



Kalustonsiirtojunan suistuminen Oulunkylässä 2.12.2021



R2021-04

ALKUSANAT

Onnettomuustutkintakeskus päätti turvallisuustutkintalain (525/2011) 2 §:n nojalla tutkia 2.12.2021 Oulunkylässä tapahtuneen metron siirtojunan suistumisen.

Tutkintaryhmän johtajaksi nimettiin erikoistutkija Mikko Tikkanen ja jäseniksi erikoistutkija Hannu Hänninen ja diplomi-insinööri Eero Jaakola. Tutkinnanjohtaja oli johtava tutkija Lasse Laatta.

Turvallisuustutkinnan tarkoituksena on yleisen turvallisuuden lisääminen, onnettomuuksien ja vaaratilanteiden ehkäiseminen sekä onnettomuuksista aiheutuvien vahinkojen torjuminen. Turvallisuustutkintaa ei tehdä oikeudellisen vastuun kohdentamiseksi.

Turvallisuustutkinnassa selvitetään tapahtumien kulku, syyt ja seuraukset sekä tehdyt pelastustoimet ja viranomaisten toiminta. Tutkinnassa selvitetään erityisesti, onko turvallisuus otettu riittävästi huomioon onnettomuuteen johtaneessa toiminnassa sekä onnettomuuden tai vaaran aiheuttajina taikka kohteina olleiden laitteiden ja rakenteiden suunnittelussa, valmistuksessa, rakentamisessa ja käytössä. Lisäksi selvitetään, onko johtamis-, valvonta- ja tarkastustoiminta asianmukaisesti järjestetty ja hoidettu. Tarvittaessa on myös selvitettävä mahdolliset puutteet turvallisuutta ja viranomaisia koskevissa säännöksissä ja määräyksissä.

Tutkintaselostus sisältää selostuksen onnettomuuden kulusta, onnettomuuteen johtaneista tekijöistä ja onnettomuuden seurauksista sekä asianomaisille viranomaisille ja muille toimijoille osoitetut turvallisuussuositukset sellaisiksi toimenpiteiksi, jotka ovat tarpeen yleisen turvallisuuden lisäämiseksi, uusien onnettomuuksien ja vaaratilanteiden ehkäisemiseksi, vahinkojen torjumiseksi sekä pelastus- ja muiden viranomaisten toiminnan tehostamiseksi.

Onnettomuuteen osallisille sekä tutkittavan onnettomuuden alalla valvonnasta vastaaville viranomaisille on varattu tilaisuus antaa lausuntonsa tutkintaselostuksen luonnoksesta. Lausunnot on otettu huomioon tutkintaselostusta viimeisteltäessä. Yhteenvedo lausunnoista on tutkintaselostuksen lopussa. Yksityishenkilöiden antamia lausuntoja ei turvallisuustutkintalain mukaisesti julkaista.

Tutkintaselostuksen tiivistelmän sekä johtopäätökset ja turvallisuussuositukset on käännetty ruotsin ja englannin kielille Semantix Oy.

Tutkintaselostus ja sen tiivistelmä on julkaistu 13.9.2022 Onnettomuustutkintakeskuksen verkkosivuilla osoitteessa www.turvallisuustutkinta.fi.

SISÄLLYSLUETTELO

ALKUSANAT	2
1 TAPAHTUMAT	5
1.1 Tapahtumien kulku.....	5
1.1.1 Tapahtuma-aika ja -paikka.....	5
1.1.2 Tapahtumien kuvaus	5
1.2 Hälytykset ja pelastustoimet.....	7
1.3 Seuraukset.....	8
1.3.1 Henkilövahingot.....	8
1.3.2 Kalusto-, rata- ja laitevauriot.....	8
1.3.3 Ympäristövahingot.....	8
1.3.4 Liikennehäiriöt	8
2 TAUSTATIEDOT	9
2.1 Toimintaympäristö, laitteet ja järjestelmät.....	9
2.1.1 Kalusto	9
2.1.2 Rata.....	21
2.1.3 Turvalaitteet	21
2.1.4 Viestintävälineet.....	22
2.2 Olosuhteet	22
2.2.1 Sääolosuhteet	22
2.2.2 Työskentelyolosuhteet	22
2.3 Tallenteet.....	24
2.3.1 Veturin kulunrekisteröintilaitteen tallenne	24
2.3.2 Asetin- ja turvalaitetallenne	24
2.3.3 Liikenteenohjauksen puherekisteritallenteet	24
2.3.4 Muut tallenteet.....	24
2.4 Onnettomuuteen liittyvät henkilöt, organisaatiot ja turvallisuudenhallinta	24
2.4.1 Onnettomuudessa osallisina olleet henkilöt	24
2.4.2 Organisaatiot	25
2.4.3 Turvallisuudenhallinta	25
2.5 Viranomaisten ennalta ehkäisevä toiminta.....	27
2.6 Pelastustoiimiin osallistuneet organisaatiot ja niiden toimintavalmius.....	27
2.7 Säädökset, määräykset ja ohjeet.....	28
2.7.1 Lait, asetukset ja sopimukset	28
2.7.2 Liikenne- ja viestintäviraston määräykset.....	28
2.7.3 Väyläviraston ohjeet.....	29

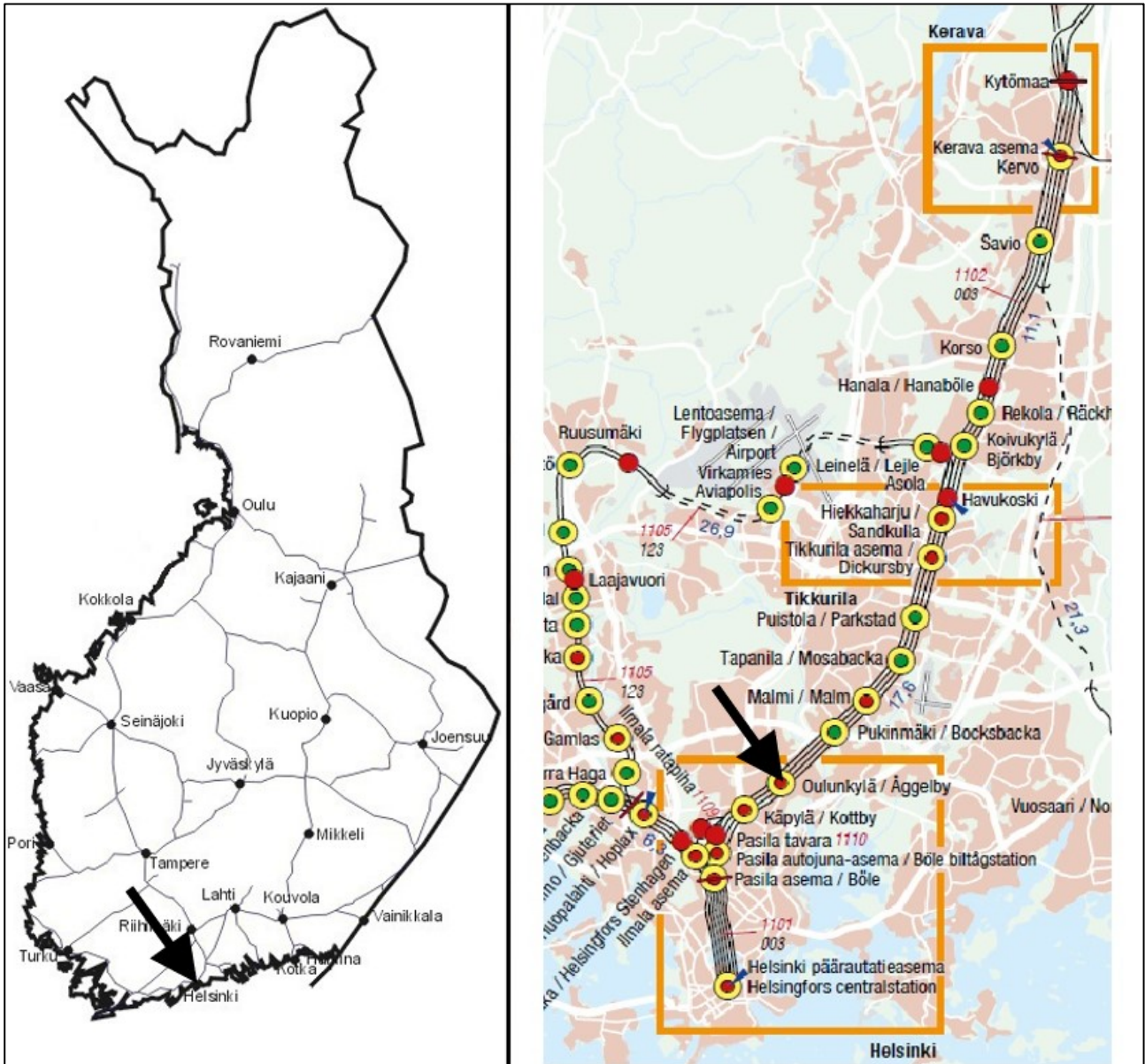
2.7.4	Toimijoiden sisäiset ohjeet	29
2.8	Muut selvitykset.....	30
2.8.1	VR-Yhtymä Oy:n tutkinta	30
2.8.2	Onnettomuustutkintakeskuksen ja VR-FleetCare:n testit	30
3	ANALYYSI	31
3.1	Tapahtuman analysointi.....	31
3.1.1	Metrojen saneeraus ja siirrot.....	31
3.1.2	Siirtojunien valmistelu.....	32
3.1.3	Kytkeminen ja lähtö.....	32
3.1.4	Siirtojunan katkeaminen.....	33
3.1.5	Törmääminen ja suistuminen	33
4	JOHTOPÄÄTÖKSET	34
5	TURVALLISUUSSUOSITUKSET	35
5.1	Riskienarvioinnin päivittäminen.....	35
5.2	Hinausadapterien ja muiden junien kytkentään käytettävien apulaitteiden käyttö ja kunnossapito	35
5.3	Junan katkeamisen aiheuttaman riskin huomioiminen	36
5.4	Toteutetut toimenpiteet.....	36
	LÄHDELUETTELO	37
	YHTEENVETO TUTKINTASELOSTUSLUONNOKSESTA SAADUISTA LAUSUNNOISTA.....	38

1 TAPAHTUMAT

1.1 Tapahtumien kulku

1.1.1 Tapahtuma-aika ja -paikka

Onnettomuus tapahtui torstaina 2.12.2021 kello 19.56 Oulunkylässä Käpylän ja Pukinmäen välillä, Pasilan ja Riihimäen välisellä rataosalla numero 1102, ratakilometrillä 0006+0900.



Kuva 1. Onnettomuus tapahtui Helsingin pohjoisosassa Oulunkylässä. (Pohjakartta: Väylävirasto, Merkinnät: OTKES)

1.1.2 Tapahtumien kuvaus

Onnettomuudessa kalustonsiirtojuna T4947 suistui kiskoilta. Juna koostui Dv12-dieselveturista, M100-metrojunasta ja A17-mittausvaunusta. Peruskorjattua M100-metrojunaa oltiin siirtämässä jarruttomana Ilmalan varikolta Vuosaaren satamaradan kautta

metrovarikolle. A17-mittausvaunu toimi junassa jarruvaununa ja siinä matkusti kaksi huoltohenkilöä.

Juna T4947 oli muodostettu aiemmin iltapäivän ja illan aikana Ilmalan varikon raiteistolla. Kaksi veturinkuljettajaa oli ajanut Dv12-veturin ja siihen kytketyn A17-mittausvaunun Tampereen varikolta Helsingin Ilmalan varikolle metrojunan siirtoa varten. Ilmalan ratapihalla veturimiehistö oli raiteella 710 irrottanut mittausvaunun veturista. Tämän jälkeen toinen veturinkuljettajista oli kävellyt halliraitteen 715 pohjoispäähän. Toinen kuljettaja oli mennyt sinne veturilla ajaen.

Vaunuhallissa peruskorjauksessa ollut ja kuljetettavaksi tarkoitettu metrojuna oli siirretty hallin oville siirtolaitteella. Ennen veturin kytkemistä metrojunaan raiteella 715 metron päätykytkimen ja veturiin asennetun hinausadapterin välinen korkeusero oli säädetty pienemmäksi.

Juna oli tarkoitus muodostaa kahdessa vaiheessa siten, että ensin kytkettiin veturi metrojunaan, ja sen jälkeen kytkettiin muodostettu kokoonpano mittausvaunuun. Toinen veturinkuljettaja oli kytkenyt veturin kiinni metrojunaan toisen veturinkuljettajan tarkkaillessa kytkeytymistä. Metrojunan paikallaan pysyminen oli varmistettu kahdella pysäytyskengällä. Veturinkuljettajien kesken oli käytössä radiopuhelinyhteys. Kytkeytymistä tarkkaillut veturinkuljettaja oli huomannut, että pääsäiliöyhteys jäi vuotamaan. Ongelmaa oli yritetty ratkaista työntämällä veturilla rakoa tiukemmaksi.

Tämän jälkeen veturinkuljettajat olivat siirtäneet muodostetun kokoonpanon vaihtotyönä raiteelle 710 raiteen pohjoispään kautta, missä tehtiin toinen kytkeminen. Toinen veturinkuljettajista oli tarkkaillut metrojunan kytkeytymistä mittausvaunuun ja tarkastanut samalla metrojunan päätykytkimen ja mittausvaunuun asennetun hinausadapterin korkeuseron. Kytkemisen jälkeen veturia ohjannut veturinkuljettaja oli tehnyt koevedon. Veturinkuljettajat olivat ottaneet pysäytyskengät pois mittausvaunun alta ja testanneet jarrut. Jarrulaji¹ veturissa ja A17-vaunussa oli ollut Tampereelta Ilmalaan tullessa R. Jarrulaji R jäi käyttöön myös siirron ajaksi. Lisäksi kuljettajat olivat varmistaneet pääsäiliöyhteyden mittausvaunun ja veturin välillä.

Kun juna oli muodostettu, veturinkuljettaja soitti ratapihaohjaukseen kokoonpanotietojen vahvistamista varten. Mittausvaunun kyytiin tuli yksi metrojen peruskorjauksen tilaajan eli Helsingin kaupungin liikennelaitoksen (HKL)² ja yksi korjauksen toteuttajan eli VR-FleetCare:n asentaja. Ennen lähtöä veturinkuljettajat sopivat ajovuorot. Junan aikataulun mahdollistaessa, veturinkuljettaja pyysi luvan Ilmalan asetinlaite 2:lta. Kun lupa oli saatu, alettiin junaa ajamaan kohti Vuosaarta.

Veturinkuljettaja hiljensi junan nopeutta Ilmalan ratapihalla kaarteessa ennen opastinta numero P506 ja painoi KUPLA-päätelaitteen lähtövalmius-painiketta ilmoittaakseen junan lähtövalmiudesta liikenteenohjaukseen. Junan kulunvalvontalaitteella olleen ”odota seis” tiedon vuoksi veturinkuljettajat lähestyivät paikkaa hitaasti. Veturinkuljettaja totesi opastimen opasteen vaihtuneen käsitteeksi ”aja35, odota aja”, joten hän alkoi hitaasti kiihdyttää veturin nopeutta. Käpylän jälkeen juuri ennen Oulunkylää juna katkesi veturin ja metron välistä. Myös jarrujohto katkesi, minkä veturinkuljettaja havaitsi ajopöydässä olevasta kaksoispainemittarista. Veturin jarrut kiinnittyivät automaattisesti jarrujohdon

¹ Jarrulaji määrittelee jarrujen toimintanopeuden. Käytettävissä olevat jarrulajit ovat G, P ja R. R-jarrulajissa jarrut toimivat nopeammin ja voimakkaammin kuin G-jarrulajissa.

² HKL:n henkilöstö ja toiminta siirtyi 1.2.2022 toimintansa aloittaneeseen Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy:öön, joka huolehtii metroliikenteestä Helsingin kaupungin liikennelaitoksen lukuun.

nimellispaineen poistuttua. Ajava veturinkuljettaja ilmoitti jarrujohdon tyhjenemisestä toiselle veturinkuljettajalle. Veturinkuljettajat kääntyivät katsomaan taakseen ja huomasivat veturin ja metron väliin syntyneen raon. Pian tämän jälkeen rako kuroutui umpeen ja metrojuna törmäsi veturiin. Veturinkuljettajat eivät ehtineet suojautumaan ohjaamossa. Veturi kiihtyi törmäyksen seurauksena noin sekunnin aikana nopeudesta 11 km/h nopeuteen 19 km/h. Kukaan junassa ei loukkaantunut.

Junan pysähtyttyä toinen veturinkuljettajista soitti liikenteenohjaajalle ja kertoi junan katkeamisesta. Veturinkuljettajat poistuivat veturista taskulamput mukanaan selvittääkseen mitä oli tapahtunut. He havaitsivat mittausvaunussa matkustaneiden asentajien kanssa, että metron ensimmäisen telin toinen akseli oli suistunut kiskoilta ja metron päätykytkin oli pudonnut kiskojen väliin metron alle. Veturinkuljettaja ilmoitti tapahtuneesta GSM-puhelimella liikenteenohjaajalle ja pyysi paikalle raivausapua. Toinen veturinkuljettaja soitti hätänumeroon ja pyysi poliisipartion Oulunkylän asemalle.



Kuva 2. Metron siirtojunan reitti Ilmalan varikon raiteelta 710 junan suistumispaikkaan Oulunkylän aseman eteläpuolella. (Ilmakuva: Maanmittauslaitos 3/2022, merkinnät: OTKES)

1.2 Hälytykset ja pelastustoimet

Toinen veturinkuljettajista soitti suistumisen jälkeen liikenteenohjaukseen ja kertoi tapahtuneesta. Toinen veturinkuljettaja soitti hätänumeroon ja pyysi hätäkeskukselta puhalluskoetta varten poliisipartion Oulunkylän asemalle. Poliisi tuli asemalle ja teki puhalluskokeet veturinkuljettajille. Kokeiden tulos oli nolla.

