anges berörs inte i Trafikverkets krav *TRVINFRA-00015 Banöverbyggnad, Oförstörande provning* men fanns tidigare angivet i det dokument som TRVINFRA-00015 ersatt.



Figur 33. Utdrag från Infranord Mätenhetens arbetsinstruktion *Manuell OFP av räler och rälskomponenter i spår*. Exempelbild på hur fel med stor utbredning ska markeras i anläggningen. Källa: Infranord Mätenheten

Fel som verifieras men inte når upp till kriterierna för grupp 1 eller 2 ska enligt Sperry Rails processbild för ultraljudskontroll och Infranord

Mätenhetens arbetsinstruktion *Manuell OFP av räler och rälskomponenter i spår* märkas med en vit prick på räls huvudets ytterkant.

Senaste kontroller på den aktuella sträckan före händelsen

Enligt data från Sperry Rail kördes ultraljudståget på spår N2 mellan Kummelby och Häggvik senast före händelsen den 13 mars 2020. Det vill säga 11 månader före urspårningen. Tåget registrerade vid det tillfället 12 möjliga defekter mellan kilometer 12+610 och 13+013 på spår N2, bandel 433, som analyserades och registrerades i Sperry Rails system SDMS.

Analyzed ID	Run Date	UID	Priority	District	Eir	Track	KM Post	UIC	Suspect State	Verifier	Verified Date
85829	13-Mar-2020	64839	2	LDÖ	433	2N	12 km 610 m	221	Verified Defect		31-Mar-2020
85828	13-Mar-2020	64838	1	LDÖ	433	2N	12 km 685 m	211	Verified Defect		31-Mar-2020
85878	13-Mar-2020	64880	1	LDÖ	433	2N	12 km 687 m	221	Verified Defect		31-Mar-2020
85827	13-Mar-2020	64837	1	LDÖ	433	2N	12 km 691 m	221	Verified Defect		31-Mar-2020
85826	13-Mar-2020	64836	2	LDÖ	433	2N	12 km 755 m	221	Verified Defect		31-Mar-2020
85825	13-Mar-2020	64835	2	LDÖ	433	2N	12 km 841 m	221	Verified Defect		31-Mar-2020
85824	13-Mar-2020	64834	2	LDÖ	433	2N	12 km 894 m	221	Verified Defect		31-Mar-2020
85877	13-Mar-2020	64879	2	LDÖ	433	2N	12 km 912 m	221	Verified Defect		31-Mar-2020
85823	13-Mar-2020	64833	1	LDÖ	433	2N	12 km 920 m	221	Verified Defect		31-Mar-2020
85822	13-Mar-2020	64832	2	LDÖ	433	2N	12 km 935 m	221	Verified Defect		01-Apr-2020
85821	13-Mar-2020	64831	2	LDÖ	433	2N	12 km 939 m	221	Verified Defect		01-Apr-2020
85819	13-Mar-2020	64829	1	LDÖ	433	2N	13 km 13 m	221	Verified Defect		01-Apr-2020

Figur 34. Utdrag över verifierade defekter från den senaste ultraljudskontrollen på sträckan. Källa: Infranord Mätenheten.

Defekterna kontrollerades och verifierades därefter den 31 mars och 1 april av en OFP-tekniker från Infranord Mätenheten. OFP-teknikern var certifierad i Ultraljudnivå 2 järnväg.

OFP-teknikern har vid intervju uppgett att han hittade fram till defekterna med hjälp av GPS-funktionen som ”räknar ned” i handdatorn. OFP-teknikern klassificerade defekterna från tåget enligt Trafikverkets kriterier. Han laddade sedan upp informationen till Sperry Rails system, SMDS.

OFP-teknikern har uppgett att han känner till att kilometeruppgifterna från ultraljudståget inte alltid är helt korrekta. Han fyllde därför i numret på den närmaste kontaktledningsstolpen i kommentarsfältet som finns tillgängligt för varje defekt i handdatorn när han rapporterade. Han ”catchade” också GPS-positionen i handdatorn vid registreringen av defekterna. Han ändrade dock inte någon kilometeruppgift i handdatorn vid rapporteringen.

Från Sperry Rails system överfördes de defekter som klassificerats som grupp 1 eller 2 till Trafikverkets system Bessy vilket var 11 av defekterna. En defekt på kilometer 12+755 verifierades som en defekt tillhörande grupp 3. Det är fel som är så pass små att ingen åtgärd krävs.

Sådana fel rapporteras till Sperry Rails system men rapporteras inte vidare till Bessy.

I Bessy finns verifierade anmärkningar registrerade den 31 mars och den 1 april 2020 på spår N2 vid följande kilometertal: 12+610, 12+685, 12+687, 12+691, 12+841, 12+894, 12+912, 12+920, 12+935, 12+939 och 13+13. Anmärkningarna är registrerade som feltypen squat/227²⁴ (intryckning i räalhuvudet).

I Bessy finns även ett antal anmärkningar mellan kilometer 12 och 12+600 från den 26 och 30 mars 2020 varav anmärkningen på 12+571 är registrerad som ytfel/221. Övriga anmärkningar är registrerade som squat/227. Det finns inte någon anmärkning på kilometer 12+719 där det nio meter långa rälsbrottet uppstod.

OFP-teknikern som utförde den manuella verifieringen den 31 mars och 1 april har uppgett att den vita färgmarkeringen som hittats i spåret vid rälsbrottet kan vara gjord av honom. Han uppger vidare att eftersom positionsdata från tåget inte alltid är exakt skulle den vita markeringen kunna avse ett av de fel som han registrerat i Bessy med besiktningsnotering ”stolpe 12–13”. Kontaktledningsstolpe 12–13 finns enligt Trafikverkets baninformationssystem BIS vid kilometer 12+716. Mellan varje kontaktledningsstolpe är det mellan 50 och 60 meter. OFP-teknikern har uppgett att han tidigare haft kriterier som inte varit beständiga och att det kan vara orsaken till att det inte syns något kilometertal vid färgmarkeringen på rälen ett år senare. Han har också framfört att den vita färgen även skulle kunna vara från ett tidigare års anmärkning i Bessy som inte åtgärdats.

Tre av de verifierade anmärkningarna i Bessy från den 31 mars har en notering i fritext om att de ska finnas vid en kontaktledningsstolpe som har beteckning 12–13. Det är den kontaktledningsstolpe som är närmast platsen för rälsbrottet. Följande anmärkningar är noterade att finnas vid stolpe 12–13.