Varsinaisille pelastustoimille ei ollut tarvetta. Väyläviraston raivausryhmä nosti metron suistuneen akselin takaisin kiskoille 3.12. kello 2.05. Siirtojunan kalusto saatiin siirrettyä Ilmalan ratapihalle kello 3.47.

1.3 Seuraukset

1.3.1 Henkilövahingot

Onnettomuudesta ei aiheutunut henkilövahinkoja.

1.3.2 Kalusto-, rata- ja laitevauriot

Siirrettävänä ollut metrojuna kärsi törmäyksen ja suistumisen vuoksi merkittäviä vaurioita. Metrojunan etupään lisäksi sen ensimmäiseen teliin ja korin alustaan kiinnitettyihin laitteisiin tuli vaurioita. Metron vaurioiden kustannukset olivat noin 440 000 Euroa.

Dv12-veturin vauriot olivat vähäisemmät. Veturin vaurioiden kustannukset olivat noin 2 000 euroa. Hinauksessa käytetty hinausadapteri vaurioitui käyttökelvottomaksi.

Metron suistunut akseli ja irronnut päätykytkin aiheuttivat vaurioita 18 ratapölkkyyn. Ratavaurioiden kustannukset olivat noin 4 000 euroa.

1.3.3 Ympäristövahingot

Onnettomuudesta ei aiheutunut ympäristövahinkoja.

1.3.4 Liikennehäiriöt

Suistumisen takia Oulunkylän raide 544 oli poissa käytöstä torstaista 2.12. kello 19.56 perjantaihin 3.12. kello 3.47 asti. Lisäksi törmäysraiteen viereinen Läntisin raide 543 oli poissa käytöstä raivaustöiden ajan alkaen torstaista 2.12. kello 23.42 päättyen perjantaihin 3.12. kello 3.47. Nämä rajoitteet aiheuttivat muutoksia junakulkuteiden muodostamisiin ja muutamien minuuttien myöhästymisiä liikenteelle.

2 TAUSTATIEDOT

2.1 Toimintaympäristö, laitteet ja järjestelmät

2.1.1 Kalusto

Juna T4947 koostui dieselhydraulisesta Dv12-veturista, M100-tyypin metrojunasta ja A17-mittausvaunusta. Junan pituus oli 84 metriä ja paino 186 tonnia. Junan aikataulun mukainen suurin nopeus oli 65 km/h.



Kuva 3. Onnettomuusjunaa vastaava metron siirtojuna lähdössä Ilmalan varikolta 15.3.2022. (Kuva: OTKES)

Dv12-dieselhydraulinen veturi on yleisin käytössä oleva veturityyppi Suomessa. Vetureita valmistettiin 192 kappaletta vuosina 1963–1984. Sarjan kaikki yksilöt eivät ole enää käytössä.

Veturin paino ajokunnossa on 63–69 tonnia. Sen pituus on 14 metriä, leveys 3,2 metriä ja korkeus 4,6 metriä. Veturin moottoriteho on 1 000 kW (1 360 hv) ja sen huippunopeus on 125 km/h. Voimansiirto on toteutettu momentinmuuntimella ja vaihteistossa on valittavissa hidas nopeusalue vaihtotöihin ja tavarajunakäyttöön sekä nopea alue henkilöjunakäyttöön. 2020-luvulla Dv12-vetureita on käytetty enää vain tavarajunakäyttöön ja vaihtotöihin, ei henkilöliikenteeseen. Osa Dv12-vetureista on varustettu vaihtotyökäyttöä varten GE-LOCOTROL-radio-ohjauslaitteistolla.

A17 on mittaus- ja koeajoissa käytetty teräskorinen vaunu. Vaunu on valmistunut vuonna 1969. Vaunussa on kaksi akselista teliä. Vaunun sisällä on mittausosasto, dieselgeneraattori ja miehistötilat. Vaunun pituus on 24,9 metriä, paino 54 tonnia ja suurin sallittu nopeus 200 km/h.



Kuva 4. Mittausvaunu A17. (Kuva: OTKES)

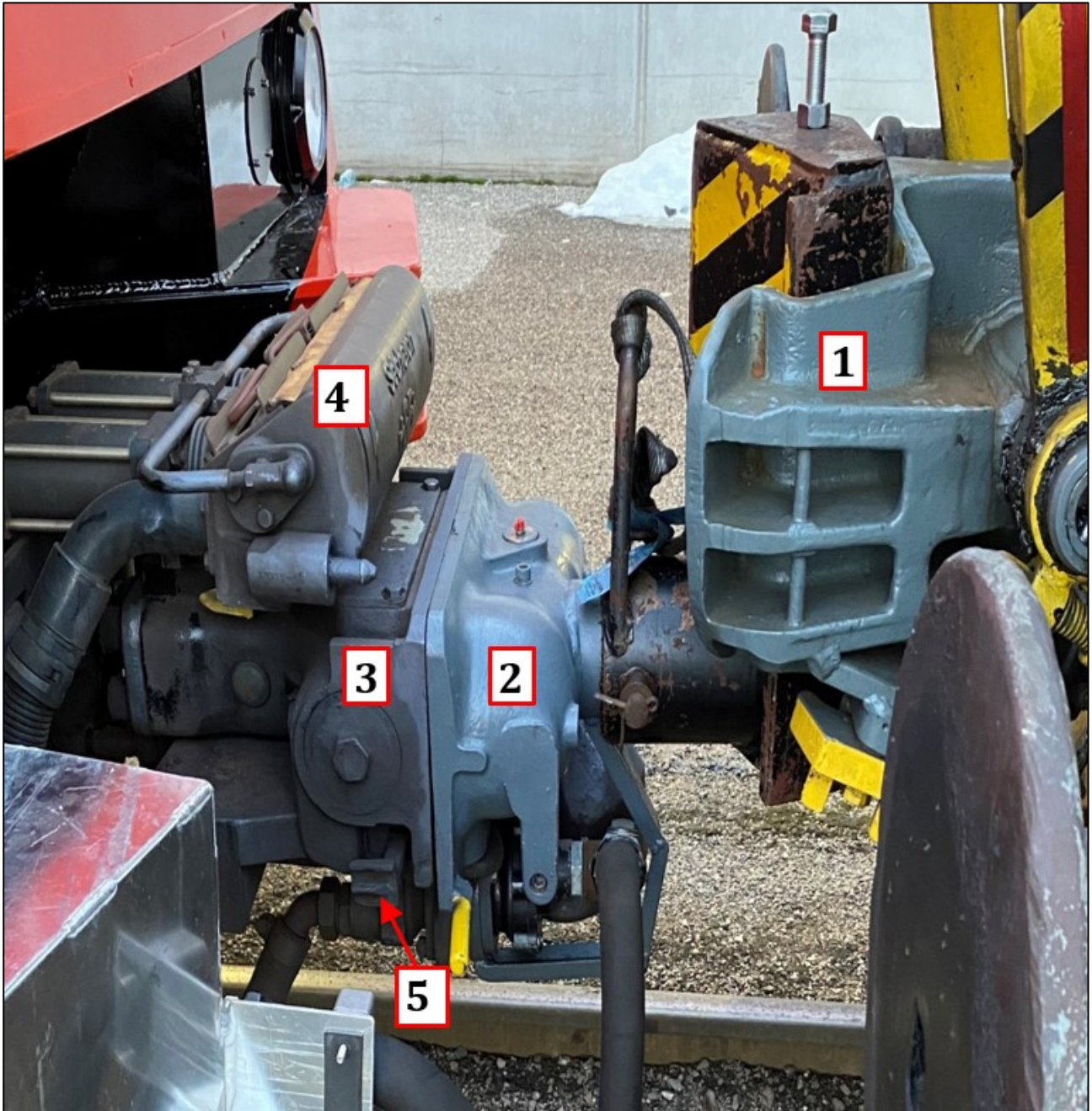
M100 on metrojuna, jota käytetään Helsingin metrossa. Valmetin valmistamat sähkömoottorikäyttöiset M100-metrojunat on valmistettu vuosina 1977–1984. Kahdesta vaunusta koostuvan metrojunan omapaino on 60,8 tonnia, pituus 44,2 metriä ja teho 1 000 kW. Metrojunan suurin rakenteellinen nopeus on 100 km/h. Matkustajapaikkoja yhdessä metrojunassa on 287, josta istumapaikkoja on 130. M100-sarjan metrojunia on valmistettu 42 kappaletta, mutta sarjan kaikki yksilöt eivät ole enää käytössä.

Metrojunan molemmissa päissä on Georg&Fischer (GF) tyyppin 5-automaattikytkimet, joita käytetään normaalisti junayksiköiden kytkemiseksi³ yhteen moniajoon. GF tyyppin 5-kytkimiä pidetään toimintavarmoina ja luotettavina tavanomaisessa metrolienteessä ja rautateiden lähiliikenteessä käytettynä. Kytkin on lähinnä henkilöliikenteessä käytetty kytkintyyppi.

Poikkeus- ja häiriötilanteissa kytkimiä voidaan käyttää myös junan hinaamiseen. Hinattaessa junaa kalustolla, jossa ei ole samanlaista automaattikytkintä, käytetään välissä erillistä hinausadapteria, joka on tehty tyyppin 5-kytkimen kytkinpäädästä. Adapterin tyyppin 5-kytkimeen kytkeytyvä osa vastaa toiminnaltaan pääosin varsinaista automaattikytkintä. Hinausadapteria käytettiin myös nyt tutkittavassa tapauksessa metrojunien siirrossa. SA3-

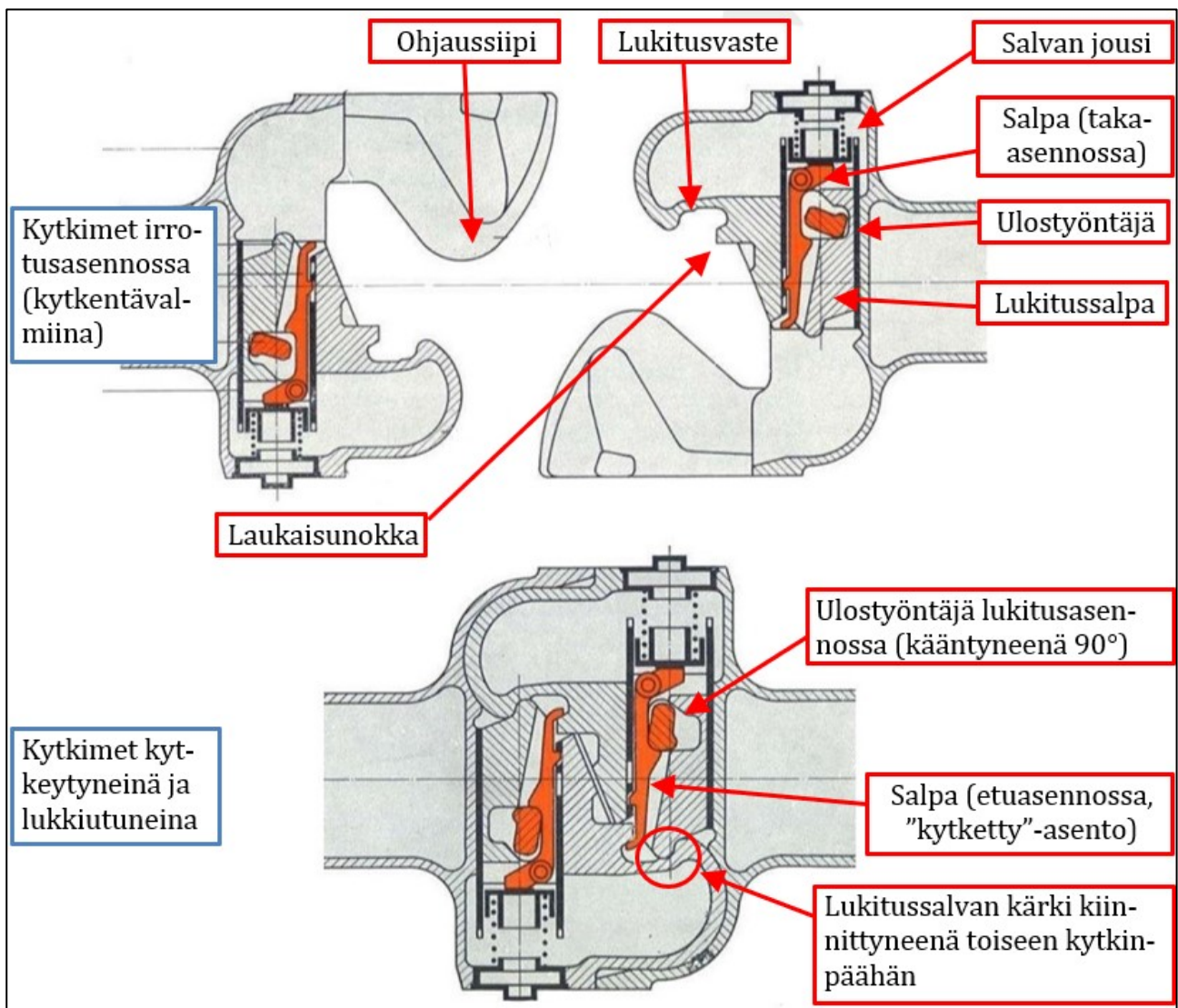
³ Metroliikenteessä junien kytkemiset vähenivät vuonna 2016. Nykyisin liikenteessä ei tehdä junien kytkentöjä eikä irrottamisia, vaan junat muodostetaan neljästä vaunusta. Näin kytkennät ja irrotukset ovat vähentyneet merkittävästi; niitä tehdään enää kunnossapidon yhteydessä kokoonpanoja muutettaessa.

automaattikytkimeen kiinnitettyä hinausadapteria käytettiin veturin ja metrojunan sekä metrojunan ja A17-mittausvaunun välisissä kytkennöissä. Adapterikytkentä poikkeaa normaalista kytkennästä korkeuden ja liikevarojen osalta. Metron päätykytkin on 260 mm alempana kuin rautatiekaluston kytkinlaitteet. Hinausadapterin korkeus säädetään ennen kytkentää metron kytkimeen sopivaksi siten, että pystysuuntaista liikevaraa on ainoastaan ylöspäin.



Kuva 5. Veturin SA-3 -kytkimeen (1) kiinnitetty hinausadapteri (2) kytkettynä metron päätykytkimeen (3). Kytkimen päällä on sähkökytkin (4). Kytkimen sivussa alhaalla näkyy hammastetun työntötangon päässä oleva nelikantti (5). Kuvan vasemmassa alalaidassa näkyy onnettomuuden jälkeen muutettu tilapäisen jarrujohdon asennusteline. (Kuva: OTKES)

Kahden yhteen kytkettävän tyypin 5-kytkimen sekä kytkimen ja hinausadapterin on tarkoitus muodostaa jäykkä kytkentä kahden tasomaisen vastinpinnan välille. Siksi kytkimien liikkuvien salpojen toimintaan tarvittavat välykset ovat pienet. Kytkimet tulee valmistajan ohjeen mukaan kytkeä yhteen 1–3 km/h nopeudella, jolla kytkettävät pinnat saadaan riittävän lähelle toisiaan salpojen liikkeen tarvitsemaksi ajaksi. Samalla kytkeytyvät myös paineilmayhteys sekä rajakytkinten ohjaamat sähkökytkimet. Kytkettäessä kytkentätasojen ohjaimet, niin sanotut ohjaussiivet, kohdistavat tasot yhteen korjaten pysty- ja vaakasuuntaisia poikkeamia. Toisiaan vastaan tiiviisti painetut tasot liitetään vetovoimien välittämiseksi yhteen poikittaissuunnassa liikkuvilla lukitussalvoilla, jotka ulostyöntäjät lukitsevat paikoilleen ”kytketty”-asentoon.