Km 12+685. Besiktningsnotering: *Stolpe 12–13 flera fel Längd: 5000 Djup: 0–15.* Anmärkning: Squat/227. Prioritet: M. Åtgärdsdatum 2020-06-16. Utförd åtgärd: Byte.

Km 12+687. Besiktningsnotering: *Stolpe 12–13 flera fel Längd: 2000 Djup: 0–15.* Anmärkning: Squat/227. Prioritet: M. Åtgärdsdatum 2020-06-16. Utförd åtgärd: Byte.

Km 12+691. Besiktningsnotering: *Stolpe 12–13 flera fel Längd: 3000 Djup: 0–15.* Anmärkning: Squat/227. Prioritet: M. Åtgärdsdatum 2020-06-16. Utförd åtgärd: Byte.

I data från Sperry Rail anges felkoden från ultraljudståget för anmärkningen på kilometer 12+685 meter till 211 (possible transverse defect away from rail end) och felkoden för anmärkningarna på

²⁴ Feltyp enligt UIC 712 R Rail defects.

kilometer 12+687 meter samt kilometer 12+691 meter till 221 (possible running surface defect away from rail end).

Anmärkningarna är i Bessy noterade som åtgärdade i juni 2020. Enligt uppgifter från Omexom som utförde åtgärder med anledning av anmärkningarna i Bessy har räl bytts från kilometer 12+685 till 12+705. Omexom har uppgett att de inte kontrollerar andra platser än de som är angivna med kilometertal i Bessy och åtgärdar de fel som finns där. För att lokalisera defekterna utgår Omexom från kilometertalen som anges i Bessy och färgmarkeringar med kilometerangivelse i rälen. Kilometerstolparnas nummer kan vara till hjälp för navigeringen fram tills de börjar söka i spåret. Vid intervju uppgav Omexom att GPS-uppgifter inte delges via Bessy.

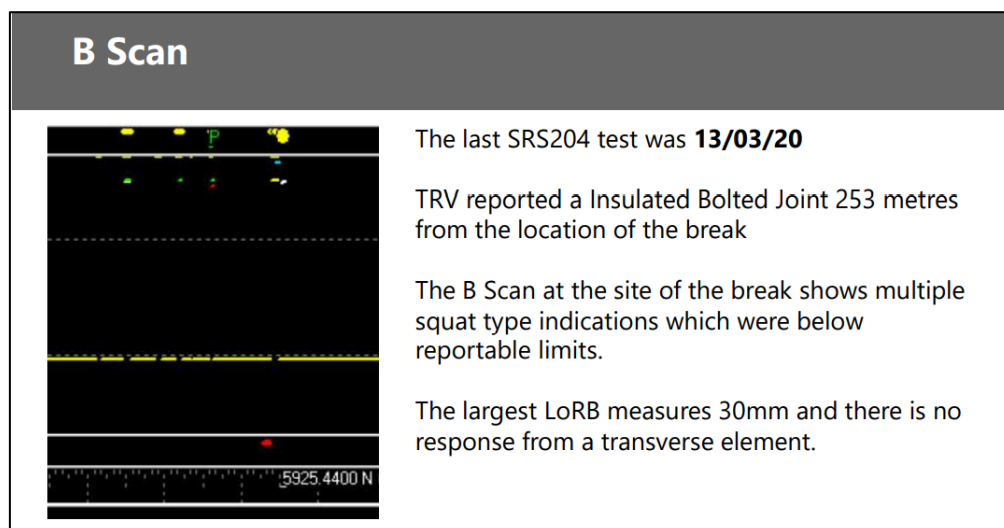
Omexom har uppgett att antalet OFP-anmärkningar ökat inom åtgärdsområdet och att de före händelsen skrivit och påtalat detta för Trafikverket.

Efter händelsen besiktigade Trafikverket och en oberoende besiktningsman kilometer 12. Vid besiktningen utgick man från Bessy-anmärkningar från 2020. I anteckningar från besiktningen anges att räl är utbytt på kilometer 12+685–12+705 samt på kilometer 12+735–12+743.²⁵ På kilometer 12+717, 12+719 och 12+728 identifierades vid besiktningen vit markering i anläggningen men ingen anmärkning från 2020 i Bessy. På kilometer 12+737, 12+739 och 12+740 anges att räl är bytt men att vit markering finns i anläggningen. SHK har tagit del av Bessy-anmärkningar från 2018 och framåt. I Bessy finns en OFP-anmärkning från 2018 på kilometer 12+733. Anmärkningen är klassificerad som squat/227 med följande kommentar: *Stolpe 12–13 flera fel Längd: 2500 Djup: 0–10*. Anmärkningen är registrerad som åtgärdad genom byte av räl.

Vid besiktningen noterade Trafikverket att det fanns färgmarkeringar vid kilometer 12+886–12+888. I Bessy finns en anmärkning från 2020 på kilometer 12+894 om flera fel på en sträcka av 20 meter noterad som åtgärdad genom byte av räl. Enligt besiktningsnoteringarna var räl dock endast bytt från kilometer 12+894–12+903. Vidare noterades vid besiktningen att det fanns färgmarkeringar vid kilometer 12+923–12+931. I Bessy finns en anmärkning från 2020 på kilometer 12+920 om flera fel på en sträcka av 30 meter noterad som åtgärdad genom byte av räl. Enligt besiktningsnoteringarna var räl endast bytt på kilometer 12+912–12+922. Enligt Trafikverket har Omexom uppgett att felen åtgärdats med delvis rälbyte, delvis påsvets. Trafikverket har med anledning av ovanstående efterfrågat en handlingsplan för uppdaterade återrapporteringsrutiner som tydligare beskriver entreprenörens verkligt utförda åtgärder i anläggningen.

²⁵ I besiktningsdokumentation redovisas uppgifter för km 12+130–13+030. SHK har valt att redovisa uppgifterna närmast km 12+719.

Sperry Rail har efter förfrågan från SHK gått igenom indikationer på mindre defekter som finns sparade i Sperry Rails system men som inte rapporterats vidare till Trafikverket. I Sperry Rails data finns mättågsindikationer på "Squat type"-fel under gränsen för Trafikverkets kriterier för rapportering vid kilometer 12+712 (se figur 35). Indikeringarna visade på en 30 millimeter långsgående spricka men inte någon tvärgående spricka. Gränsen för rapportering till Trafikverket var 100 millimeter långsgående indikationer eller indikationer på 10 millimeter djup.



Figur 35. Sperry Rails data visar att det fanns indikationer på mindre defekter som inte uppfyllde rapporteringsgränsen till Trafikverket vid kilometer 12+712. Källa: Sperry Rail.

Säkerhetsbesiktningar

Omexom utför utöver att åtgärda OFP-fel även säkerhetsbesiktningar av spåranläggningen på uppdrag av Trafikverket. I uppdraget ingår både besiktning och åtgärder vid behov. Säkerhetsbesiktningen utförs genom okulär kontroll av anläggningen. Vid besiktningen kontrolleras bland annat räil, slippers, stängsel och brunnar. På den aktuella sträckan utfördes säkerhetsbesiktningar tre gånger per år. Den senaste besiktningen före händelsen skedde den 26 oktober 2020.

I Bessy finns inga säkerhetsbesiktninganmärkningar avseende räil från den 26 oktober 2020 på kilometer 12. Det finns en anmärkning om "head checks" (ytsprickor i farkanten) på kilometer 13+40 meter till 13+70 meter. Anmärkningen är noterad som åtgärdad den 4 november 2020. Från föregående säkerhetsbesiktning den 17 juni 2020 finns det en anmärkning på kilometer 12+840 till 12+865 om sliten räil som behöver bytas 25 meter mellan OFP-fel. Anmärkningen är noterad som åtgärdad den 11 september 2020.

Vid säkerhetsbesiktningen kontrollerade inte Omexom OFP-anmärkningar. Omexom har uppgett att det inte funnits några krav på att kontrollera OFP-anmärkningar vid säkerhetsbesiktningar. Omexom har därför vid säkerhetsbesiktningarna utgått från att OFP-anmärkningar omhändertas separat inom processen för OFP.

Trafikverket har hänvisat till att det i kravdokumentet *TDOK 2014:0240 Säkerhetsbesiktning av fasta anläggningar* under rubriken *Räl* anges att vid okulär kontroll av räl ska en förteckning över kvarliggande rärfel (felgrupp 2) enligt ultraljudrapport medtagas. I *TDOK 2014:0240* anges vidare att det vid okulär kontroll ska kontrolleras att inga förhållanden som kan leda till rälsbrott eller urspårning kan iakttagas. Enligt intervjuad projektledare för underhåll på Trafikverket är den senare skrivelsen vid och möjlig att tolka som att rärfel grupp 1 är ett förhållande som skulle kunna leda till rälsbrott och därför ska kontrolleras. Trafikverket har efter händelsen uppmärksammat att skrivelsen lämnat utrymme för olika tolkningar.

Efter händelsen har Omexom infört som rutin att vid säkerhetsbesiktningar ha med sig ett utdrag ur Bessy med OFP-anmärkningar. Syftet är att kontrollera att visuella skador som är färgmarkerade finns registrerade i Bessy och - om så inte är fallet - registrera dessa i Bessy, med en kommentar om att en oregistrerad defekt upptäckts vid säkerhetsbesiktning. Färgmarkeringar utan visuellt synlig defekt kontrollerar Omexom däremot inte vid säkerhetsbesiktningen. Att kontrollera sådana färgmarkeringar omfattas enligt Omexom inte av det kontrakt som finns mellan Omexom och Trafikverket.

Förebyggande bearbetning av räl

En av de underhållsaktiviteter som Trafikverket utför för att förebygga ytutmattnings är maskinell bearbetning av räl. Intervallet för slipning av rälen bygger på befintlig stålsort, axellast, årligt bruttotonnage och kurv-radie.

I Trafikverkets *Råd till krav TRVINFRA-00016 Banöverbyggnad Svetsning, bearbetning och smörjning* som ingår i Trafikverkets infrastrukturregelverk anges att preventiv slipning ska utföras maskinellt med sliptåg på nyinlagda rärlängder över 120 m eller ny spårväxel så att punkterna 1–3 uppfylls:

1. sker inom ett år efter iläggning.
2. sker innan fem miljoner bruttoton passerat efter inläggning.
3. nationellt kontrakt för rälbearbetning nyttjas.

I *TRVINFRA-00016* anges att underhållslipning ska utföras maskinellt med sliptåg på räl och spårväxel med återkommande intervall så att någon av punkterna 1 eller 2 uppfylls:

1. sker där trafikeringen är ≥ 5 Mbt/år.
2. sker där av Trafikverket identifierat behov finns.

Enligt *TRVINFRA-00016* ska korrektiv slipning utföras maskinellt med sliptåg på räl och spårväxel där skador eller defekter på rälen är mer omfattande än vad som kan avhjälpas med underhållslipning.

Kraven avseende bearbetning har enligt Trafikverket utvecklats genom åren. Trafikverket har inte funnit några uppgifter på att nuvarande krav i *TRVINFRA-00016* fanns framtagna redan 1993, då rälerna lades in på den aktuella sträckan. Under 1990-talet slipades räler endast mot räfflor och vågor. Dåvarande Banverket införde slipning mot ytskador och glödskal (restprodukt) från tillverkningen först efter ett besök hos Transportation Technology Center (TTCI) i USA i november 1995. Efter detta möte infördes regionala riktlinjer för sådan slipning någon gång från 1996 med början på Malmbanan. Därefter kom slipningen avseende ytskador och glödskal igång allt eftersom från 1997 och framåt. Trafikverkets bedömning är att slipning troligen kom igång år 2002 eller 2003 på den aktuella sträckan.

Den första dokumenterade slipningen skedde 2006. Därefter har rälen bearbetats 2014 och 2017. Enligt Trafikverket har slipningen inte skett helt enligt de intervall som anges i *TRVINFRA-00016*. En bearbetning var planerad att utföras 2019 men den uteblev. Det finns enligt Trafikverket inte dokumenterat varför bearbetningen uteblev men troliga orsaker har uppgetts vara att andra underhållsåtgärder prioriterats det året eller logistiska skäl som lett till en framflyttning av åtgärden.

4. ANALYS AV HÄNDELSEN

Detta avsnitt är en samlad analys av roller och ansvarsområden, rullande materiel och tekniska anläggningar, mänskliga faktorer och återkopplings- och kontrollmetoder, inklusive risk- och säkerhetsstyrning samt övervakningsprocesser²⁶.

Varför spårade tåget ur?