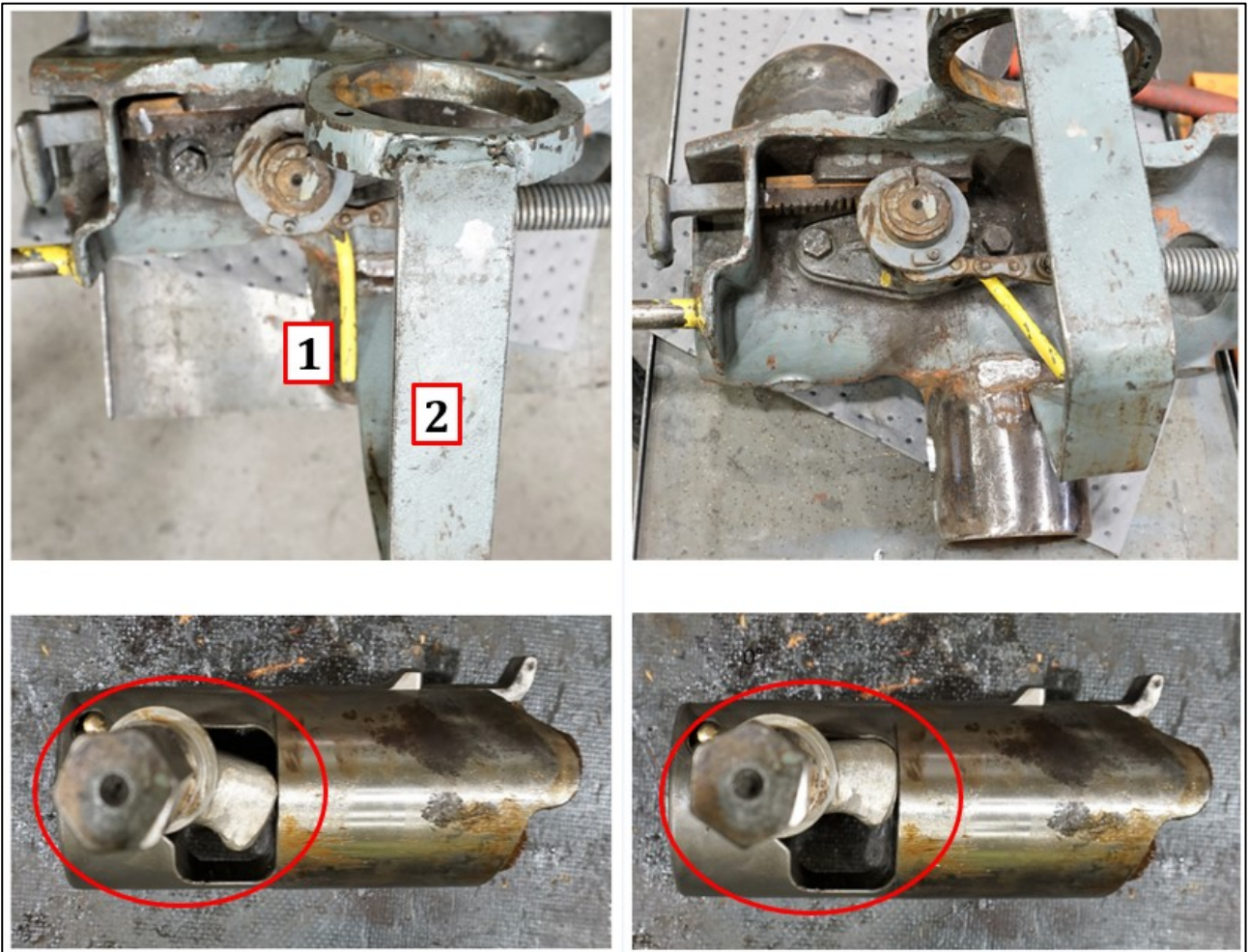


Kuva 6. GF tyypin 5-kytkimen mekanismin toiminta. (Kuva: EU Horizon 2020 Research and Innovation Program)

Tutkinnassa veturin ja metrojunan välissä käytössä olleessa adapterissa ja siihen kytketyn metron päätykytkimessä s/n M123 havaittiin piileviä vikoja. Adapterin ja metron kytkimen salpojen ulostyöntäjät eivät kääntyneet lukitusasentoon. Vika voitiin todeta siten, että adapterin ja metron kytkimen ”kytketty”-asentoon laukaistu salpa oli mahdollista avata

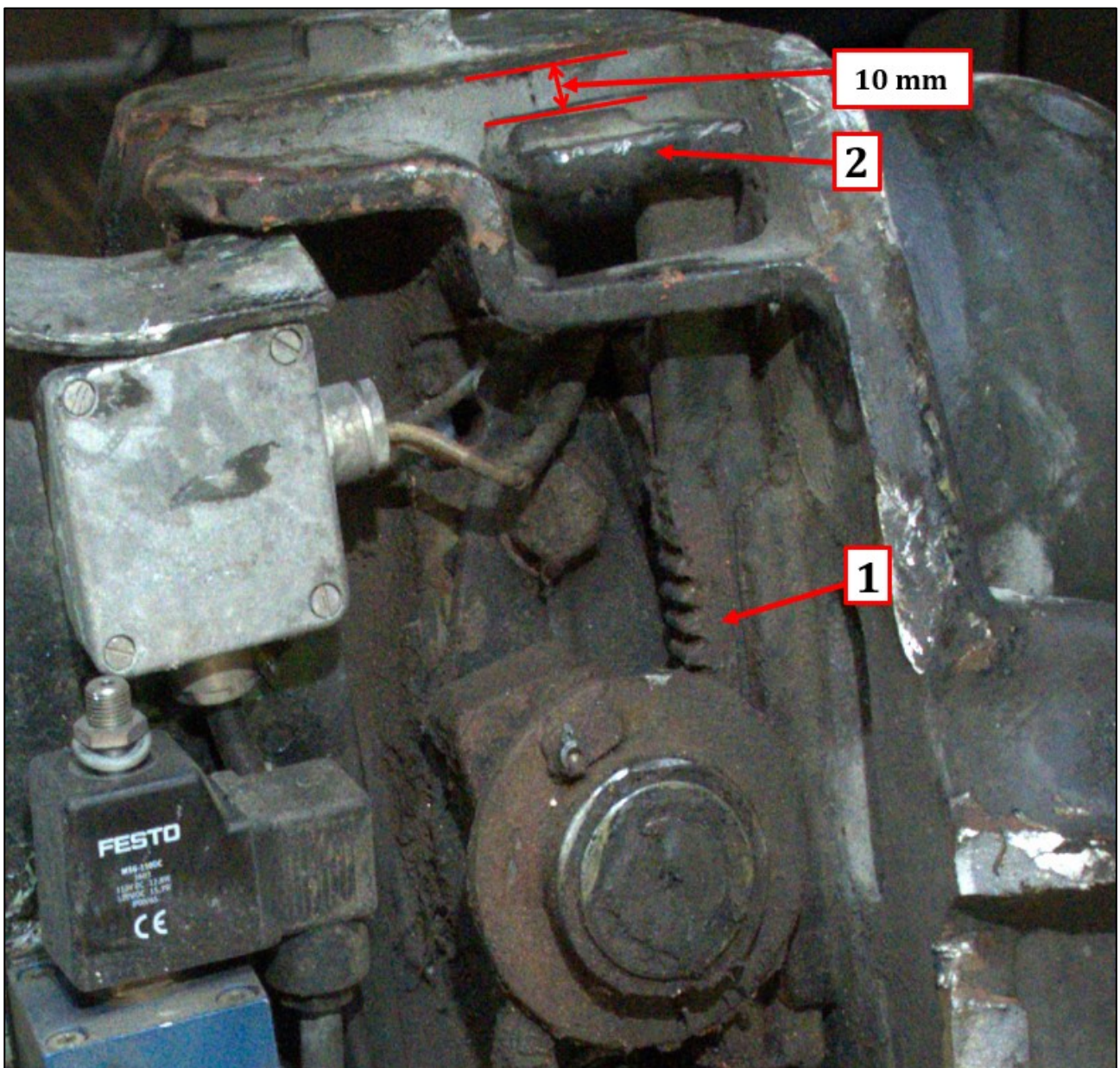
salvan kärjestä painamalla. Vikaa testattiin muun muassa kytkemällä yhteen kytkentävalmiuteen viritetty, ennen koetta testattu Sm2-junan kytkin ja veturiin kiinnitetty ”kytketty”-asennossa oleva hinausadapteri. Adapteri kytkeytyi helposti vaurioittamatta kytkimen osia, mutta lukittuminen jäi vajaaksi. On oletettavaa, että adapteri ei ollut toiminut oikein aiemmillaakaan siirroilla.

Onnettomuuden jälkeen veturissa olleen hinausadapterin ja metrosta irronneen kytkimen salvat olivat irrotusasennossa. Salvan kärjestä painamalla ja sen jälkeen kytkimen irrotuskahvasta ja adapterin viritysvivusta vetämällä salvat näyttivät toimivan sekä kytkimessä että adapterissa normaalisti. Sekä adapterissa että metrojunan kytkimessä salpojen ulostyöntäjä jäi kuitenkin kuvassa 7 vasemmalla esitettyyn asentoon. Tässä asennossa kytkinten lukitus-salvat olivat toteutuneen kytkennän mukaisessa asemassa, mutta ulostyöntäjä ei kuitenkaan ollut kääntynyt riittävän pitkälle lukitusasentoon estääkseen kytkennän irtoamisen hinauksen aikana. Lisäksi adapterissa ulostyöntäjän akselin alapäähän kiinnitetyn viritysvivun liikevara rajoittui lukitusliikkeen loppuvaiheessa noin 20 astetta ennen lukitusasentoa pääsäiliöjohdon liittimen jalustaan asennetun tukiraudan takia. Tämä muodosti pysyvän mekaanisen esteen adapterin ulostyöntäjän lukittumiselle.



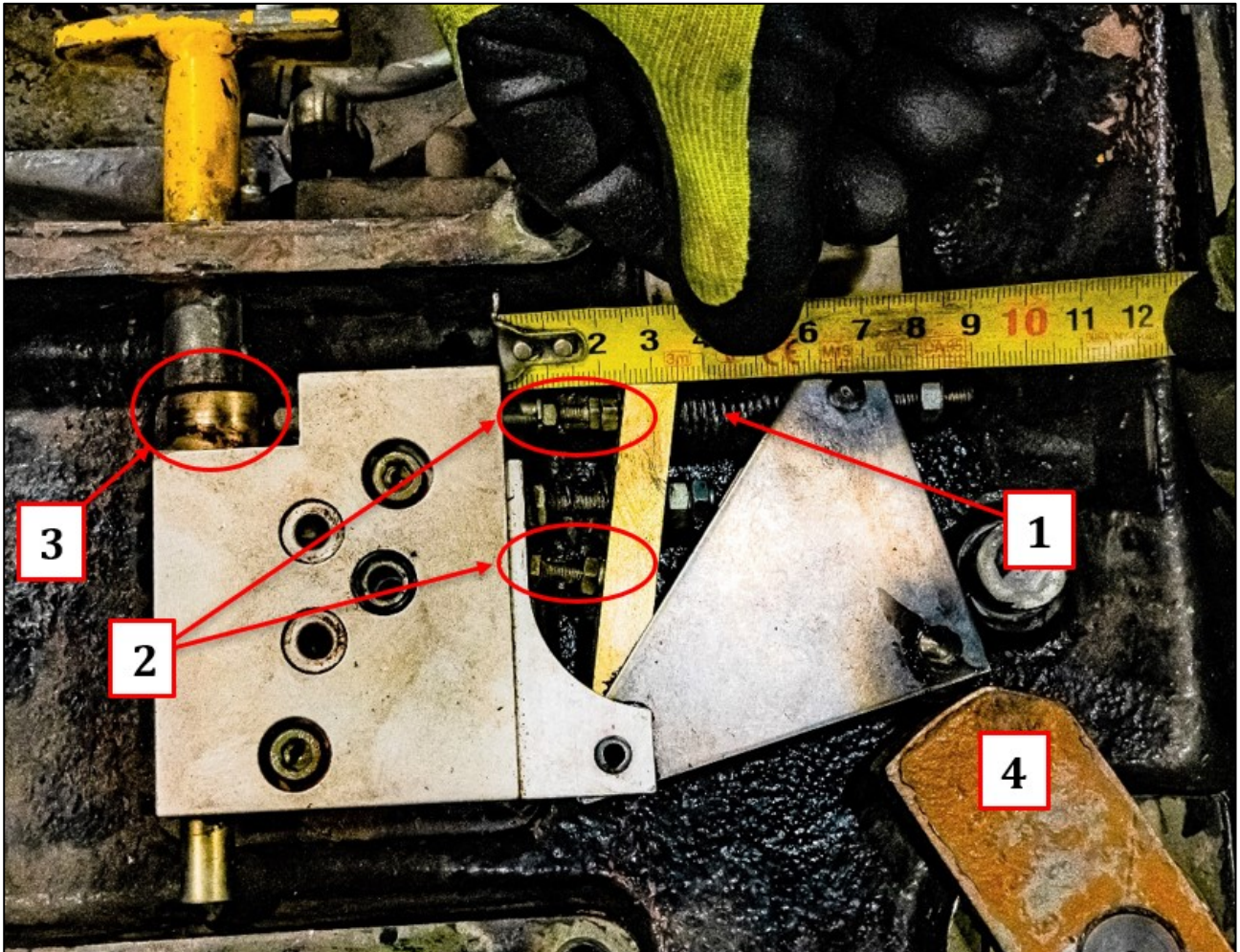
Kuva 7. Vasemmalla onnettomuudessa toteutunut adapterin salvan ja ulostyöntäjän asento ja oikealla ideaalinen lukitusasento (ulostyöntäjän asento ympyröity). Viritysvipu on kuvissa näkyvä keltainen osa (1). Pääsäiliöjohdon liittimen jalustalle asennettu tukirauta on merkitty numerolla 2. (Kuvat: VR-FleetCare)

Onnettomuudessa irronnut metron kytkin s/n M123 ei siis ollut lukittunut niin, että se olisi itsepidättävä, vaan lukitus oli mahdollista avata salvan kärjestä painamalla. Vika näkyi kytkimessä vasta suojakannen poistamisen jälkeen osoitinvivun liian pienenä kulmaliikkeenä. Käyttäjän oli käytännössä mahdotonta havaita kyseistä vikaa, vaikka hän olisi kokeillut laitteen toimintaa ennen käyttöä, koska salvat liikkuvat asentoon, johon ne lukittuneenakin jäisivät. Lisäksi sekä adapterissa että metron päätykytkimessä oli ilmeisen yleinen, valmistajan ohjeista poikkeava ulostyöntäjän hammastetun työntötangon asennusvirhe. Asennusvirheen takia hammastettu työntötangon pää ja siihen kiinnitetty nelikantti olivat noin 10 mm liian syvällä kytkinpään runkoon nähden. Tämä vaikeutti ulostyöntäjän vajaan kääntymisen havaitsemista. Oikea lukkiutuminen näytti väärin kootussa kytkimessä samalta, kuin puutteellinen lukkiutuminen oikein kootussa kytkimessä. Tätä vajaata hammastetun työntötangon ja nelikantin asentoa oli alettu pitää käytössä normaalina.



Kuva 8. Hammastetun työntötangon (1) asennusvirheen vaikutus tangon päässä olevan nelikantin (2) asentoon. (Kuva: OTKES)

Metrojunan kytkimen s/n M123 ulostyöntäjän liikettä rajoitti sähkökytkintä ohjaavan pneumaattisen rajakytkimen virheellisesti säädetty vipu. Kytkimen huolto-ohjeissa ei ole esitetty vivun säädölle selkeitä raja-arvoja. Testien perusteella tämä säätövirhe estää lukittumisen todennäköisemmin juuri huoltokuljetuksissa, joissa sähkökytkintä käyttävät paineilmalaitteet on kytketty pois toiminnasta.



Kuva 9. Metrojunan irronneessa kytkimessä s/n M123 havaitut viat: (1) jousen joustovara oli säädetty liian pieneksi ja (2) säätöruuvit oli säädetty liian pitkiksi. Kun sähkökytkin poistetaan käytöstä, käsivivun akselilla oleva nokka painaa välivivun liikerajoitinta niin, että venttiilin karaa käyttävän välivivun liike estyy (3). Tällöin jousen (1) joustovara pienentyy noin 5 mm. Kuvassa ulostyöntäjän vipu (4) on lähes lukitusasennossa ja jousi (1) on puristuneena noin 6 mm käyttöohjeen mukaista pituutta lyhyemmäksi. Tällöin jousen joustovara on likimain lopussa. (Kuva: OTKES)

Normaalikäytössä sähkökytkinten kytkeytymistä pidetään osoituksena onnistuneesta kytkeytymisestä. Adapterikäytössä hinattavan yksikön sähkökytkin erotetaan pois käytöstä käsin käännettävällä sulkuhanalla, eli niin sanotulla nuolivivulla. Erotuksessa nuolivivun akselissa olevalla nokalla käännetään sähkökytkintä ohjaavan rajakytkimen välivivun liikevaraa pienemmäksi. Näin vivun jousi kiristyy kytkettäessä huomattavasti normaalia asentoa tiukemmalle. Kytkin voi toimia normaalisti, kun sähkökytkimet ovat käytössä, vaikka sähkökytkintä ohjaava rajakytkimen vivun jousi on säädetty liian tiukalle. Kytkin saattaa kuitenkin jäädä lukkiutumatta, jos sähkökytkin on erotettu nuolivivulla. Käyttäjä ei tällöin pysty havaitsemaan,

että kytkin ei lukkiudu, koska sähkökytkimien ollessa erotettu, niiden liike ei ilmaise lukkiutumista. Lukkiutuminen olisi mahdollista todeta tässä tilanteessa ainoastaan mittaamalla hammastetun työntötangon asento. Tätä ei kuitenkaan mainita kytkimen ohjeissa. Lisäksi mittaus on normaalikäytössä vaikea toteuttaa.

GF tyyppin 5-kytkimen toimintavarmuuden on havaittu heikentyvän talviolosuhteissa.

VR:n ja HKL:n käyttämiin kytkimiin on asennettu sähkölämmittimet sovittimiseen lukitusmekanismin osien liikkuvuuden varmistamiseksi. Hinausadapterissa ei ole lämmitystä. Onnettomuudessa hinauksen aikana metrojunan kytkinten lämmityksiä ei voitu käyttää koska ne toimivat ainoastaan metron ollessa kytkettynä metroverkon 750VDC-sähkönsyöttöön.

Onnettomuusjunan Dv12-veturiin ja A17-vaunuun oli asennettu metrojunan hinausta varten hinausadapterit jo Tampereella⁴, missä kalusto oli ollut säilytyksessä. Matkalla Ilmalaan (noin 180 km) kytkimet olivat normaalisti suojaamattomina paikoillaan veturista ja mittausvaunusta muodostetun junan päädyissä, veturiin asennettu kytkin kulkusuunnassa ensimmäisenä. Kytkinadapterit jäätyivät tällöin pakkasessa ja olivat alttiina jään ja lumen muodostumiselle kytkinlaitteisiin. Vastaavasti metrojuna oli ollut lämpimässä vaunuhallissa.