Under utredningen har SHK inledningsvis konstaterat att signal- och trafikledningssystemet har fungerat normalt och att tåget har framförts på ett normalt sätt. Loggen från lokets registreringsutrustning visar att föraren har utfört en lättare inbromsning till följd av nedförslut strax före urspårningen ägde rum. Något fordonsfel som skulle ha kunnat orsaka urspårningen har inte identifierats.

Under olycksplatsundersökningen identifierades att nio meter räl från den högra rälen i färdriktningen mellan Helenelund och Sollentuna pendeltågsstationer var sönderdelad i ett 20-tal större och mindre bitar. Vid undersökning av bitarna identifierade SHK tecken på föregående sprickbildning i större delen av rälhuvudet vid den första brottytan i

²⁶ Dessa punkter ingår i den rapporteringsstruktur som följer av Kommissionens genomförandeförordning (EU) 2020/572 av den 24 april 2020 om den rapporteringsstruktur som ska följas vid utredning av järnvägsolyckor och järnvägstillbud. Rubriksättningen har här anpassats efter olyckans typ och omfattning.

färdriktningen. De påträffade delarna omhändertogs av SHK för vidare undersökning.

Utredningen har visat att rälsbrottet orsakats av utmattning i rälen. Ytutmattningssprickor och parallella sprickor under farbanan har identifierats utmed hela den undersökta rälen. Vid den primära brottytan har ett flertal parallella sprickor initierat en vertikal spricka som lett till rälsbrottet. Propageringsriktningarna för yt-, parallell- och vertikalsprickorna kan härledas till normala laster som uppkommer mellan tåg och räls. Mörka fläckar på den högra men inte den vänstra rälen i godstågets färdriktning kan tyda på att den högra rälen är mer belastad av tryck- och friktionslaster. Rälen med mörka fläckar är ytterrälen i kurvan och de flesta tåg passerar i motsatt riktning under acceleration från Sollentuna pendeltågstation. Restbrotten vid utmattningssprickorna och överbelastningsbrotten vid övriga brottytor har skett genom sprödbrott. Samtliga av brotten har sannolikt skett i sekvens vid passagen av godståget natten mellan 10 och 11 februari 2021.

SHK har erhållit information från D-Rail AB, ett företag som inom ett pilotprojekt hade mätutrustning monterad på pendeltåg som passerade den aktuella sträckan före urspårningen. Enligt D-Rail AB har mätdata som företaget gått igenom efter urspårningen visat på en avvikelse i form av skevning (höjdskillnad mellan rälerna) dagen före urspårningen. Positionen för avvikelserna uppgavs av D-Rail AB vara i närheten av platsen för rälsbrottet och förekom första gången den 10 februari kl. 16.19 och därefter den 11 februari kl. 00.07. Avvikelsen skulle med reservation för osäkerheter i bl.a. positionsdata kunna vara ett tecken på att ett brott på rälen funnits tidigare på kvällen före godstågets passage. Brottet skulle i sådant fall sedan ha utvecklats under godstågets passage.

Undersökningen har visat att rälen värdens avseende hårdhet, brottsegghet, kemisk sammansättning och mekaniska egenskaper ligger inom specificerade intervall enligt den europeiska standarden *EN 13674-1 Railway applications - Track - Rail - Part 1: Vignole railway rails 46 kg/m and above*. Europastandarden gäller som svensk standard och hänvisas till i *Kommissionens förordning (EU) nr 1299/2014 av den 18 november 2014 om tekniska specifikationer för driftskompatibilitet avseende delsystemet Infrastruktur i Europeiska unionens järnvägssystem*. Undersökningen har vidare visat att rälmaterialet R260 är känsligt för ytutmattning när rälen utsätts för höga tryck- och friktionslaster. Omfattningen av sprickor i rälhuvudet tyder på en lång belastningsperiod där sprickor tillåts att propagera från yt-sprickor till parallella sprickor och slutligen till den vertikala sprickan. Eftersom brottytorna är nötta och korroderade har det varit svårt att kvantifiera hur lång belastningsperioden varit. Det bedöms dock rimligt att anta att det totalt rör sig om flera år där sprickan gått igenom de olika faserna från yt-spricka till vertikalspricka.

Varför upptäcktes inte sprickbildningen?

Med anledning av att sprickorna tyder på en lång belastningsperiod har SHK undersökt vilka åtgärder som vidtagits av infrastrukturförvaltaren för att förebygga och upptäcka sprickbildning i rälen. För att förebygga ytutmattning genomför Trafikverket förebyggande bearbetning av rälen, oförstörande provning (OFP) genom ultraljudskontroller och okulära besiktningar av rälen.

Förebyggande bearbetning av räl

En av de underhållsaktiviteter som Trafikverket utför för att förebygga ytutmattning är maskinell bearbetning av rälen. På den aktuella sträckan utfördes bearbetningen genom slipning. Intervallet för bearbetningen bestämdes utifrån ett antal parametrar, bland annat antal körda bruttoton på en sträcka. Under utredningen har det framkommit att avvikelser från det intervall som hade beslutats för den aktuella sträckan har skett. Rälen skulle senast ha slipats 2019 men slipades senast 2017. Det finns enligt Trafikverket inte dokumenterat varför det skett avvikelser från det planerade intervallet men troliga anledningar har uppgetts vara omprioriteringar inom underhållsbudgeten det året eller att slipningen har skjutits upp av logistiska skäl.

Till följd av att det saknas underlag till Trafikverkets beslut om att avvika från planerat intervall för slipning är det svårt att dra slutsatser om beslutet var grundat på en bedömning av att det inte skulle påverka spricktillväxt i rälen och i förlängningen säkerheten. Det intervall som planerats för var baserat på hur många bruttotonkilometer som Trafikverket bedömt att en räl kan utsättas för innan en bearbetning är lämplig. För att en avvikelse från det planerade intervallet ska tillåtas bör det enligt SHK:s mening som en del av infrastrukturförvaltarens riskhantering först analyseras vilka konsekvenser det kan medföra.

Bearbetning behöver för att vara effektiv göras innan sprickor vuxit till sig. Reglerna och kunskapen om bearbetning har enligt Trafikverket utvecklats under åren. I detta fall lades rälen ut 1993 och den första slipningen avseende ytutmattning gjordes enligt Trafikverket troligen år 2002 eller 2003. Den första dokumenterade slipningen skedde 2006. Sedan dröjde nästa slipning till 2014 och därefter till 2017. Det förefaller med de långa intervallen mellan slipning ha funnits potentiell tillväxttid under vilken parallella sprickor kan ha uppkommit.