Onnettomuudessa olleiden päätykytkinten toimintanopeutta ja toimintaan käytettävissä olevaa aikaa mitattiin lämpötilavälillä -24–+20°C. Kytkimissä onnettomuusaikaan käytetyllä voiteluaineella kytkentään käytettävissä oleva aika riitti käytetyillä ajonopeuksilla noin 0°C lämpötilaan saakka. -24°C pakkasessa kytkentään tarvittava aika oli jo noin viisinkertainen verrattuna nopeuteen 0°C lämpötilassa ja noin 10-kertainen verrattuna nopeuteen huoneenlämpötilassa. Tutkinnassa ei tarkasteltu lämpötilan vaikutusta kytkinten joustolaitteiden toimintaan. Metrojunassa käytetty elastomeeri-joustolaite todennäköisesti pidentää kytkentään käytettävissä olevaa aikaa alhaisissa lämpötiloissa.



Kuva 10. Metrojunan päätykytkimen s/n M123 purun yhteydessä todettu salpojen voitelu ja korroosiotilanne. (Kuva: OTKES)

⁴ Uusien metrojen valmistuttua niiden siirrot Tampereelta Helsinkiin oli tehty rautateitse, mutta tuolloin käytössä on ollut erilainen veturin vetokoukkuun sopiva hinausadapteri. Vetokalusto on varustettu SA-3-tyyppisellä automaattikytkimellä 1990-luvulla ja tällöin hinausadapterit ovat muutettu SA-3 yhteensopiviksi. Hinausadapteria on käytetty ensisijaisesti VR:n Sm1-2 junien hinaamiseen, koska niissä on käytössä vastaava päätykytkin kuin metrossa. 1990-luvun alkupuolella on sorvauksen vuoksi siirretty metroja Ilmalan varikolle ja sitä ennen Pasilan konepajalle. Metron peruskorjauksen aikana samoja adaptereita on käytetty myös Sm-junien siirtoihin.

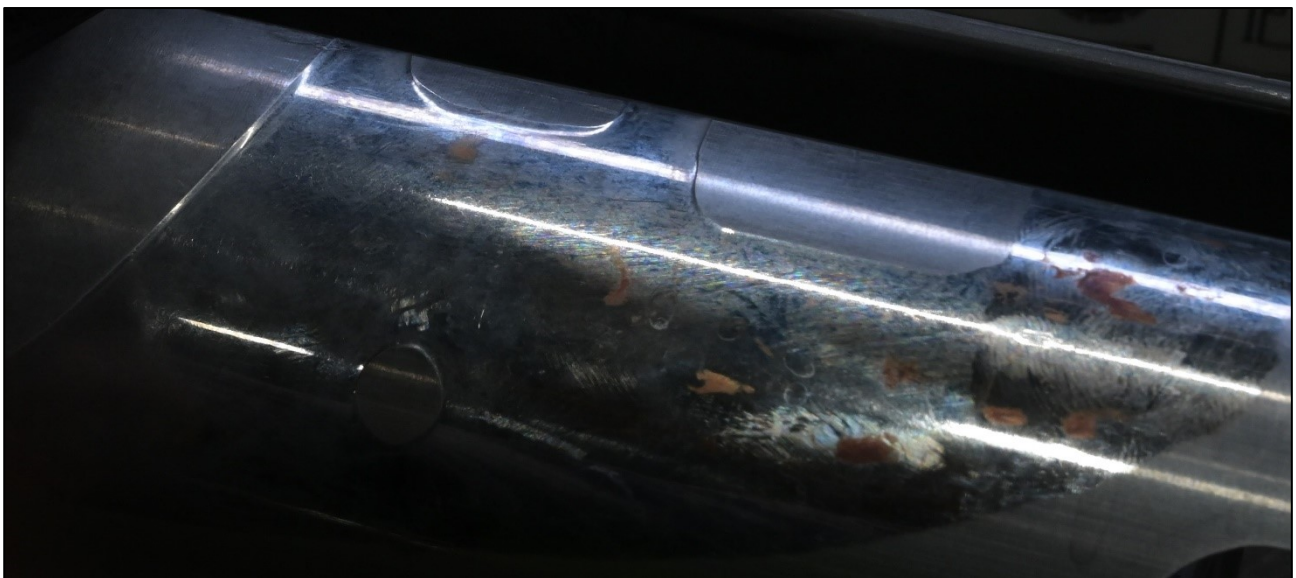
Voitelulla ja korroosiosuojauksella on merkittävä vaikutus GF tyyppin 5-kytkimen toimintavarmuuteen. Suurin osa kytkentään vaikuttavista kytkimen osista on suurikokoisia ja niiden välissä on vain pienet välykset. Kytkennän irrotusta on helpotettu niin, että yksi henkilö voi tehdä sen vetämällä käsin vivusta. Tämä on samalla määrittänyt maksimijäykkyyden, millä kytkennässä käytettävät salvat ja ulostyöntäjä liikkuvat kytkennän lukitsevaan asentoon. Kytkimen rakenteen raot kuitenkin sallivat kosteuden ja lian pääsyn voideltuihin osiin. Onnettomuustilanteessa irronneen metrojunan päätykytkimen s/n M123 rasvassa oli nähtävillä ruostejäämiä ja vastaavia ruostumisen merkkejä voidelluissa pinnoissa.

Kytkinmekanismi on vaativa voitelukohde, koska kytkettynä siihen kohdistuu suurta kuormitusta ja sen osien liike on hidasta, tyyppillisesti edestakaista liikettä. Tällöin nestemäisen voiteluaineen ominaisuudet eivät riitä. Kytkeytymis- ja irrotusliikkeiden aikana liikkuvia osia on sitä vastoin kyettävä liikuttamaan nopeasti ainoastaan kytkijän yhden käden voiman perusteella mitoitettujen jousten avulla. Pintojen kuluminen, pinnanlaatu ja voiteluaineen toiminta vaikuttavat merkittävästi pienellä voimalla tehtyjen liikkeiden onnistumiseen. Metrojunan päätykytkimen s/n M123 kuluneisuus heikensi todennäköisesti kytkimen toimintaa.

Tutkinnan yhteydessä tehdyssä testissä rasvan poisto, osien puhdistus ja uudelleenvoitelu paransi ainakin tilapäisesti kytkimen toimintaa. Rajakytkimenä toimivan venttiilin vivustoa ei testauksessa ollut säädetty tai vaihdettu uuteen. Rasvattuna vivusto ja rajakytkin toimivat, kun sähkökytkin oli kytketty käyttöön, mutta sähkökytkin erotettuna niiden toiminta oli satunnaista.

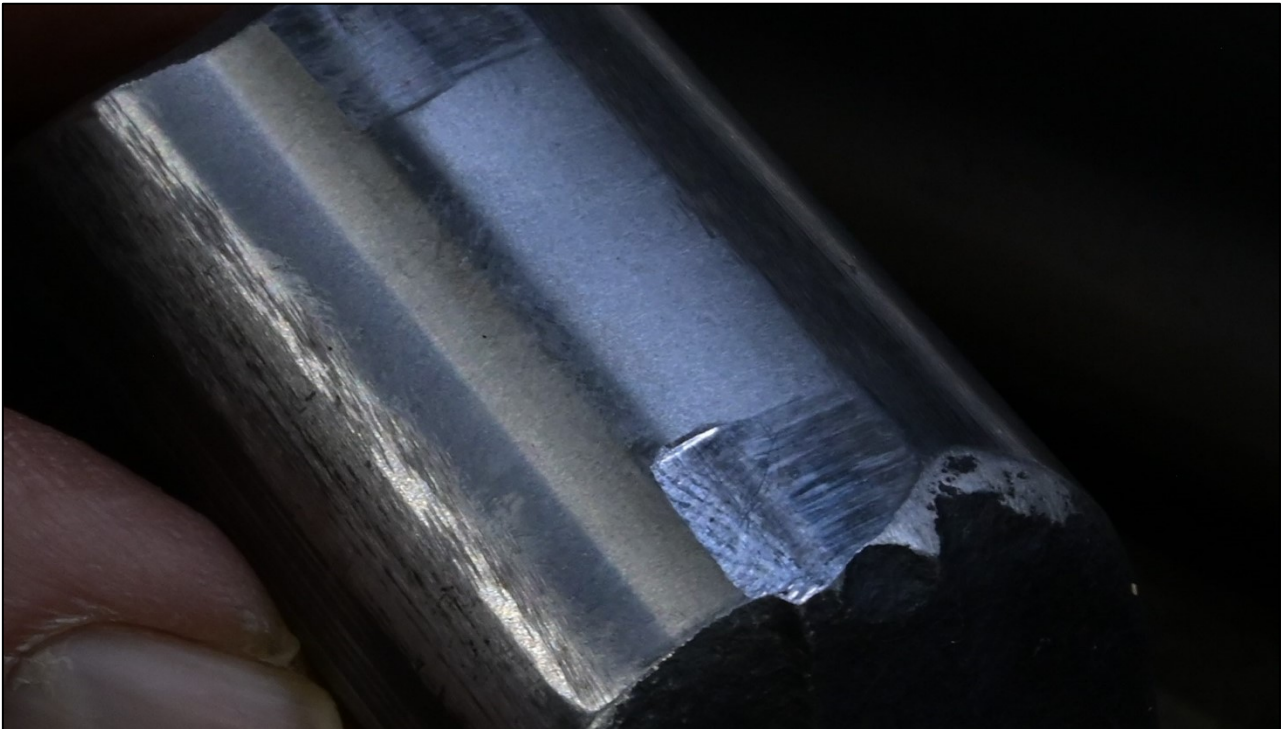
Kaluston kunnossapitäjät ovat luopuneet valmistajan alkuperäisen ohjeen mukaisesta kiinteän rajavoiteluaineen käytöstä salpojen asennuksessa sekä huolloissa tehtävissä uudelleenvoiteluissa 3–4 vuoden välein. Ulostyöntäjän nokan kulumismuoto ja kuluneen pinnan pinnanlaatu viittaisi siihen, että hyvin toimivalla rajavoiteluun sopivalla voiteluaineella kytkennän luotettavuutta olisi mahdollista parantaa.

Kytken mekanismin huolto-ohje oli vaikeakäyttöinen erityisesti sähkökytkimen erotusmekanismin osalta. Säättöohjeessa ei ollut suoraan kerrottu suurinta sallittua voimaa tai momenttia, joka tarvitaan ulostyöntäjän liikuttamiseen.



Kuva 11. Metrojunan päätykytkimen s/n M123 lukitussalvan lieriöpinnan kulumismuoto. (Kuva: OTKES)

Lisäksi tutkinnassa havaittiin, että salvan kulumisen mittaamiseen ei ollut käytettävissä sopivaa tarkastustulkkiä, koska lieriön muotoinen tulkki ei tunnistanut salpaan syntyneitä kulumia.



Kuva 12. Metrojunan päätykytkimen s/n M123 ulostyöntäjän nokan karkeapintainen kulumismuoto. (Kuva: OTKES)

Hinausadaptereille ei ollut laadittu käyttöohjetta. Käyttäjät eivät voineet tietää, ettei adapterista voinut tehdä kytkennän irrottamista. Adapterin viritysvipu muistutti sijainnin ja maalimerkinnän vuoksi irrotusvipua. Hinausadapterista puuttuu sähkökytkin ja siitä on myös poistettu ulostyöntimen nokan asennon osoitinvipu, joka tavanomaisessa kytkinpäässä kytkee rajakytkimen, joka ohjaa sähkökytkimen liikettä.

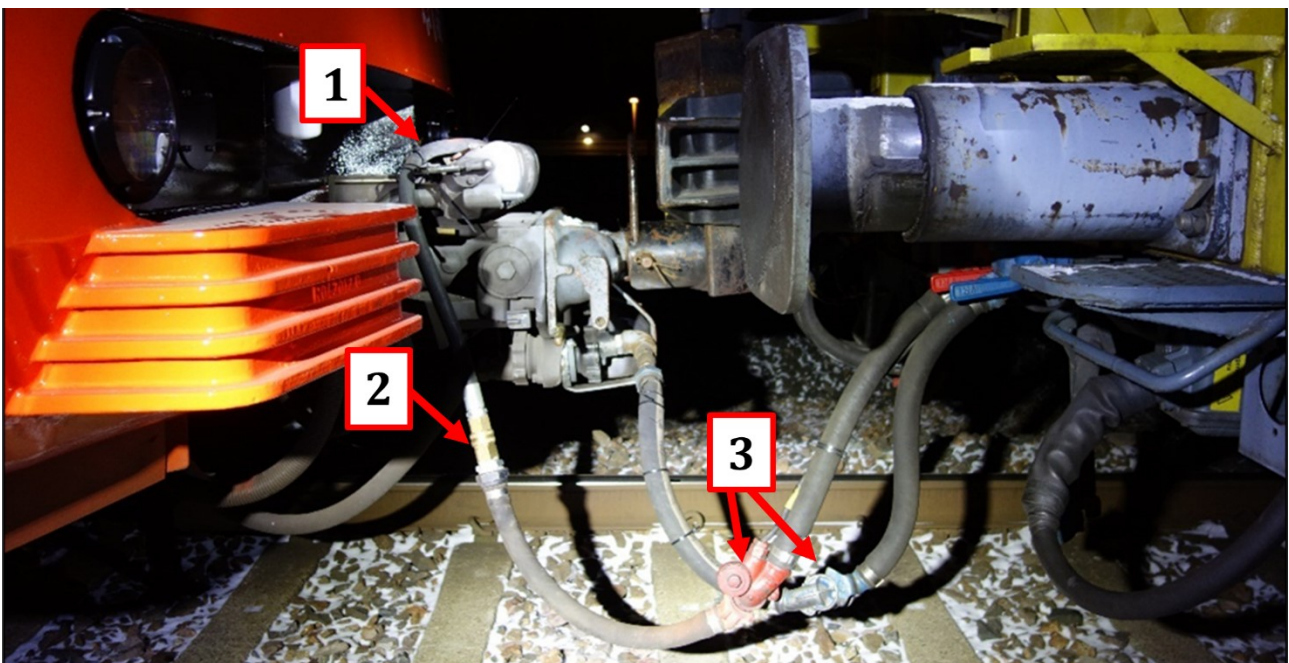
Automaattisesti toimivien päätykytkimien kytkeytymistä voidaan varmistaa myös koevedolla. Koevedossa käytetään vetotehoa niin paljon, että kytkinten voidaan arvioida kiinnittyneen. Koeveto ei nyt tutkittavassa onnettomuudessa kuitenkaan paljastanut vajaata kytkeytymistä ja vian tyyppiä, joka esiintyi eri syistä kummassakin yhteen kytketyistä kytkimistä. Tämän tyyppinen vika ei estä kytkimiä kytkeytymästä täysin normaalisti; se aiheuttaa ainoastaan puutteellisen lukituksen. Lukituksen on tarkoitus estää ajon aikana tapahtuvista liikkeistä johtuva lukitussalpojen liikkuminen. Vikaa voi olla vaikea havaita, vaikka se olisi kummassakin yhteen kytketyssä kytkimessä. Näin on, koska ajon aikaisten poikittaisliikkeiden aiheuttama, hitaasti etenevä lukituksen purkautuminen korjautuu aina, kun kytkimet puristuvat hetkellisesti yhteen. Jos vika esiintyy vain toisessa kytkimessä, vikaa ei välttämättä huomata lainkaan. Vika voi olla piilevänä kytkimessä pitkiä aikoja, kunnes viallinen kytkin satutaan kytkemään toiseen samanlaiseen.

Onnettomuusjunan kytkennöille tehtiin useita koevetoja ratapihalla tehtyjen siirtojen yhteydessä ja kytkennät vaikuttivat olevan kunnossa. Kytkinten väliin jääneeseen paineilmapuotoonkaan ei kiinnitetty erityistä huomiota, koska vastaavia vuotoja oli ollut normaalissakin käytössä ja erityisesti pakkasella.

Siirtojunan jarrujärjestelmä oli toteutettu siten, että A17-vaunu toimi veturin ohella toisena jarruttavana yksikkönä. Jarruja ohjattiin normaalin junakäytön tapaan veturista niin sanotun jarrujohdon, ohjauspaineilmalinjan avulla. Jarrujohdon ohjauspaine vaihtelee 0–5 baarin välillä. Kun paine on 5 baaria, jarrut ovat irti. Paineen laskiessa jarrut kiinnittyvät. Junan katketessa myös jarrujohto katkeaa. Normaalisti junan katketessa jarrujohdossa oleva paine purkautuu katkenneesta jarrujohdosta nopeasti, josta seuraa hätäjarrutus. Koska metrojunassa on sähköinen jarrujenohjaus eikä jarrujohtoa, ei sen jarruja voitu ohjata veturista ja näin käyttää siirrossa.

Onnettomuusjunan jarrujohto oli vedetty veturista A17-vaunuun erillisellä letkulla, joka oli kiinnitetty metrojunan alustaan ja metron päätykytkimiin nippusiteillä. Käytetty sisähalkaisijaltaan 25 mm:n letku oli normaalia ohjeen mukaista 32 mm:n jarrujohtoa pienempää. Pienempää letkua oli käytetty sen paremman käsiteltävyyden vuoksi. Letkun kytkemiseen käytetyt pikaliittimet olivat sisähalkaisijaltaan noin 20 mm ja siten ne osaltaan kuristivat letkua rajoittaen ilman virtausta letkussa. Letkun ja pikaliittimien pienempien halkaisijoiden aiheuttama jarrujen toimintaviive oli arvioitu lyhyessä junassa kuitenkin merkityksettömäksi. Jarrujen kytkeytymiseen tarvittava aika oli ennen metrojunien siirtojen alkamista myös mitattu ja siten todettu normaalia pienempi letkun halkaisija riittäväksi. Letkun päät oli liitetty pikaliittimillä metrojunan molemmissa päissä modifioituihin letkukytkimiin, jotka oli liitetty veturin ja A17-vaunun jarrujohdon letkukytkimiin.