Såvitt SHK förstått det så har inte den uteblivna bearbetningen kompensrats med någon annan åtgärd såsom exempelvis tätare OFP-kontroll. Trafikverket har uppgett att det sedan 2020 pågår en översyn av strategin för bearbetning bland annat med anledning av motorvagnars påverkan på rälen.

En konsekvens av att ett planerat intervall inte följs är att det försvårar utvärdering av om intervallet i sig är tillfyllest. Det kan sammanfattningsvis finnas skäl för Trafikverket att analysera och dokumentera

vilka spricktillväxtkonsekvenser som avvikelser från ett planerat intervall för slipning kan få.

Ultraljudskontroll för att upptäcka defekter och skador

OFP genom ultraljudskontroller syftar till att upptäcka defekter och skador i räler och komponenter på ett tidigt stadium och på så sätt undvika brott. Automatiserade kontroller med ett särskilt mätfordon, ”ultraljudståg”, utfördes vid tiden för händelsen av Sperry Rail på uppdrag av Trafikverket en gång per år på den aktuella sträckan. Den senaste kontrollen utfördes 11 månader före händelsen. Resultatet från ultraljudståget kontrollerades och verifierades av en certifierad OFP-tekniker från Infranord Mätenheten. Teknikern rapporterade därefter in uppgifterna till Sperry Rail som analyserade och bearbetade dem innan de rapporterades till Trafikverkets system Bessy. Omexom åtgärdade på uppdrag av Trafikverket verifierade OFP-defekter. Ur Bessy hämtade Omexom information om vilka anmärkningar som behövde åtgärdas.

Utredningen har visat att det inte fanns någon anmärkning från den senaste OFP-kontrollen som gjordes i mars 2020 registrerad i Bessy på den kilometerangivelse där rälsbrottet skedde, kilometer 12+719 meter. Det fanns inte heller någon kvarliggande anmärkning från tidigare OFP-kontroller på den kilometerangivelsen. Däremot fanns det ett flertal andra anmärkningar i Bessy om OFP-defekter på övriga delar av spår N2, kilometer 12.

Samtidigt fanns det färgmarkeringar på räldelar från rälsbrottet vid kilometer 12+719 meter av sådan typ som enligt Trafikverket endast används vid märkning av OFP-defekter i samband med verifiering av indikationer från ultraljudståget. Det fanns dock inte någon kilometerangivelse ritad på rälen vilket enligt Infranord Mätenhetens arbetsinstruktion ska skrivas på rälen vid märkning av verifierade OFP-defekter.

Detta väcker frågor av typen: Varför fanns det ingen anmärkning i Bessy när det fanns OFP-färg på rälen? Hade det identifierats en OFP-defekt på platsen före urspårningen som märkts ut med färg på rälen men inte registrerats i Bessy? Hade en OFP-defekt identifierats och märkts ut på rälen men registrerats på en annan kilometerangivelse i Bessy? Eller hade färgen tillförts vid något annat tillfälle?

Sperry Rail har efter förfrågan från SHK gått igenom sin databas som innehåller all mätdata från ultraljudståget, dvs. mer omfattande data än det urval som rapporteras vidare till Trafikverket. Vid genomgången har Sperry Rail hittat indikationer på en defekt vid kilometer 12+712 meter. Indikationerna var dock en bra bit under gränsen för vad som skulle rapporteras till Trafikverket. Gränsvärdena, 10 millimeter sprick-djup eller 100 millimeter längsgående spricka, grundar sig enligt Trafikverket på mät- och åtgärdstidstekniska skäl. Mättekniskt finns begränsningar i möjligheten att upptäcka en mindre spricka och

åtgärdstidstekniskt vill man undvika att få med mängder av fel som man behöver lägga resurser på att kontrollera utan att de innebär några risker ur ett trafiksäkerhetsperspektiv.

Det kan alltså konstateras att det inte fanns någon indikation från tåget om defekt över gränsen för rapportering på kilometer 12+719 meter. Det finns en möjlighet för OFP-tekniker som verifierar indikationerna från ultraljudståget att lägga till en defekt om hen upptäcker en sådan i anläggningen som inte finns med bland tågets indikationer. Någon sådan defekt hade inte rapporterats. Kvarstår gör frågan om färgmarkeringen i rälen kan avse någon annan registrerad anmärkning i Bessy?

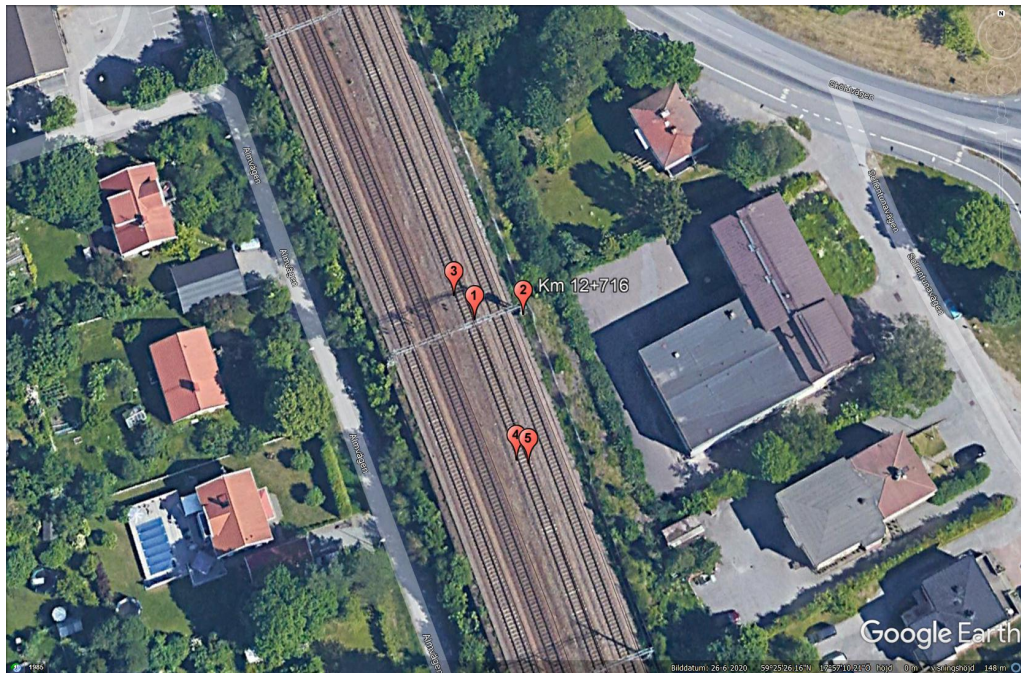
OFP-teknikern som kontrollerade och verifierade indikationerna från ultraljudståget i mars 2020 har uppgett att färgmarkeringen på rälen vid rälsbrottet skulle kunna vara utförd av honom och höra till ett av de fel som han verifierade. Han har uppgett att han vid rapporteringen fyllde i numret på den kilometerstolpe som stod närmast de fel som han verifierade. Detta gjorde han på grund av att kilometeruppgifterna från ultraljudståget inte är exakta. Han ändrade dock inte kilometertalet i sin handdator vid rapporteringen vilket enligt Infranord Mätenhetens arbetsinstruktion ska göras. Enligt OFP-teknikern skulle färgmarkeringen kunna avse felet vid kilometer 12+691 meter som han kommenterat med kilometerstolpe 12–13. Han har hänvisat till att färgen från den krita han tidigare använde för att rita ut kilometertal kan ha nöts bort sedan den ritades dit.

Från verifieringen i mars 2020 finns ett flertal anmärkningar på kilometer 12 registrerade i Bessy. Tre av anmärkningarna har kommentaren *stolpe 12–13 flera fel* varav närmsta anmärkning i förhållande till olycksplatsen har kilometerangivelse 12+691 meter. I kommentaren till anmärkningen anges fellängden till 3 meter. Som nämnts byttes räl från kilometer 12+685 meter till kilometer 12+705 meter i juni 2020. Omexom har uppgett att bytet gjordes till följd av anmärkningar i Bessy vid kilometer 12+685 meter, kilometer 12+687 meter och kilometer 12+691 meter. Att räl bytts på dessa meter bekräftades även vid Trafikverkets besiktning efter händelsen.

Omexom har uppgett att om de identifierar en defekt i Bessy ute i anläggningen så letar de inte vidare efter ytterligare defektmarkeringar som inte finns i Bessy. Skulle de inte hitta en defekt vid den position som anges i Bessy så letar de dock i närheten av den angivna positionen.

Med anledning av att kilometerangivelsen från ultraljudståget kan avvika med ett antal meter har SHK även tagit del av de GPS-uppgifter som finns registrerade för de verifierade defekterna. Dels finns GPS-positioner sparade i ultraljudstågets mätdata och dels sparas GPS-positioner när OFP-teknikern verifierar en defekt. De GPS-positioner som registreras vid verifieringen av defekter rapporteras via Sperry Rail vidare till Bessy.

I figur 36 har SHK märkt ut platsen för primärbrottet (1) och närmsta kontaktledningsstolpe (2) samt övriga relevanta positioner utifrån GPS-uppgifter. I figuren visas den närmsta OFP-anmärkningen enligt Bessy, kilometerangivelse 12+691 meter, dels utifrån ultraljudstågets GPS-position (4) och dels utifrån den GPS-position (5) som OFP-teknikern verifierade. I figuren visas också positionen (3) för den indikation som fanns i Sperry Rails data om en defekt under rapporteringsgränsen.



Figur 36. Positioner för primärbrott (1), kontaktledningsstolpe 12–13 (2), anmärkning under kriteriet för anmärkningar som ska rapporteras till Bessy (3), närmsta OFP-anmärkning enligt ultraljudståget som uppfyller rapporteringskriteriet (4), närmsta OFP-anmärkning enligt verifiering/Bessy (5). Bild från Google Earth, med positionsmarkeringar tillförda av SHK.

https://earth.google.com/web/@59.42396596,17.95280292,29.53804661a,143.61087405d,35y,0h,23.59401692t,360r?utm_source=earth7&utm_campaign=vine&hl=sv

Utifrån genomgången av GPS-data kan konstateras att den GPS-position som OFP-teknikern verifierade för kilometer 12+691 meter stämmer överens med GPS-positionen från ultraljudståget. Det är heller inte konstigt att positioner avviker något från varandra eftersom positionsangivelsen påverkas av var OFP-teknikern befinner sig när hen registrerar en defekt som verifierad. GPS-uppgifterna talar enligt SHK:s bedömning emot att det skulle vara platsen för rälsbrottet som avsågs vid verifieringen av defekten som i Bessy anges ha kilometerposition 12+691 meter.

Ett möjligt scenario är att färgmarkeringen vid kilometer 12+719 meter var avsedd att ingå i anmärkningen vid kilometer 12+691 meter med benämningen *flera fel*. Felutbredningen vid kilometer 12+691 meter anges emellertid till 3 meter i Bessy medan färgmarkeringen vid kilometer 12+719 var ca 30 meter längre bort.

OFP-teknikern har vidare uppgett att färgen också skulle kunna komma från ett tidigare års anmärkning som inte blivit åtgärdad trots att anmärkningen är noterad som åtgärdad i Bessy.

SHK har tagit del av utdrag från Bessy för perioden 2018–2020. Från 2018 finns en OFP-anmärkning i Bessy med noteringen *flera fel, 2,5 meter* på kilometer 12+733 meter. Med andra ord 14 meter från primärbrottet. Anmärkningen är registrerad som åtgärdad genom byte av räl. I, av Trafikverket, anlita oberoende besiktningsmans anteckningar från besiktning av sträckan efter urspårningen anges att räl var utbytt på kilometer 12+685–12+705 samt på kilometer 12+735–12+743. Vidare anges i anteckningarna att vit färgmarkering fanns vid bland annat kilometer 12+728 meter utan anmärkning i Bessy från 2020. Vid besiktningen jämfördes endast mot anmärkningar från 2020.

I besiktningsanteckningarna anges även att vit färg hittats på bland annat kilometer 12+737 meter trots att räl konstateras som bytt mellan kilometer 12+735 meter och 12+743 meter. I anteckningarna anges ett flertal andra platser på kilometer 12 där det finns vit färgmarkering men ingen anmärkning i Bessy från 2020. Vid besiktningen noterades även färgmarkeringar vid kilometer 12+886–12+888 och kilometer 12+923–12+931 som enligt besiktningsanteckningarna hörde till anmärkningar som var rapporterade i Bessy som åtgärdade genom byte av räl. Enligt Trafikverket har entreprenören uppgett att felen åtgärdats med delvis rälsbyte, delvis påsvets. Trafikverket har med anledning av ovanstående efterfrågat en handlingsplan för uppdaterade återrapporteringsrutiner som tydligare beskriver entreprenörens verkligt utförda åtgärder i anläggningen. Vid tiden för händelsen följde Trafikverket normalt upp åtgärderna genom att i Bessy kontrollera att de noterats som åtgärdade. Trafikverket har efter händelsen beslutat att följa upp allt åtgärdande av OFP-fel på plats i anläggningen, och inte bara via system.