Letkukytkimen liitos lukkiutuu kiertämällä liittimiä 90° vastakkain. Liitoksen on tarkoitus junan katketessa irrota, jolloin jarrujohto tyhjenee ja jarrut kiinnittyvät molemmissa irronneissa puoliskoissa.



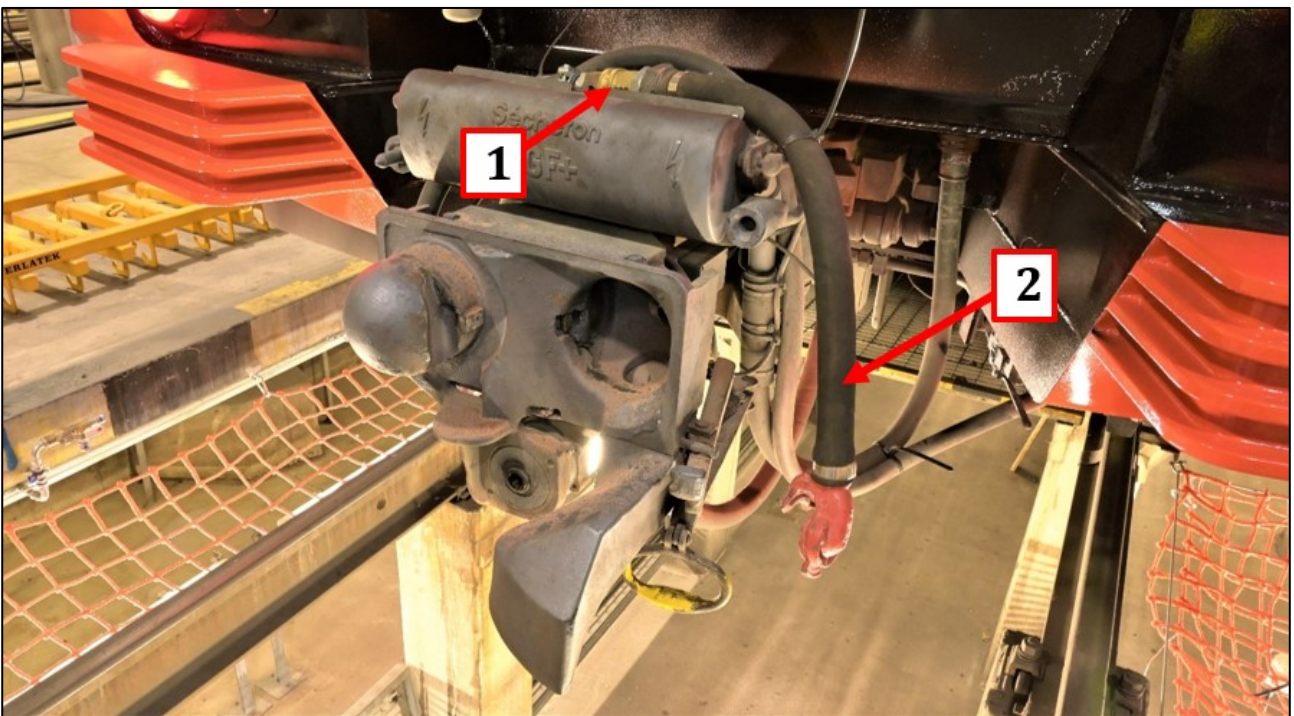
Kuva 13. Metrojunan ja A17 vaunun välinen kytkenä ja siirron aikainen jarrujohdon asennus. Kuvassa näkyvät paineilmakytkenä: tilapäisen jarrujohdon kiinnitys nippusiteellä (1), pikaliitin (2), ja jarru- (punainen) ja pääsäiliöjohdon (sininen) letkukytkimet (3). (Kuva: OTKES)

Kuvassa 13 näkyy metron tilapäisen jarruletkun pää, jonka vapaassa päässä olevaan pikaliittimeen on kiinnitetty letkukytkin. A17-vaunun tavanomainen letkukytkin on kiinnitetty alhaalla lähes vaakasuorassa riippuvaan punaiseen letkukytkimen liittimeen.

Onnettomuudessa letkukytkimen liittimet eivät irronneet toisistaan, vaan väliaikainen letku kiristyi ja katkesi. Letkun veturin puoleinen pää putosi radalle. Paineilman poistuessa veturin jarrut kiinnittyivät. Veturin jarrulaji oli R, joten veturi jarrutti nopeasti letkun katkettua. Kun letku kiristyi metron rakenteissa ennen katkeamistaan, siihen muodostui paineilman poistumista hidastavia tiukkoja taitoksia. Näin mittavaunun jarrut eivät kiinnittyneet letkun katkettua, minkä seurauksena metro törmäsi jarruttavaan veturiin. Törmäyksessä metron päätykytkin irtosi kiinnityksistään ja putosi radalle. Radalle pudonnut päätykytkin jäi metrojunan alle ja suisti sen ensimmäisen telin toisen akselin kiskoilta. Kokoonpano pysähtyi lopulta veturin jarrujen ja metron suistuneen akselin hidastamana.



Kuva 14. Jarrujohtona käytetyn letkun litistyminen nippusiteen kohdalla. Kuvassa onnettomuuden jälkeinen asennus varikolle siirtoa varten. (Kuva: OTKES)



Kuva 15. GF tyyppin 5-kytkimen päälle asennettuun tilapäiseen jarrujohtoon letkuun pikaliittimellä (1) liitetty letkukytkin (2). (Kuva: OTKES)

Väliaikaisena jarrujohtona käytetyn letkun seinämän paksuus oli 5 mm. Letkun tekstiilivahvikkeet eivät estäneet letkun litistymistä, kuten letkukytkimissä käytetyltä letkulta vaaditaan. Kuvassa 14 näkyy taivutetun, nippusiteellä kiinnitetyn letkun jyrkkä litistymä.



Kuva 16. Metrovaunun alle sidotun jarrujohdon letkun reitillä on laitteita, joihin se voi letkun päästä vedettäessä litistyä niin, että ilman virtaus letkussa hidastuu. (Kuva: OTKES)

Onnettomuuden jälkeen tehdyissä kokeissa selvitettiin jarrujen kiinnittymiseen kuluva aika onnettomuusjunaa vastaavalla kokoonpanolla. Jarrujohdon tyhjenemisen jälkeen jarrut kiinnittyivät kokoonpanon viimeisessä vaunussa noin kahdessa sekunnissa. Onnettomuudessa veturi ja muu kokoonpano liikkuivat toisistaan erillään noin kahdeksan sekunnin ajan. Veturin rekisteröintilaitteen tallenteista voitiin siten päätellä, että mittausvaunu ei ehtinyt jarruttaa ennen törmäämistä veturiin. Mittausvaunu ei jarruttanut myöskään törmäyksen jälkeen ennen metron suistumista kiskoilta.

2.1.2 Rata

Rataosuudella Pasila–Riihimäki on onnettomuuspaikan kohdalla viisi raidetta. Onnettomuus tapahtui Läntisen raiteen vieressä kulkevalla raiteella 544, joka mahdollistaa liikenteen Ilmalan ratapihan sekä Pasilan autojuna-aseman ja pääradan välillä. Radan päällysrakenteen luokka on rataverkon haltijan luokituksen mukaan D4. Raiteen kiskotus on 54E1-kiskoa. Raiteen tukikerros on raidesepeä ja ratapölkkyt ovat betonia. Radan nopeusrajoitus onnettomuuspaikalla on 80 km/h.

Metrossa käytettävä 1524 mm:n raideleveys mahdollistaa metrojunien siirtämisen valtion rataverkolla. Peruskorjaukseen liittyvät metrojen siirrot on suoritettava hinaamalla, koska metro ei sovellu käytettäväksi rataverkolla teknisten eroavaisuuksien vuoksi.

2.1.3 Turvalaitteet

Onnettomuuspaikan rataosuudella raiteiden vapaana olon valvonta perustuu raidevirtapiireihin. Rataosuudella on käytössä junien kulunvalvontajärjestelmä (JKV).

Liikenteenohjausjärjestelmä näyttää raiteiden varattuna olon liikenteenohjaajille värjäämällä varatut raideosat järjestelmän näytöillä punaisella.

2.1.4 Viestintävälineet

Tapauksen liikenteenohjaajat ja veturinkuljettajat käyttivät viestinnässään rautateiden RAILI-palveluun⁵ liitettyjä VIRVE-puhelimia.⁶ Lisäksi heillä oli käytössään GSM-puhelimet.

Puheviestimien ohella veturinkuljettajilla oli käytössään KUPLA-järjestelmän päätelaitteena toimiva tablettitietokone.

2.2 Olosuhteet

2.2.1 Sääolosuhteet

Onnettomuus tapahtui illalla pimeään aikaan. Sää oli pilvipoutainen, ja lämpötila oli -9,8 °C. Tuuli puhalsi pohjoisesta 5,3 m/s. Lumen syvyys oli 1 cm.

Kylmyys jäykisti osaltaan veturin ja metrojunan kytkemisessä käytetyn adapterin kytkimen salpaa ja vaikeutti siten veturin ja metrojunan kytkeytymistä.

2.2.2 Työskentelyolosuhteet

HKL:n tilaama metrojunien peruskorjausprojekti koostuu 51 junan korjauksesta: ensin peruskorjataan 39 kappaletta M100-sarjan metroja ja sen jälkeen 12 kappaletta M200-metroja. M100-sarjan peruskorjaus on sisällöltään laajempi.

Projekti alkoi vuoden 2019 toukokuussa, jolloin solmittiin hankintasopimus ja aloitettiin suunnittelu. M100-metrojunien peruskorjaus käynnistyi 2019 syksyllä kahden prototyypin korjauksella, jotka valmistuivat lokakuussa 2020. Prototyypin siirrettiin peruskorjattavaksi maantiekuljetuksena, mutta ne palautettiin asiakkaalle rautatiekuljetuksena.

Joulukuussa 2020 käynnistynyt peruskorjausten sarjatuotanto loppuu tammikuussa 2023. Tämän jälkeen aloitetaan M200-sarjan peruskorjaus myös ensin kahdella prototyypillä. M200-sarjan osalta projekti valmistuu vuoden 2023 loppuun mennessä.

Peruskorjaus toteutetaan siten, että Pieksämäellä tehdään korityöt mukaan lukien pintakäsittely sekä osa matkustamon varustelusta. Ilmalassa asennetaan uudet järjestelmät. Lopputestaus ja luovutus asiakkaalle tehdään Roihupellossa.

Metron lähtiessä ensimmäiselle peruskorjaukseen liittyvälle siirrolle siitä irrotetaan sellaiset osat, jotka saattaisivat osua rataverkolla oleviin ratalaitteisiin. Ennen metron siirtoa sen päätykytkimien korkeudet mitataan ja tiedot toimitetaan hinausadaptereiden sijaintipaikkakunnalle. Hinausadapterit ovat lähinnä Tampereen varikolla ja siellä ne asennetaan siirrolla käytettävään kalustoon. Hinausadaptereiden korkeus asemoidaan ennakkotiedon mukaiselle tasolle. Siirrettävänä oleva metro varustellaan tilapäisesti

⁵ RAILI-palvelu on rautatiekäyttöön suunniteltu puheviestintäpalvelu, jota voidaan käyttää sekä VIRVE- että älypuhelimilla. Älypuhelimien tarvitetaan RAPLI-sovellus RAILI-palvelua varten. RAPLI on yleisen verkon älypuhelimien tarkoitettu RAILI-palvelun käyttöä ja kirjautumista varten asennettava sovellus.

⁶ Rautateiden liikenneviestinnässä käytetään kansallisten viranomaisten käyttämää VIRVE-verkkoa. Junan kuljettamisessa viestintään käytetään ensisijaisesti VIRVE-ohjaamoriadiopuhelinta. VIRVE on TETRA teknologiaan perustuva verkko, jolla tuotetaan korotetun turvallisuus- ja varautumistason radioviestintäpalveluja viranomaisten ja luvan saaneiden yhteiskunnan kriittisen infrastruktuurin toimijoiden yhteiskäyttöön. TETRA (Terrestrial Trunked Radio) on 380–400 Mhz taajuusalueella toimiva korkean saatavuuden radioverkko.

erillisellä paineilmaletkulla, joka toimii jarrujohtona ja mahdollistaa viimeisenä olevan vaunun jarrujen toiminnan veturin jarrujen ohjaamana.

Korjattavien metrojen siirroissa käytetään erillistä hinausadapteria, koska vetokalustossa käytettävät vetolaitteet eivät ole suoraan yhteensopivat metron vetolaitteiden kanssa. Hinausadapteri mahdollistaa mekaanisen kytkennän lisäksi paineilman syöttämisen vetävästä yksiköstä metroom. Paineilmaa käytetään metron ilmajousien toiminnan varmistamiseksi. Metrossa ei ole jarrujohdon paineella ohjattavaa jarrujärjestelmää, joten metro on siirtojen aikana jarruton. Junan viimeinen yksikkö ei voi olla jarruton ja sen vuoksi siirroissa käytetään metron perään kytkettyä vaunua, jonka jarruja voidaan ohjata metron ohi kulkevalla jarrujohdon paineella.

Nyt tutkittavassa tapauksessa metrojunan siirtoon käytettiin normaalista poiketen Dv12-veturia, kun vastaavissa kuljetuksissa oli yleensä käytetty ratakuorma-autoa. Tka8-ratakuorma-auto ei ollut onnettomuuspäivänä käytettävissä sen vioittumisen vuoksi.

Ennen metron siirtämistä mitataan aina päätykytkimien korkeus, joka vaihtelee pyörien kuluneisuuden mukaan. Tieto korkeudesta toimitetaan adaptereiden asentajalle, joka säätää kytkentäkorkeuden oikeaksi.

Siirtoon ja sen valmisteluun osallistuneet veturinkuljettajat toteuttivat siirron sovitun menettelyn mukaisesti. Heille oli järjestetty kalustokoulutus Dv12-veturin lisäksi Tka8-ratakuorma-autoon.

Veturin ja metrojunan kytkeminen oli veturinkuljettajien vastuulla.

Kytkemisoperaatioissa oli junien erilaisten kytkemisosien ja kylmän sään aiheuttaman hinausadapterin salvan jäykistymisen vuoksi omat haasteensa. Lopulta hinausadapterin piilevä vika esti täyden kytkeytymisen.

Ennen metron ja veturin kytkentää veturinkuljettaja oli huomannut, että niihin asennetun hinausadapterin välillä oli 3–5 cm korkeusero. Hän oli pyytänyt kunnossapitohenkilökunnalta työkaluja korkeuseron säätämiseksi pienemmäksi. Adapteriin asennetun säätömahdollisuuden vuoksi kytkimet voidaan säätää silmämääräisesti suoraan kytkeytymistä varten. Toinen veturinkuljettaja oli kytkenyt veturin metrojunaan toisen veturinkuljettajan tarkkaillessa kytkeytymistä. Veturin vetolaitteeseen oli asennettu hinausadapteri, joka mahdollisti SA-3-kytkimellä varustetun veturin kytkeytymisen metron automaattikytkimeen. Kytkinten liikkuvat osat ja erityisesti niiden salvat olivat jäykkiä kylmän sään takia, mikä vaikeutti veturin ja metron kytkemistä.

Kytkeytymistä tarkkaillut veturinkuljettaja oli huomannut, että pääsäiliöyhteys jäi jonkin verran vuotamaan. Paineilman vuodon takia veturinkuljettaja oli kokeillut irrotusta adapterin virityskahvalla. Virityskahva on niin lyhyt, että siitä ei saa paljain käsin kunnollista otetta, eikä kuljettaja ollut onnistunut liikuttamaan kahvaa lainkaan. Veturinkuljettaja oli pyytänyt, että ohjaamossa oleva veturinkuljettaja työntäisi veturilla kytkettyä väliä tiukemmaksi, jolloin vuoto pieneni. Sen jälkeen kytkentää tarkkaillut veturinkuljettaja oli pyytänyt vetämään veturilla. Vedettäessä kytkimien kytkentäpinnan alareunassa oli ollut noin 7 mm rako ja kytkentäpintojen yläreuna oli pysynyt kiinni. Kytkettävässä välissä oli edelleen pääsäiliöyhteyden vuoto. Veturinkuljettajat olivat varmistaneet metron alustaan sijoitetulla hanalla pääsäiliöpaineen laskemisen veturissa. Näin he olivat myös varmistaneet kytketyn välin mahdollistavan pääsäiliöpaineen syöttämisen veturista hinattavaan metrojunaan.

Veturinkuljettajat olivat siirtäneet raiteella 715 muodostetun kokoonpanon vaihtotyönä raiteelle 710 raiteen pohjoispään kautta sen kytkemiseksi mittausvaunuun. Toinen veturinkuljettajista oli mennyt tarkkailemaan kytkeytymistä ja oli tarkastanut samalla

korkeuseron, joka oli kytkentää varten hyväksyttävissä. Kytkeytymisen jälkeen veturia ohjannut veturinkuljettaja oli tehnyt koevedon ja tämän perusteella kytkentä oli ollut kunnossa. Toinen veturinkuljettaja oli koonnut hinaukseen tarvittavan erillisen jarrujohdon ensin mittausvaunun ja metron väliin ja sitten veturin ja metron väliin.

Junan valmistelujen yhteydessä ei ollut huomattavissa, että pääsäiliöyhteyden vuoto olisi suurentunut. Veturinkuljettajat olivat ottaneet pysäytyskengät pois mittausvaunun alta ja testanneet jarrut. Lisäksi he olivat varmistaneet pääsäiliöyhteyden mittausvaunun ja metron välillä.