På den lista med indikationer från ultraljudståget som OFP-teknikern verifierade fanns det också en indikation om en defekt på kilometer 12+755 meter. Defekten är noterad som en ”3:a”, vilket enligt Sperry Rail innebär att den inte har uppfyllt Trafikverkets rapporteringskrav. I ovan nämnda besiktningsanteckningar finns en notering om vit färg vid kilometer 12+760 meter som inte finns med i Bessy-anmärkningar från 2020.

Sammanfattningsvis kan konstateras att ultraljudståget vid den senaste körningen före händelsen inte registrerat någon defekt motsvarande kriterierna för när en defekt ska rapporteras på platsen för rälsbrottet. Däremot har mindre indikationer registrerats i nära anslutning till platsen 11 månader före händelsen. Eftersom indikationerna som ultraljudståget har registrerat i rälen på platsen inte varit tillräckligt stora för att rapporteras vidare i systemet för ultraljudskontroll så har några åtgärder inte vidtagits. SHK har inte lyckats fastställa varför det ändå fanns OFP-färg på räldelar från rälsbrottet. En möjlig förklaring kan vara att färgen tillförts i samband med verifiering av andra defekter på sträckan men inte rapporterats på ett sådant sätt att den färgmärkta platsen blivit föremål för åtgärd.

Oavsett varför färgen tillkommit så kan det konstateras att ultraljudståget inte registrerade någon indikation på defekt över gränsen för vad

som ska rapporteras. I samverkan med andra infrastrukturförvaltare i Europa och aktörer som kör ultraljudståg arbetar Trafikverket med att utveckla metoderna för att kunna upptäcka defekter i ett tidigare skede. En utmaning i arbetet är att hitta ett sätt att få larm om rätt defekter utan att generera ett högt antal felaktiga larm. En annan utmaning är att vertikala sprickor kan döljas under parallella sprickor vid ultraljudsundersökning.

Ultraljudståget kördes vid tiden för händelsen en gång per år på den aktuella sträckan. Sperry Rail som hade uppdraget att köra tåget har uppgett att vilket intervall som tillämpas skiljer sig åt mellan deras kunder där det tätaste intervallet är åtta veckor. Enligt Trafikverket är det främst England som tillämpat åtta veckor på grund av specifika problem de haft med rälsbrott. Det intervall som Trafikverket tillämpar på sträckan är enligt Trafikverket ett vanligt intervall i Europa. Om Trafikverket får indikationer om problem på en sträcka, t.ex. ett ökat antal OFP-anmärkningar, kan en riskanalys initieras. Efter urspårningen i Häggvik genomförde Trafikverket en riskanalys där en del risker kopplade till OFP-anmärkningar analyserades. Analysen resulterade i att ultraljudståget under en tvåårsperiod körs två gånger per år inom det område som urspårningsplatsen tillhör. Här kan det enligt SHK finnas skäl för Trafikverket att analysera om det kan finnas även andra områden där det är motiverat med ett tätare intervall.

Före händelsen tillskrev Omexom Trafikverket om att antalet OFP-anmärkningar ökat inom Omexoms åtgärdsområde. Detta ledde i det skedet inte till någon riskanalys av Trafikverket såvitt SHK känner till. Händelsen visar på att det kan finnas skäl för Trafikverket att se över hur förändringar i antalet rapporterade anmärkningar följs upp. Det kan även finnas skäl att vidare undersöka varför antalet OFP-anmärkningar ökat.

Lokalisering av defekter

Av betydelse för att lokalisera och åtgärda defekter som kan leda till olyckor är att positionsuppgifter är korrekta och hanterade på ett enhetligt sätt. Som framgått har OFP-teknikern uppgett att kilometeruppgifterna sällan är korrekta och att han därför fyllde i numret på närmaste kontaktledningsstolpe i kommentarsfältet i Bessy. Han ändrade däremot inte kilometerangivelsen vid rapporteringen trots att det rent tekniskt går att göra. Samtidigt har Omexom uppgett att det är kilometertalet som de utgår från. Omexom kan ta hjälp av kilometerstolpenummer för en första navigering fram till platsen men sedan går de efter kilometerangivelse. Här finns det enligt SHK en uppenbar risk att outtalad information förloras: att OFP-teknikern genom att skriva in numret på kontaktledningsstolpe menar att den ska ersätta kilometerangivelsen blir inte uppenbart för mottagaren av informationen. OFP-teknikern har uppgett att Omexom brukar höra av sig om det är några frågetecken om rapporterade uppgifter eller svårigheter att lokalisera defekterna men att de inte gjort det i detta fall. Under utredningen har det framkommit att GPS-uppgifterna i Bessy inte används av Omexom

som stöd för att lokalisera felen vid åtgärd. Det förefaller finnas potential för en utveckling mot ett mer enhetligt användande av positionsuppgifter. Här kan det finnas skäl för Trafikverket att tillsammans med sina entreprenörer se över hur positionsuppgifter i praktiken rapporteras och används idag, utvärdera varför eventuella avvikelser sker och hur det kan säkerställas att information inte förloras längs vägen.

Säkerhetsbesiktning

Ett ytterligare tillfälle när skador på rälen kan upptäckas är vid den okulära kontroll som görs som säkerhetsbesiktning tre gånger per år. Omexom som även hade det uppdraget har uppgett att besiktningspersonalen inte iakttog något avvikande vid den senaste säkerhetsbesiktningen som skedde av kilometer 12 i oktober 2020. I Bessy finns inte heller några säkerhetsbesiktningsanmärkningar avseende räl från den senaste säkerhetsbesiktningen. Från föregående säkerhetsbesiktning den 17 juni 2020 finns det en anmärkning på kilometer 12+840 till 12+865 om sliten räl som behöver bytas 25 meter mellan OFP-fel. Anmärkningen är noterad som åtgärdad den 11 september 2020. Det kan konstateras att det skett byten av räl på ett flertal avsnitt av kilometer 12.

Det kan vidare konstateras att de ytdefekter och mörka fläckar som identifierats på rälen efter händelsen bör ha varit synliga vid det okulära besiktningstillfället i oktober 2020. Omexom har uppgett att det inte funnits några krav på att kontrollera OFP-anmärkningar vid säkerhetsbesiktningar. Omexom har därför när de vid säkerhetsbesiktning iakttagit OFP-färgmarkerad räl utgått från att det varit OFP-anmärkningar som omhändertogs separat inom processen för OFP.

Trafikverket har hänvisat till att det i Trafikverkets kravdokument *TDOK 2014:0240 Säkerhetsbesiktning av fasta anläggningar* under rubriken *Räl* anges att vid okulär kontroll av räl ska en förteckning över kvarliggande rälfel (felgrupp 2) enligt ultraljudrapport medtagas. I *TDOK 2014:0240* anges vidare att det vid okulär kontroll ska kontrolleras att inga förhållanden som kan leda till rälsbrott eller urspårning kan iakttagas. Trafikverket har dock uppmärksammat att skrivelsen lämnat utrymme för olika tolkningar.

Efter händelsen har Omexom infört som rutin att vid säkerhetsbesiktningar ha med sig ett utdrag ur Bessy med OFP-anmärkningar. Syftet är att kontrollera att visuella skador som är färgmarkerade finns registrerade i Bessy och - om så inte är fallet - registrera dessa i Bessy, med en kommentar om att en oregistrerad defekt upptäckts vid säkerhetsbesiktning. Färgmarkeringar utan visuellt synlig defekt kontrollerar Omexom däremot inte vid säkerhetsbesiktningen. Att kontrollera sådana färgmarkeringar omfattas enligt Omexom inte av det kontrakt som finns mellan Omexom och Trafikverket.

Här kan det enligt SHK finnas skäl för Trafikverket att tydliggöra vilka kontroller avseende OFP-anmärkningar som ska och kan göras vid en

säkerhetsbesiktning. Vidare kan det finnas skäl för Trafikverket att tillsammans med berörda entreprenörer se över överensstämmelsen mellan färgmarkeringar i spåret och registreringar i Bessy och ur ett bredare perspektiv följa upp hur rapportering och märkning görs i praktiken.

Tidigare händelser av liknande art

SHK har inte undersökt någon liknande händelse tidigare.

5. SLUTSATSER

a) Slutsatser avseende orsakerna till händelsen

Urspårnningen orsakades av en rälutmattning som efter en lång belastningsperiod propagerat till en vertikal spricka och utlöst ett rälsbrott.

Sprickbildningen hade inte identifierats eller omhändertagits inom infrastrukturförvaltarens system för förebyggande underhåll.

b) Åtgärder som vidtagits efter händelsen

- Trafikverket har beslutat att följa upp allt åtgärdande av OFP-fel ute i anläggningen, och inte bara via system.
- Trafikverket har efterfrågat handlingsplan från berörd entreprenör för förbättrade återrapporteringsrutiner och bättre dokumentation av utförda åtgärder i anläggningen.
- Trafikverket har gått igenom säkerhetsbesiktningens utförande med berörd entreprenörs besiktningansvariga.
- Trafikverket har initierat en analys av risker kopplade till OFP-anmärkningar.
- Trafikverket har beslutat att under de närmsta två åren ska OFP-mätning utföras två gånger per år i det aktuella området.
- Omexom har infört som rutin att även kontrollera synliga OFP-anmärkningar vid säkerhetsbesiktning.
- Omexom har infört som rutin att måla över vit färg vid slipning/påsvets.

c) Övriga iakttagelser

Inga.

d) Utredningsresultat

- a) Föraren hade erforderlig behörighet.
- b) Tåget har framförts normalt.
- c) Signal- och trafikledningssystemet har fungerat normalt.
- d) Något fordonsfel som skulle kunna ha orsakat urspårningen har inte identifierats.
- e) Vid olycksplatsundersökningen identifierades att det saknades nio meter räls från höger räl på spår N2 mellan Kummelby och Häggvik.
- f) Det fanns tecken på föregående sprickbildning i större delen av rälhuvudet vid den första brottytan i färdriktningen.
- g) Materialundersökning har visat att rälsbrottet orsakats av utmattning i rälen.
- h) Rälen bearbetades senast 2017. En bearbetning var planerad 2019 men uteblev.
- i) Resultat från ultraljudstågspassage 11 månader före händelsen visade inte på någon defekt som uppfyllde rapporteringsgräns på platsen för primärbrottet.
- j) Resultatet från ultraljudståget 11 månader före händelsen visade på flera andra defekter på kilometer 12.
- k) Ultraljudstågsresultatet kontrollerades och verifierades av en behörig OFP-tekniker.
- l) Ett flertal anmärkningar på kilometer 12 verifierades och åtgärdades i juni 2020.
- m) Resultat från ultraljudståget 11 månader före händelsen visade på en indikation på defekt under rapporteringsgräns nära platsen för primärbrottet.
- n) Rälldelar från rälsbrottet var markerade med färg av sådan sort som normalt används vid OFP-verifiering.
- o) Vid säkerhetsbesiktningen 3,5 månader före urspårningen utgick entreprenören som utförde besiktningen från att OFP-anmärkningar omhändertogs separat.

6. SÄKERHETSREKOMMENDATIONER

Trafikverket rekommenderas att:

- Fortsätta sitt utvecklingsarbete för att i ett tidigare skede kunna identifiera sprickbildning i räil. (Se avsnitt 4) (*RJ 2022:02 R1*)
- Från ett helhetsperspektiv se över hur nuvarande system för att förebygga att ytutmattning leder till rälsbrott kan förbättras. Översynen bör innefatta utvärdering av tillämpade intervall för oförstörande provning, uppföljning av hur defekter lokaliseras, rapporteras, och märks ut i praktiken samt analys av vilka konsekvenser avvikande från beslutade intervall för förebyggande bearbetning kan medföra. (Se avsnitt 4) (*RJ 2022:02 R2*)

Transportstyrelsen rekommenderas att:

- Inom ramen för sin tillsyn följa upp de åtgärder som Trafikverket vidtar med anledning av rekommendationerna RJ 2022:02 R1 och RJ 2022:02 R2 (Se avsnitt 4). (*RJ 2022:02 R3*).

Statens haverikommission emotser besked **senast den 5 september 2022** om vilka åtgärder som har vidtagits med anledning av de rekommendationer som har lämnats i rapporten.

På Statens haverikommissions vägnar

Jenny Ferm

Eva-Lotta Högberg