2.3 Tallenteet

2.3.1 Veturin kulunrekisteröintilaitteen tallenne

Junan veturin kulunrekisteröintilaitteen tallenne osoitti veturin maltillisen kiihtymisen nopeudesta 18 km/h noin 500 metriä ennen junan katkeamista. 72 sekuntia kestäneen kiihdytyksen jälkeen junan nopeus oli 30 km/h. Junan katkeamisen vuoksi veturi kiihtyi nopeuteen 36 km/h ja sen jälkeen jarrujohdon tyhjenemisen vuoksi veturissa kytkeytyi hätäjarrutus. Metro ja siihen kytketty mittausvaunu törmäsivät nopeudella 28 km/h veturiin, joka jarrutuksesta huolimatta liikkui vielä törmäyshetkellä nopeudella 11 km/h. Törmäyksen johdosta kokoonpanon nopeus nousi sekunnin aikana nopeuteen 19 km/h. Metron akseli suistui nopeudessa 15 km/h. Toisistaan kertaalleen irronneet yksiköt pysähtyivät yhdessä, kun kokoonpano oli kulkenut noin 9,4 metriä metron ensimmäisen telin toisen akselin suistumisen jälkeen. Junan katkeamisesta pysähtymiseen kului noin 17 sekuntia ja kuljettu matka oli noin 96 metriä. Katkeamisen ja törmäyksen välissä metro ja siihen kytketty vaunu liikkuivat noin 71 metriä.

2.3.2 Asetin- ja turvalaitetallenne

Asetin- ja turvalaitetallenteita ei ollut käytettävissä tutkinnassa.

2.3.3 Liikenteenohjauksen puherekisteritallenteet

Tutkinnan käytössä oli puherekisteritallenteet veturinkuljettajan ja liikenteenohjauksen välisistä keskusteluista. Tallenteen tietojen avulla tarkennettiin tapahtumien kuvausta.

2.3.4 Muut tallenteet

Oulunkylän aseman valvontakameroista nähtiin junan lähestyminen ja pysähtyminen. Varsinainen törmäys ja suistuminen ei näkynyt tallenteissa.

2.4 Onnettomuuteen liittyvät henkilöt, organisaatiot ja turvallisuudenhallinta

2.4.1 Onnettomuudessa osallisina olleet henkilöt

Metrojunan siirron teki kaksi veturinkuljettajaa.⁷ Kumpikin heistä oli toiminut pitkään kuljettajana ja rautatietehtävissä. He olivat suorittaneet kalustokoulutuksen Dv12-veturiin ja vastaavissa siirroissa myös käytettyyn Tka8-ratakuorma-autoon.

VR-FleetCare:n asentaja ja HKL:n asentaja matkustivat mittausvaunussa metrojunan siirron aikana. VR-FleetCare:n asentaja vastasi organisaationsa osalta metron siirtoon

⁷ Metron siirto rautateitse eroaa normaalista kuljetustoiminnasta ja sen vuoksi kuljetukseen osallistui kaksi veturinkuljettajaa. Kaksinajossa junan matkanaikaiset ja kokoonpanoon liittyvät vaihtotyöt voidaan suorittaa ilman erillistä vaihtotyöhenkilökuntaa. Lisäksi kaksinajo mahdollistaa pidemmät työvuorot sekä helpottaa hinausadapterilla suoritettavaa kytkentää.

liittyvistä valmisteluista ja teknisistä asioista sekä varmisti kuljetuksen turvallisuutta metrojunan osalta. HKL:n asentajan tehtävänä oli toimia metrojunan peruskorjauksen laadunvarmistajana.

2.4.2 Organisaatiot

Raideliikenteen kunnossapitoyritys VR-FleetCare Oy oli tehnyt onnettomuudessa suistuneelle metrojunalle peruskorjauksen. VR-FleetCare on VR Groupin tytäryhtiö, joka tekee kaluston ylläpitopalveluita, kuten muun muassa kaluston huoltoja, modernisointiprojekteja, komponenttipalveluja, elinkaaren hallintaa ja digitaalisia palveluja. Merkittävien asiakkaiden palveluille on VR-Yhtymä. VR FleetCaren palveluksessa on yli 1 000 työntekijää. Sen vuosiliikevaihto on noin 200 miljoonaa euroa. Yrityksellä on kymmenen toimipistettä.

VR-Yhtymä Oy vastasi metrojunan kuljetuksesta.

Helsingin kaupungin liikennelaitos (HKL) ja VR-FleetCare olivat tehneet hankintasopimuksen metrojunien peruskorjauksesta. Peruskorjaukset oli sovittu tehtävän VR:n toimitiloissa Ilmalan varikolla ja Pieksämäen konepajalla. HKL oli tilannut metrojunien peruskorjaukset kokonaistoimituksena VR FleetCarelta, joka vastaavasti oli tilannut metrojunien kuljetukset VR-Yhtymältä ja hoitanut kuljetuksiin liittyvät lupa-asiat.

2.4.3 Turvallisuudenhallinta

VR-Yhtymällä on rautatieliikenteen harjoittajana turvallisuusjohtamisjärjestelmä, jolla se pyrkii hallitsemaan riskejä sekä parantamaan toiminnan turvallisuutta.

VR-FleetCare toimii emoyhtiönsä turvallisuusjohtamisjärjestelmän ja turvallisuustodistuksen alla. Rautatiekalustoa varten VR-FleetCare:lla on kuitenkin oma turvallisuusjohtamisjärjestelmänsä, jossa on kuvattu muun muassa toimintamalleja sekä kaluston kunnossapidon vaatimuksia ja periaatteita. VR-FleetCare:lla ei ole ollut oikeutta harjoittaa junaliikennöintiä ja siirtää junana kalustoa paikasta toiseen. Tarpeen vaatiessa VR-Yhtymä on tehnyt kalustosiirrot VR-FleetCare:lle. Raiteilla tehtyjen metrokuljetuksien riskienhallinnan vastuut ja turvallisuudesta huolehtiminen ovat jakautuneet VR-Yhtymän ja VR-FleetCaren kesken. VR-FleetCare on huolehtinut, että metrojunia on turvallista kuljettaa ja VR-Yhtymä on huolehtinut muuten kuljetuksien turvallisuudesta.

VR-FleetCare oli arvioinut metrojunien siirtoa koskevat riskit ja laatinut siitä asiakirjan. Asiakirja oli allekirjoitettu 29.5.2020. Riskiarvion oli toteuttanut peruskorjauksia tehneen organisaation projekti. Linjaorganisaatio oli vastannut siitä, että arvio tehtiin. Siirrot oli aluksi suunniteltu tehtävän maantiekuljetuksina erikoiskuljetuslavetilla vaunu kerrallaan. Lastaukset ja purut oli tarkoitus toteuttaa kahdella nosturiautolla kussakin lastaus-/purkupisteessä. Siirrot lastaus-/purkupaikoilta hallitiloihin ja sieltä takaisin oli tarkoitus tehdä veturilla hinaten.

Alkuvaiheen jälkeen oli tarkoitus siirtää kokonaisia junia raidekuljetuksina väleillä Vuosaari–Pieksämäki, Pieksämäki–Ilmala ja Ilmala–Vuosaari. Raidekuljetuksiin siirryttiin, sillä ne olivat aikataulullisesti tehokkaampia, helpompia toteuttaa kuormaamisen ja purkamisen osalta ja kustannuksiltaan edullisempia. Raidekuljetuksia haluttiin suosia myös, koska toimittiin samalla toimialalla. Raidekuljetukset olivat sujuneet ilman merkittäviä ongelmia ennen nyt tutkittavaa onnettomuutta.

Kuljetusten riskienarviointi oli VR-FleetCare:n vakiomenettelyn mukainen. Se oli tehty veturivetoisia siirtoja varten, vaikka käytännössä siirrot tehtiin pitkälti ratakuorma-autolla vetäen. Pitkät siirrot oli suunniteltu tehtävän pääsääntöisesti Kouvolan kautta, mutta

mahdollisten siirtoreittiin liittyvien häiriötilanteiden vuoksi myös Tampereen kautta. Siirrot oli suunniteltu tehtävän veturilla hinaten ja hinausadapteria käyttäen metron ollessa paineistettu (syöttö veturista) ja jarruton.

Siirroille oli suunniteltu kaksi vaihtoehtoista tapaa: 1) veturi ja metrojuna, ja 2) veturi, metrojuna ja normaaliliikenteeseen hyväksyty henkilövaunu. Nyt tutkittavassa onnettomuudessa kuljetus tehtiin jälkimmäisellä tavalla. Riskienhallinnan asiakirjan mukaan metrojunan jarrut irrotetaan tällöin mekaanisesti koko siirron ajaksi. Tällä kokoonpanolla saavutetaan junayksikölle yli kaksinkertainen jarrupainoprosentti vaadittuun 36 % nähden. Metrojunaan kytketään paineilma veturista (ilmajouset) ja takapäässä olevan henkilövaunun jarruja ohjataan väliaikaisella metrojunan läpi viedyllä jarrujohdolla.

Asiakirjan mukaan siirtojen riskienarviointi koski M100-metrojunan valmistelua siirtoa varten, siirron toteuttamista veturilla hinaten ja kyseisen metrojunan yhteensopivuutta rataverkon kanssa sekä siirtoajon yhteydessä tapahtuvaa toimintaa ja sen vaikutuksia rautatieturvallisuuteen. Siirtojen riskienarviointi oli toteutettu ”aivoriihi”-menetelmällä. Arviointiin osallistuneella kolmella henkilöllä oli kokemusta erilaisista siirtoajoista, koeajo- ja testaustilanteista sekä koeajojen ja testien järjestämisestä.

Asiakirjassa on määritelty metrojunien siirtojen turvallisuusvaatimukset ja -toimenpiteet mukaan lukien siirron henkilöiden roolit ja tehtävät. Asiakirjassa on organisaation riskienarviointilomakkeella kartoitettu laajalti eri vaaraskenaarioita ja niiden syitä, ennaltaehkäiseviä toimenpiteitä, jäännösriskejä ja turvallisuusvaatimuksia. Riskienarvioinnissa ei ole huomioitu hinausadaptereita, joita oli aikomus käyttää vetureiden, vaunujen ja metrojunien kytkemisissä junaa muodostettaessa. Myöskään jarrujohtojen asennuksia ei ole huomioitu. Riskiarvio oli tehty etukäteen osana luvanhakuprosessia. Tällöin riskiarvion laatijan oli vaikea ennakoida, millaisin poikkeusjärjestelyin kuljetukset toteutettaisiin käytännössä. Kokonaisuutena riskiarvio on kattava ja monipuolinen, vaikka onnettomuus tapahtui tavalla mitä siinä ei osattu ennakoida. Onnettomuudessa tapahtunut junan katkeaminen on huomioitu yhtenä mahdollisena skenaariona. Katkeamisen aiheuttava riski on arvioitu kuitenkin vähäiseksi, koska

”Veturi ja jarruvaunu ovat rataverkolle hyväksytyjä yksikköjä ja niiden jarrujärjestelmät toimivat turvasuuntaisesti. Katkeamista koskien turvallisuusvaatimuksiksi ja -toimenpiteiksi on määritetty junan lähtötarkastus mukaan lukien muun muassa paineilmasyötön tarkastus, jarrujen koettelu ja koejarrutus. Junana liikuttaessa sekä veturi että jarruvaunu jarruttavat itsetoimijarrulla pysäyttäen sekä itsensä että väliin jäävän metrojunan vaihtotyönä tapahtuvassa siirrosta metrojunan jarrujärjestelmä on paineistettu (jousitoiminen levyjarru on irrotettu) ja metrojuna on miehitetty > junan katketessa metrojunassa oleva henkilö voi suorittaa hallitun jarrutuksen.”

Näin toimittaessa jäännösriski on arvioitu merkityksettömäksi. Eli katkeamisriskiä ei ole koettu erityisen suureksi, kun siirtojunan jarrujen on oletettu toimivan normaalisti.

Henkilöturvallisuutta uhkaava riski on asiakirjassa arvioitu vähäiseksi, koska mukana olevat henkilöt tuntevat ohjeet ja varusteet. Henkilöturvallisuuden jäännösriskiä on pidetty merkityksettömänä, kun noudatetaan asiakirjan turvallisuustoimenpiteitä. Toimenpiteitä ovat Vuosaaren tunneliin liittyvät turvaohjeet ja varusteet. Lisäksi mukana olevilla henkilöillä tulee olla riittävä opastus. Kaikilla siirrolla mukana olevilla henkilöillä tulee myös olla veturinkuljettajien turvavarustepaketti.

Metrojunien kuljettamista suunniteltaessa tarvittavien henkilöiden vastuujaosta oli suunniteltu yleisellä tasolla. Käytännössä junien kytkeminen jäi kokonaan veturinkuljettajien vastuulle, vaikka heidän koulutuksessaan ei ollut opetettu käsittelemään junien kytkemisessä käytettyjä hinausadaptereita.

Hinausadapteria ei ollut ymmärretty kriittiseksi komponentiksi siirroissa. Tämä näkyi adaptereihin liittyvän dokumentaation puuttumisena: niillä ei ollut käyttöohjetta, yksilöllistä tunnistetta, huoltorekisteriä eikä -ohjelmaa. Niiden käyttöä ei ollut seurattu eikä huoltohistoriaa tiedetty. Yleisesti rautatiekaluston kytkinlaitteet, kuten pääty- ja välikytkimet, on määritelty turvallisuuskriittisiksi komponenteiksi.

2.5 Viranomaisten ennalta ehkäisevä toiminta

Liikenne- ja viestintävirasto oli myöntänyt VR-FleetCare:lle poikkeusluvan M100-sarjan metrojunien siirroille rataverkolla. VR-FleetCare oli 3.6.2020 hakenut Liikenne- ja viestintävirastolta kyseistä lupaa. Poikkeusluvan myöntämisen yhteydessä tarkastellaan lisäksi kaluston ja radan yhteensopivuus. Yhteensopivuuden arvioinnin suorittaa Väylävirasto.

Lupahakemuksessa oli määritelty suunnitellut siirtoreitit. Siirrot kerrottiin tehtävän hinauksena rataverkolle soveltuvaa veturia ja hinausadapteria käyttäen siten, että metrojuna on siirron aikana lähtökohtaisesti jarruton. Hakemuksessa aiottua lupaa perusteltiin siten, että rataverkolla tapahtuvat siirrot sujuvoittavat ja helpottavat metrojunien siirtoja huomattavasti. Siirrot aiottiin tehdä kahdella tavalla: vaihtotyönä (veturi ja metrojuna) tai junaliikenteenä (veturi, metrojuna ja normaaliliikenteeseen hyväksyty henkilövaunu) huippunopeudella 80 km/h. Tässä tutkintaselostuksessa edellä kuvattu siirtojen riskienarviointi oli liitetty hakemuksen liitteeksi. Hakemuksessa kerrottiin junan hinauksen tehtävän vastuuhenkilön valvonnassa ja asianmukaista varovaisuutta noudattaen. Vastuuhenkilöiksi oli ensimmäisiin siirtoihin määritelty kaksi nimettyä henkilöä. Myöhempiä siirtoja varten oli ajateltu, että vastaava henkilö olisi aina tehtävään opastettu henkilö.

Junan katkeamisen riski on tunnistettu, joskin katkeamiset ovat olleet melko harvinaisia. Liikenne- ja viestintäviraston mukaan vuonna 2020 raportoitiin kahdeksan junan katkeamistapausta. Vuonna 2018 oli vastaavasti raportoitu seitsemän katkeamista. Edellisinä viitenä vuotena katkeamisia oli ollut keskimäärin 14,4 tapausta per vuosi. On huomattava, että kaikkia katkeamisia ei välttämättä raportoida poikkeamina. Junan katkeamisiin liittyvät riskit ovat tavallisesti hallinnassa, kun katkeamisesta seuraa junan jarrujohdon tyhjeneminen, jarrutus ja junan pysähtyminen.

Liikenne- ja viestintäviraston oli valvovana viranomaisena mahdotonta ennakoida hinausadaptereissa piilevänä ilmenevää kytkeytymistä haittaavaa vikaa. Myönnetyn poikkeusluvan oletuksena oli, että metrojunien siirroissa tarvittava tekniikka oli asianmukaisessa kunnossa. Mikäli hinausadaptereiden vika olisi ilmennyt poikkeamana turvallisuuspoikkeamajärjestelmässä, olisi se tullut myös viranomaisen tietoon.

2.6 Pelastustoimiin osallistuneet organisaatiot ja niiden toimintavalmius

Väyläviraston pelastus- ja raivausorganisaatio huolehtii onnettomuustilanteiden jälkiraivaustehtävistä valtion omistamalla rataverkolla. Organisaatioon kuuluva palokunta osallistuu myös pelastustoimintaan sekä rautateillä kuljetettavien vaarallisten aineiden torjuntaan yhteistyössä pelastusviranomaisten kanssa.

Tarvittaessa organisaatio tukee erityiskalustollaan muuta rautatietoimintaa esimerkiksi myrskyvahinkojen tai vastaavien torjunnassa. Organisaation pelastus- ja raivauskalusto on suunniteltu erityisesti rautatieympäristössä tapahtuvaan raskaaseen pelastamiseen. Lisäksi organisaatiolla on rautatiekalustoon sekä vaarallisten aineiden vuotojen torjuntaan suunniteltua erityiskalustoa. Kalustoa voidaan käyttää myös muissa pelastus- ja virka-aputehtävissä palokuntasopimusten mukaisesti.

Valtakunnallisesta valmiudesta huolehditaan kolmen tukikohdan avulla (Riihimäki, Kouvola ja Oulu), joista kussakin on jatkuvassa valmiudessa neljä henkilöä. Tutkitussa onnettomuudessa raivauksesta vastasi Riihimäen tukikohdan yksikkö.

Valmius hoidetaan niin sanottuna kotivarallaolona ja lähtövalmiusaika vaihtelee tehtävän kiireellisyyden mukaan. Tehtävien kiireellisyysluokitukset on määritetty yhteiskunnallisen tarpeen mukaisesti ja niissä noudatetaan yleisiä pelastustoiminnan tehtäväluokituksia.

Organisaation henkilöstöllä on vähintään sopimuspalokunnan henkilöstöltä vaadittava osaaminen ja toimintakyky sekä savu- ja kemikaalisukelluspätevyydet.

Helsingin kaupungin pelastuslaitos⁸ vastaa pelastustoimintaan kuuluvien kiireellisten tehtävien hoitamisesta alueellaan pelastuslain⁹ mukaisesti. Pelastuslaitoksella on yhdeksän pelastusasemaa eri puolilla kaupunkia, joista kahdeksan toimii ympäri vuoden. Lisäksi kaupungin alueella toimii 15 sopimuspalokuntaa. Sammutus- ja pelastustehtäviin hätäkeskus hälyttää tehdyn riskinarvion perusteella lähimmän tarkoituksenmukaisen pelastusyksikön. Onnettomuuspaikkaa lähin vakinainen pelastusasema sijaitsee Käpylässä noin kilometrin päässä. Onnettomuuden suistumisessa ei tarvittu pelastustoimintaa eikä pelastuslaitoksen tai sopimuspalokuntien pelastusyksiköitä.

Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin (HUS) alueella ensihoidon järjestämistä vastuu on terveydenhuoltolain¹⁰ perusteella sairaanhoitopiirillä¹¹. Sairaanhoitopiiri tekee palvelutasopäätöksen, jossa se määrittelee ensihoitopalvelun järjestämisen kannalta keskeiset seikat, kuten ensihoidon järjestämistavan. Helsingin kaupungin pelastuslaitos toimii ensihoitopalvelun tuottajana Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin (HYKS Helsinki) järjestämisaueella.

2.7 Säädökset, määräykset ja ohjeet

2.7.1 Lait, asetukset ja sopimukset

Raideliikennelain¹² tarkoituksena on edistää raideliikennettä ja sen turvallisuutta ja rautatiejärjestelmän yhteentoimivuutta sekä rataverkon tehokasta käyttöä

Lain 41 § käsittelee poikkeuslupaa. Siinä todetaan, että valvovana viranomaisena Liikenne- ja viestintävirasto voi myöntää luvan poiketa antamistaan määräyksistä, jos rautatiejärjestelmän turvallisuus ja tekninen toimivuus eivät vaarannu. Laki ei ota suoraan kantaa teknisiin asioihin eikä poikkeusluvalla toteutettuihin siirtoihin. Poikkeuslupa koski metroa, koska kuljetuksen aikana rataverkolla liikutettiin kalustoa, jota ei ollut hyväksytty rautatiekäyttöön.

2.7.2 Liikenne- ja viestintäviraston määräykset

Liikenne- ja viestintäviraston määräys *Rautateiden liikkuva kalusto*¹³ määrittää kansalliset vaatimukset Suomessa liikennekäytössä olevalle rautatiekalustolle. Jos kalusto ei täytä määräyksen vaatimuksia, voidaan sitä liikuttaa rataverkolla vain poikkeusluvalla.

⁸ Pelastuslaitoksen perustehtävänä on muun muassa ehkäistä onnettomuuksia, varautua tapahtuviin onnettomuuksiin ja vähentää hätätilanteiden vaikutuksia pelastustoiminnan ja tarpeellisin ensihoidon keinoin. Pelastuslaitoksen toimintavalmius, kalusto, osaaminen ja henkilöstöresurssit on suunniteltu erilaisiin onnettomuusriskeihin. Toiminta käynnistyy silloin, kun tulipalo, muu onnettomuus tai niiden uhka vaatii kiireellisiä toimenpiteitä ihmishengen tai terveyden, omaisuuden tai ympäristön suojaamiseksi tai pelastamiseksi.

⁹ Pelastuslaki 379/2011.

¹⁰ Terveydenhuoltolaki 1326/2010.

¹¹ Vastuu sosiaali- ja terveystalvelujen ja pelastustoimen järjestämisestä siirtyy kunnilta hyvinvointialueille 1.1. 2023.

¹² Raideliikennelaki 2018/1302.

¹³ TRAFICOM/168146/03.04.02.00/2019.

Tutkittavassa tapauksessa metrojunan siirtoon valtion rataverkolla sovellettiin kaluston osalta tätä poikkeuslupamenettelyä.

2.7.3 Väyläviraston ohjeet

Väyläviraston Ratateknisten ohjeiden (RATO) osa 21, *Liikkuva kalusto*¹⁴, sisältää ne vaatimukset ja ohjeet, jotka koskevat Väyläviraston hallinnoimalla Suomen valtion rataverkolla kulkevaa rautatiekalustoa. Jos kalusto ei täytä ohjeessa määriteltyjä raja-arvoja, tarvitaan sen siirtämiseen rataverkolla poikkeuslupa.

Väylävirasto antoi 22.5.2020 lausunnon metrojunien siirtämisestä, kun VR-FleetCare tarvitsi poikkeusluvan siirroille Liikenne- ja viestintävirastolta. Väylävirasto arvioi ensin siirroissa käytettävän kaluston ja radan yhteensopivuuden. Se ei nähnyt estettä metrojunien siirroille lausuntopyynnössä mainituilla reiteillä, ehdotetuilla rajoituksilla ja toimenpiteillä:

- Siirtojen maksiminopeus on 80 km/h, kun liikutaan junana.
- Junana liikuttaessa tulee metron perään kytkeä vaunu, jossa on toimiva itsetoimijarru ja jonka jarrujohto on yhdistetty veturiin.
- Junan jarrutuskyvyn on täytettävä Väyläviraston ohjeen "junaliikenteen ja vaihtotyön turvallisuussäännöt" vaatimukset.
- Mikäli siirtoja tehdään vaihtotyönä vain Ilmala-Vuosaari välillä, on maksiminopeus 35 km/h ja metrojuna on miehittettävä.
- Miehistöllä on oltava mahdollisuus kiinnittää metrojunan jarrut tarvittaessa, ellei junan viimeisenä yksikkönä ole itsetoimijarrullista kalustoa, jonka jarrujohto on kytketty veturiin.
- Ennen siirtoja on junakohtaisesti varmistettava metrojunan sopivuus FIN1-ulottumaan.
- Junista on poistettava ainakin virroitin ja kompressori kehikkoineen, sekä varmistettava kiskojarujen pysyminen yläasennossa.
- Junien kulkuvarmuus on varmistettava vähintäänkin aistinvarasiin havaintoihin perustuen ensimmäisellä siirrolla. Junan nopeutta tulee nostaa portaittain maksiminopeuteen 80 km/h saakka.

Väylävirasto vaati lausunnossa, että sille ilmoitetaan, mikäli siirtojen yhteydessä havaitaan jotain poikkeavaa liikkuvan kaluston ja rataan yhteisen toimivuudessa tai turvallisuudessa. Lisäksi se vaati, että Vuosaaren tunnelissa tapahtuvissa siirroissa on otettava huomioon henkilöstön turvavarustevaatimukset, jolloin jokaista henkilöä varten on oltava veturinkuljettajien turvavarustepaketti.

2.7.4 Toimijoiden sisäiset ohjeet

VR-FleetCare oli laatinut ohjeistuksen metrojunien kuljetuksille. Ohjeistuksessa on prosessikuvaus 13.12.2020 toteutetulle metrojunan siirrolle.

Ohjeistuksen mukaan siirtoa valmistellaan ensin Tampereella varustamalla Dv12-veturi ja A17-mittausvaunu adaptoreilla. Siirto Tampereelta Vuosaaren kestää noin kolme tuntia. Perillä Vuosaarissa A17-mittausvaunu irrotetaan veturista vapaalle raiteelle ja veturi kytketään metrojunaan. Metrojunan asetus tehdään jarrulliseksi miehittettynä. Yhdistelmän Dv12-Metro-A17 kasauksen jälkeen testataan jarrut. Siirto Pieksämäelle tehdään tarvittavalla miehityksellä ja valvonnalla. Perillä Pieksämäellä A17-mittausvaunu irrotetaan yhdistelmästä

¹⁴ VÄYLÄ/3395/06.04.01/2020.

ja metro muutetaan miehitetyksi jarrulliseksi. Metro vedetään veturilla konepajalle. Lopulta metrojuna irrotetaan veturista ja veturi kytketään mittausvaunuun.

2.8 Muut selvitykset

2.8.1 VR-Yhtymä Oy:n tutkinta

VR tutki onnettomuuden. VR:n mukaan välitön syy onnettomuudelle oli veturin ja metron välisen kytkennän irtoaminen sekä metron ja mittavaunun jarrutuskyvyn heikkous. Välillisenä syytekijänä pidettiin poikkeuksellista kokoonpanoa ja hinausjärjestelyä. VR:n mukaan puutteellinen riskienarviointi oli mahdollistava tekijä: arvioinnissa ei osattu ottaa huomioon välin katkeamisen seurausta, missä taaemman yksikön jarrutuskyky oli heikompi kuin edessä olevan yksikön jarrutuskyky.

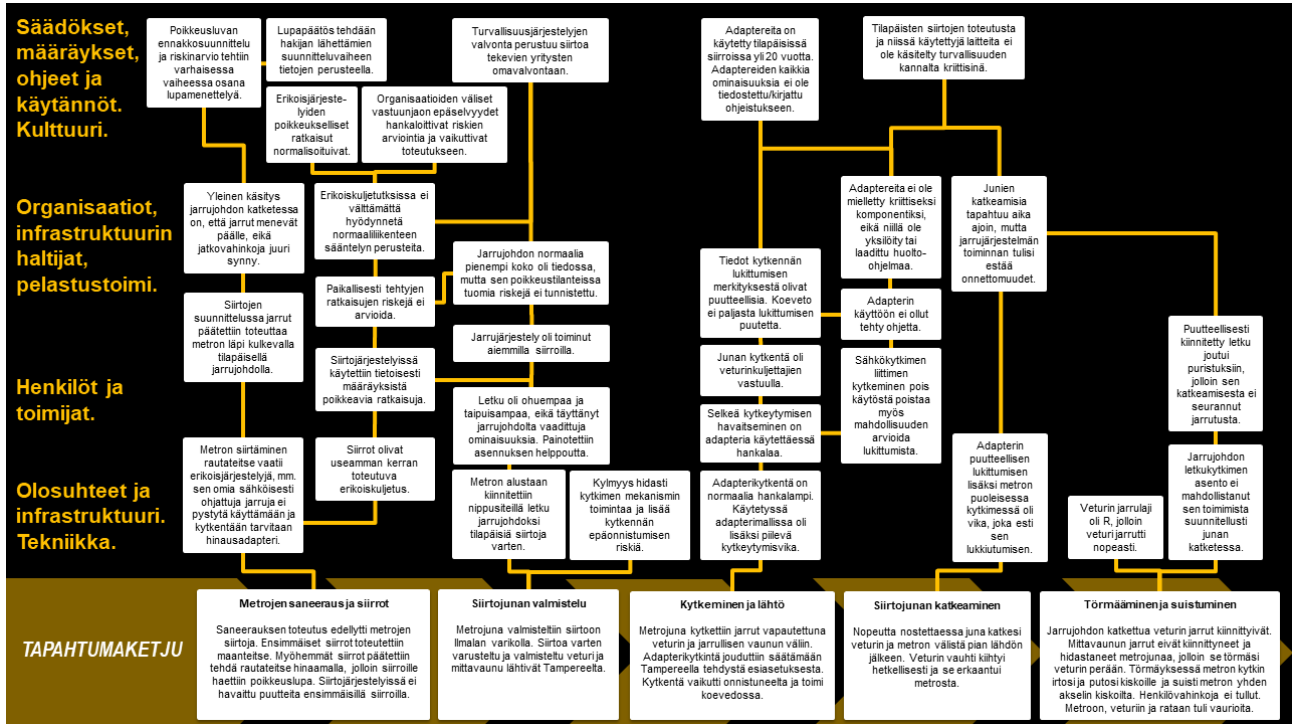
2.8.2 Onnettomuustutkintakeskuksen ja VR-FleetCare:n testit

Tutkinnan aikana metron päätykytkimen sekä hinausadapterin toiminnan selvittämiseksi tehtiin useita testejä. Lisäksi onnettomuudessa olleen siirtojunan mukaisella kokoonpanolla suoritettiin mittauksia jarrujen toimintanopeuksista erilaisilla asetuksilla. Näistä saadut tulokset on esitetty edellä tutkintaselostuksessa.

Testeissä selvitettiin kytkinmekanismien toiminta eri lämpötiloissa sekä kytkeytymistä eri nopeuksilla ja kytkinten välisillä korkeuseroilla. Kytkeytyneiden päätykytkinten irrotusvoima selvitettiin erillisin testein ja ratapihalla suoritettujen koeajojen yhteydessä. Testien jälkeen onnettomuudessa käytetty hinausadapteri sekä metron päätykytkin purettiin mekanismien kunnan ja liikerajoitteiden selvittämiseksi.

3 ANALYYSI

Tapahtuman analysoinnissa on käytetty Onnettomuustutkintakeskuksen edelleen kehittämää Accimap¹⁵-menetelmää. Analyysitekstin jäsentely perustuu tutkinnassa laadittuun Accimap-kaavioon. Onnettomuus kuvataan kaavion alaosassa tapahtumaketjuna. Tapahtumaketjun taustalta paljastuvia tekijöitä puretaan kaaviossa eri analyysitasoilla.



Kuva 17. R2021-04 Accimap-analyysikaavio. (Kuva: OTKES)

3.1 Tapahtuman analysointi

3.1.1 Metrojen saneeraus ja siirrot

Kalustonsiirtojana T4947 suistui kiskoilta 2.12.2021 kello 19.56 Oulunkylässä. Dv12-veturilla oltiin siirtämässä peruskorjattua M100-sarjan metrojuna Ilmalan varikolta Vuosaaren sata-maradan kautta metrovarikolle.

Onnettomuuden metrojuna oli yksi laajemman HKL:n VR-FleetCare:lla teetättämän metrojunien peruskorjausprojektin junista. Junien siirrot toteutettiin projektin alkuvaiheessa maanteitse. Myöhemmin junien siirrot tehtiin rautateitse hinaamalla, jolloin siirroille haettiin poikkeuslupa.

Metrojunien siirtäminen rautateitse olivat toistuvia erikoiskuljetuksia¹⁶, jotka vaativat erityisjärjestelyjä: muun muassa metrojen omia sähköisesti ohjattuja jarruja ei pystytty käyttämään ja kytkentään tarvittiin hinausadapteri. Turvallisuuden kannalta kriittisimpiä erityisjärjestelyjä olivat siirtojunien läpi kulkevan tilapäisen jarrujohdon asennukset. Yleinen käsitys oli ollut, että jos jarrujohto katkeaa junan katketessa, jarrut menevät automaattisesti päälle, eikä

¹⁵ Rasmussen, J. & Svedung, I. (2000) *Proactive Risk Management in a Dynamic Society*. Karlstad, Sweden: Swedish Rescue Services Agency.

¹⁶ Tutkinnassa erikoiskuljetuksella tarkoitetaan poikkeusluvalla tehtyjä kaluston siirtoja.

jatkovahinkoja juuri synny. Siirtojen riskiarvio oli tehty tällä oletuksella. Nyt onnettomuudessa metrojunaan kytketyn mittausvaunun jarrut eivät toimineetkaan.

Siirtojen poikkeusluvan ennakkosuunnittelu ja riskiarvio tehtiin varhaisessa vaiheessa osana lupamenettelyä. Tällöin kaikkia muun muassa jarruja koskevia erityisjärjestelyjä kuten jarruletken asennuksia ei ollut ratkaistu. Kun korjattuja metroja alettiin siirtää, siirtojärjestelyissä käytettiin tietoisesti määräyksistä poikkeavia ratkaisuja. Useiden siirtojen aikaan tehtyjen erikoisjärjestelyiden poikkeuksellisia ratkaisuja alettiin pitämään normaaleina.

Siirroissa paikallisesti tehtyjen ratkaisujen riskejä ei tyypillisesti enää arvioida, sillä riskiarvio tehdään varhaisemmassa suunnitteluvaiheessa. Nyt tutkittavassa onnettomuudessa peruskorjauksen toteuttaneen ja kuljetukset hoitaneen organisaation väliset vastuunjaon epäselvyydet hankaloittivat riskienarviointia ja vaikuttivat toteutukseen.

Erikoiskuljetuksissa ei myöskään välttämättä hyödynnetä normaaliliikenteen sääntelyn perusteita. Junaliikenteen määräykset varmistavat myös erikoiskuljetusten turvallisuutta, joten niitä olisi hyvä noudattaa mahdollisimman pitkälle.

3.1.2 Siirtojunien valmistelu

Onnettomuuden metrojuna oli valmisteltu siirtoon Ilmalan varikolla. Siirtoa varten varusteltu ja valmisteltu veturi ja mittavaunu ajettiin Tampereelta kohti Ilmalaa. Siirron aikainen kylmä sää jäykisti junan muodostamiseen käytetyn adapterin kytkimen mekanismin toimintaa ja lisäsi kytkennän epäonnistumisen riskiä.

Metron alustaan oli kiinnitetty nippusiteillä letku jarrujohdoksi. Letku ei täyttänyt jarrujohdolta vaadittuja ominaisuuksia: se oli ohuempaa ja taipuisampaa. Ohuemman letkun ja sen päiden kiinnittämättömyyden aiheuttamaa riskiä ei tunnistettu käytännössä. Letkun valinnassa ja kiinnityksessä painotettiin asennuksen helppoutta.

Valvovan viranomaisen on vaikea valvoa jarruasennusten kaltaisten kentällä ratkaistavien asennusten turvallisuutta. Turvallisuusjärjestelyjen valvonta perustuu siirtoa tekevien yritysten omavalvontaan. Omavalvonnassa olisi olennaista puuttua toiminnan turvallisuuden kannalta kriittisimpiin osa-alueisiin.

3.1.3 Kytkeminen ja lähtö

Kun siirtojuna muodostettiin, metrojuna kytkettiin jarrut vapautettuna veturin ja jarrullisen vaunun väliin. Adapterikytkintä jouduttiin säätämään Tampereella tehdystä esiasetuksesta. Kytkentä vaikutti onnistuneelta ja toimi koevedossa. Vaikka kytkeminen vaikutti onnistuvan, se ei ollut helppoa. Adapterikytkentä on ylipäänsä normaalia kytkentää hankalampi. Sähkökytkimen ja osoitinivun poistaminen adaptereista myös estää käyttäjän mahdollisuuden varmistaa kytkennän lukittuminen. Koevetokaan ei paljasta vaillinaista lukittumista. Tutkinassa havaittiin myös käytetyssä adapterimallissa ollut piilevä kytkeytymisvika, joka esti adapterin kytkennän lukittumisen onnettomuudessa: lukittuminen ei ollut mekaanisesti mahdollista.

Vaikka adaptereita on käytetty tilapäisissä siirroissa yli 20 vuotta, adaptereiden kaikkia ominaisuuksia ei ole tiedostettu eikä niiden käytöstä ollut laadittu ohjetta. Adaptereita ei ollut mielletty kriittisiksi komponenteiksi. Niiden turvallista käytettävyyttä, erityisesti ilmaisua kytkennän lukittumisesta, ei ollut riittävästi huomioitu laitteen suunnittelussa. Adaptereita ei myöskään ollut yksilöity tai tehty niille huolto-ohjelmaa.

3.1.4 Siirtojunan katkeaminen

Juna katkesi veturin ja metron välistä pian lähdön jälkeen, kun nopeutta nostettiin maltillisessa kiihdytyksessä. Katkeamisen jälkeen veturin vauhti kiihtyi hetkellisesti ja se erkaantui metrosta. Junan katkeamisen mahdollisti adapterin puutteellisen lukittumisen lisäksi metron puoleisen kytkimen vika, joka esti sen lukkiutumisen. Vika ei ollut ilmennyt adapterin ja kytkimen aiemmassa käytössä. Adapterin käytöstä ja erityisesti kytkennän lukittumisen varmistamisesta ei ollut ohjeistusta tilanteen varalle missä sähkökytkimet eivät ole käytössä. Käyttäjien ei ollut mahdollista havaita vikaa.¹⁷ Laitteen käytettävyyys ylipäänsä ei ole hyvä.

Junien katkeamisia tapahtuu aika ajoin, mutta jarrujärjestelmän toiminnan tulisi estää onnettomuudet. Erikoiskuljetuksissa ongelmia voi syntyä, kun jarruissa käytetään paikallisesti tehtyjä ratkaisuja. Tilapäisten siirtojen toteutusta ja niissä käytettyjä laitteita ei ole raideliikenteessä käsitelty turvallisuuden kannalta kriittisinä.

3.1.5 Törmäminen ja suistuminen

Onnettomuudessa veturin jarrut kiinnittyivät jarrujohdon katkettua. Veturin jarrulaji oli R, jolloin veturi jarrutti junan katkeamisen jälkeen nopeasti.

Mittavaunun jarrut eivät kuitenkaan kiinnittyneet ja hidastaneet metrojunaa, joten se törmäsi veturin perään. Jarrujohdon letkukytkimen asento ei mahdollistanut sen toimimista suunnitellusti junan katketessa. Puutteellisesti kiinnitetty letku joutui puristuksiin, jolloin sen katkeamisesta ei seurannut jarrutusta.

Törmäyksessä metron kytkin irtosi ja putosi kiskoille, minkä seurauksena metron yksi akseli suistui kiskoilta.

¹⁷ Lukittumisen pystyisi havaitsemaan esimerkiksi työntötangon asennon mittaamalla. Tästä ei ollut käytettävissä ohjetta. Lisäksi suunnitteluvaiheessa adapterista oli osana käytettyä kytkinpäätä poistettu vipu, joka ilmaisee, onko lukittuminen tapahtunut loppuun asti.

4 JOHTOPÄÄTÖKSET

Johtopäätökset sisältävät onnettomuuden tai vaaratilanteen syyt. Syyllä tarkoitetaan erilaisia tapahtuman taustalla olevia tekijöitä ja siihen vaikuttavia välittömiä ja välillisiä seikkoja.

1. Kun useita korjattuja metrojunia oli siirretty raiteilla erikoiskuljetuksina, kuljetusten paikallisesti tehtyjen ratkaisujen riskejä ei tyypillisesti enää arvioitu ennen kuljetuksia. Riskiarvio oli tehty varhaisemmassa suunnitteluvaiheessa. Erikoiskuljetusten jatkuessa kuljetusten poikkeuksellisia ratkaisuja oli alettu pitämään normaaleina.

Johtopäätös: Jokainen erikoiskuljetus erikoisratkaisuihin tulisi tarkastaa erikseen. Näin varmistetaan jokaisen kuljetuksen turvallisuus ja ehkäistään turvallisuutta uhkaavia trendejä.

2. Erikoiskuljetuksille ovat tyypillisiä erityisjärjestelyt ja viime hetkellä tehdyt paikalliset ratkaisut. Valvovan viranomaisen on siten vaikea valvoa erikoisjunakuljetusten asennusten turvallisuutta. Rautatieliikenteen harjoittajan omavalvonta keskittyy vastaavasti tyypillisesti enemmän normaaliin liikenteeseen kuin erikoiskuljetuksiin. Erikoiskuljetuksissa tarvittavat erityisjärjestelyt jäävät helposti kokonaan valvonnan ulkopuolelle.

Johtopäätös: Rautatieliikenteen harjoittajien tulisi tietoisesti pyrkiä kohdentamaan omavalvontaansa myös erikoiskuljetusten asennustyöhön ja paikallisiin ratkaisuihin.

3. Erikoiskuljetusten toteutusta ja niissä käytettyjä laitteita, kuten hinausadaptereita, ei ole raideliikenteessä aina käsitelty turvallisuuden kannalta kriittisinä.

Johtopäätös: Erikoiskuljetusten toteutuksessa käytettävät laitteet tulisi tunnistaa mahdollisimman aikaisin, jotta niille ehditään tehdä riittävät huoltotoimenpiteet. Erikoiskuljetusten laitteet tulisi saattaa huolto-ohjelman piiriin.

4. Junan katkeaminen aiheutui hinausadapterin ja metron päätykytkimen samanaikaisesta vikaantumisesta. Junan katkeamisen jälkeen mittaussvaunun jarrut eivät toimineet suunnitellusti tilapäisen jarrujohdon toteutuksen takia, mikä aiheutti törmäyksen ja suistumisen.

Johtopäätös: Junan katkeaminen on raideliikenteessä tiedostettu riski. Katkeamisen ei oleteta aiheuttavan onnettomuutta, koska jarrujärjestelyt varmistavat normaalitilanteessa junan osien hallitun ja turvallisen pysähtymisen. Erikoiskuljetuksissa tämä riski tulisi kuitenkin huomioida.

5. Onnettomuusjunan jarrujohdon asennus olisi voitu toteuttaa määräysten mukaisesti, jolloin jarrujärjestelmä olisi voinut toimia oikein. Erikoiskuljetusten järjestelyissä käytetään erilaisia laitteita ja järjestelyjä eri työntekijöiden toimesta. Tällöin eri tekijöiden yhteisvaikutuksesta aiheutuvia vaaratekijöitä ei välttämättä oivalleta.

Johtopäätös: Erikoiskuljetusten järjestelyt tulisi toteuttaa mahdollisimman pitkälle turvalliseen toimintaan ohjaavien määräysten mukaisesti.

5 TURVALLISUUSSUOSITUKSET

5.1 Riskienarvioinnin päivittäminen

Riskienarviointi metrojunien siirrosta rataverkolla oli tehty, kun siirrot olivat vasta suunnitteluasteella. Arviota ei päivitetty, kun siirtojen toteutustapa ja siirrosta käytetyt tekniset ratkaisut varmistuivat. Myöskään valittujen teknisten ratkaisujen vaikutuksia riskeihin ei tunnistettu.

Vaikka riskienarviointi tehdään kattavasti hankkeen alussa, ei siinä usein ole mahdollista ottaa huomioon kaikkia käytännössä esiintyviä riskitekijöitä. Samoin toteutusratkaisut saattavat muuttua suunnittelun aikaisista. Tästä syystä tehtyä riskienarviointia tulisi päivittää, kun tehdään muutoksia suunniteltuun. Vain siten kesken hankkeen tai toiminnan esille tulevat riskit pystytään tunnistamaan ja niihin voidaan reagoida.

Onnettomuustutkintakeskus suositaa, että:

Liikenne- ja viestintävirasto arvioi rautatieliikenteen harjoittajien turvallisuusjohtamisjärjestelmien auditoinneissa riskienarviointimenettelyjen lisäksi sen, päivitetäänkö arviointeja tarvittaessa. [2022-S20]

Riskienarviointia tulee päivittää kaikissa prosesseissa, joissa se tehdään, ei ainoastaan muutos- ja poikkeustilanteissa.

5.2 Hinausadapterien ja muiden junien kytkentään käytettävien apulaitteiden käyttö ja kunnossapito

Tilapäisissä siirroissa käytettyjä laitteita, kuten hinausadaptereita, ei ole raideliikenteessä aina käsitelty turvallisuuden kannalta kriittisinä. Metrojunan siirrosta käytetyillä hinausadaptereilla ei ollut kunnossapito-ohjelmaa eikä adaptereita ollut yksilöity. Näin adapterin toimintakunnosta ei ollut mahdollista varmistua. Adapteri on kuitenkin yhtä lailla turvallisuuskriittinen komponentti kuin varsinainen junan tai veturin automaattikytkin.

Adapterin käytöstä ei ollut erillisiä ohjeita, vaan siltä osin toimittiin automaattikytkimen ohjeiden mukaan. Näin käytössä ei voitu huomioida adapterin erityispiirteitä.

Onnettomuustutkintakeskus suositaa, että Liikenne- ja viestintävirasto varmistaa seuraavan suosituksen toteutumisen:

Rautatieliikenteen harjoittajat varmistavat käytössään olevien hinausadapterien ja muiden kytkentään käytettävien apulaitteiden olevan yksilöityjä ja kunnossapito-ohjelman piirissä sekä varmistavat, että niiden käytöstä on ohjeistus. [2022-S21]

Kunnossapito-ohjelman ja käyttöohjeiden laatimisessa tulee huomioida laitteen rakenne ja käyttötapa. Erityisesti tulee huomioida ja hallita laitteiden turvaominaisuuksien mahdolliset muutokset.

5.3 Junan katkeamisen aiheuttaman riskin huomioiminen

Onnettomuudessa juna katkesi veturin ja siihen hinausadapterilla kytketyn metrojunan välistä. Metrojunan törmäys veturiin ja siitä seurannut suistuminen aiheutui jarruttomaan metrojunaan liitetyn mittausvaunun jarrujen ohjaukseen käytetyn jarrujohdon puutteellisesta asennuksesta.

Junan katkeaminen on raideliikenteessä tiedostettu riski. Katkeamisen ei oleteta aiheuttavan onnettomuutta, koska jarrujärjestelyt varmistavat normaalitilanteessa junan osien hallitun ja turvallisen pysähtymisen. Tilapäisissä siirroissa tämä riski tulisi kuitenkin huomioida.

Onnettomuustutkintakeskus suosittaa, että Liikenne- ja viestintävirasto varmistaa seuraavan suosituksen toteutumisen:

Rautatieliikenteen harjoittajat varmistavat jarrujen toiminnan poikkeusjärjestelyin toteutetuissa kaluston siirroissa ja ottavat huomioon junan katkeamisen riskin. [2022-S22]

Tilapäisten siirtojen järjestelyt tulisi toteuttaa mahdollisimman pitkälle turvalliseen toimintaan ohjaavien määräysten mukaisesti. Erityisesti tilapäisen jarrujohdon ja kytkinletkujen oikea toteutus on tärkeää jarrujen turvalliselle toiminnalle.

5.4 Toteutetut toimenpiteet

VR aloitti oman tutkintansa onnettomuudesta heti sen jälkeisenä päivänä. Metrojen rautatiekuljetukset keskeytettiin aluksi ennen onnettomuuden kytkentäongelman hahmottamista. Riskienarvioinnin jälkeen kuljetukset aloitettiin uudelleen.

VR on varmistanut, että veturinkuljettajat tietävät kytkentään liittyvät asiat.

VR on myös varmistanut adaptereiden toimintakunnon ja käytettävät adapterit on tarkastettu ja huollettu. Lisäksi adaptereille on määritetty huolto-ohjelma. Metrojunien kuljetuksissa jarrujohdot on myös asennettu niin, etteivät ne jää puristuksiin.

VR oli myös laatinut yleisohjeen hinausadapterin käytöstä. Sen mukaan hinaaminen voidaan tehdä joko toisella junayksiköllä tai veturilla adapteria käyttäen. Junaa voidaan ohjeen mukaan kuitenkin hinata jarrullisena vain toisella yksiköllä. Adapterilla hinattaessa on kyseessä jarruton hinaus. Adapterin hinauskuuntoon laitto/purku tehdään ohjeessa kuvatun hinauslomakkeen mukaisesti. Ohjeessa¹⁸ on myös kuvia hinausadapterin käytöstä ja verkkolinkki adapterin asennusvideoon.

¹⁸ Adapteria ei voida ohjeen mukaan asentaa käsin SA3-kytkimeen. Adapteri on niin painava, että sen liikutteluun ja asentamiseen tarvitaan nosturi tai trukki. Adapterissa on lenkki nostamista varten. Ohjeessa neuvotaan, miten adapteri nostetaan oikeaoppisesti niin, ettei se putoa. Adapteri lasketaan SA3-kytkimeen yläpuolelta. SA3-kytkimen lukituskieli käännetään/ohjataan sisään, jotta adapteri pääsee laskeutumaan alas paikoilleen. Kun adapteri on laskettu paikoilleen, voidaan pääsäiliöletku kiinnittää.

LÄHDELUETTELO

Kirjalliset lähteet

- Rasmussen, J. & Svedung, I. (2000) Proactive Risk Management in a Dynamic Society. Karlstad, Sweden: Swedish Rescue Services Agency.
- European Union's Horizon 2020 research and innovation programme (2020) Development of Functional Requirements for Sustainable and Attractive European Rail Freight, D5.1 – State of the Art on Automatic Couplers. 2.6.2022.
<https://cordis.europa.eu/project/id/730617>.

Tutkinta-aineisto

- 1) Paikkatutkinnan valokuvat, mitat ja muu aineisto
- 2) Säätiiedot
- 3) Kuulemiset
- 4) Kaluston tekniset tiedot
- 5) Veturin kulunrekisteröintilaitteen tallennetiedot
- 6) Liikenteenohjauksen puherekisteritallenteet
- 7) Oulunkylän aseman valvontakameratiedot
- 8) VR:n ja VR-FleetCare:n turvallisuudenhallinnan tiedot
- 9) VR:n tutkinnan tiedot
- 10) Onnettomuustutkintakeskuksen ja VR-FleetCare:n testit
- 11) Metrojunien peruskorjauksen lupa- ja sopimusasiakirjat
- 12) VR-FleetCare:n ohjeet
- 13) Väyläviraston ohjeet
- 14) Veturinkuljettajien ohjekirjat
- 15) Liikenne- ja viestintäviraston määräykset
- 16) Onnettomuuteen liittyvää toimintaa ohjaavat lait.

YHTEENVETO TUTKINTASELOSTUSLUONNOKSESTA SAADUISTA LAUSUNNOISTA

Tutkintaselostusluonnos on ollut lausunnolla VR:llä, Liikenne- ja viestintävirastossa sekä Väylävirastossa. Yksityishenkilöiden antamia lausuntoja ei turvallisuustutkintalain mukaisesti julkaista.

VR tarkensi lausunnossaan jarrujohtona käytetyn jarruletkun litistymisen ajankohtaa ennen onnettomuutta. VR tarkensi myös HKL:n tilaaman metrojunien peruskorjausprojektin sopimustietoja ja aikataulua sekä peruskorjauksessa tehtäviä asioita.

Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne tarkensi yhden alaviitteen tekstiä, joka koskee HKL:n henkilöstön ja toimintojen siirtymistä sille 1.2.2022.

Liikenne- ja viestintävirasto kertoi lausunnossaan ottavansa huomioon turvallisuusjohtamisjärjestelmien auditoinneissa riskienarviointien päivittämisen ja riskien pienentämistoimenpiteiden seurannan. Liikenne- ja viestintäviraston totesi riskienhallinnan olevan yksi raideliikenteen valvonnan painopistealueista. Virasto on lisäksi muistuttanut toimijoita riskienarvioinnin päivittämisestä sekä oikeiden ihmisten osallistumisesta riskienarviointiin muissakin yhteyksissä sekä sidosryhmille suunnatuissa informaatiotilaisuuksissa ja yhteistyötapaamisissa.

Väylävirastolla ei ollut lausuttavaa tutkintaselostukseen.