



Tavarajunan suistuminen Vesangassa 3.7.2021



R2021-02

ALKUSANAT

Onnettomuustutkintakeskus päätti turvallisuustutkintalain (525/2011) 2 §:n nojalla tutkia Jyväskylän länsiosassa Vesangassa 3.7.2021 tapahtuneen tavarajunan suistumisen.

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

Tutkintaryhmän johtajaksi nimettiin rikoskomisario (eläk.) Harri Pöysti ja jäseniksi HTM Erkki Rajamäki, KTT Sampo Tukiainen ja teknikko Reijo Hämäläinen. Tutkinnanjohtaja oli raideliikenneonnettomuuksien johtava tutkija Esko Värttiö 31.10.2021 saakka ja johtava tutkija Lasse Laatta 1.11.2021 alkaen.

Lisäksi Proxion Oy teki Onnettomuustutkintakeskuksen tilauksesta ja valvonnassa tutkimuksen radan tukikerroksen ja päällysrakenteen kunnosta sekä kiskojohtosten toimivuudesta onnettomuusrataosalla. Kenttätutkimukset tehtiin 8.11.2021.

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 ruotsiksi ja englanniksi Semantix Oy.

Tutkintaselostus ja tiivistelmä on julkaistu 19.04.2022 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.....	6
1.3 Seuraukset.....	7
1.3.1 Henkilövahingot.....	7
1.3.2 Kalusto-, rata- ja laitevauriot.....	7
1.3.3 Ympäristövahingot.....	7
1.3.4 Liikennehäiriöt	7
2 TAUSTATIEDOT	8
2.1 Toimintaympäristö, laitteet ja järjestelmät.....	8
2.1.1 Kalusto	8
2.1.2 Rata.....	9
2.1.3 Turvalaitteet	15
2.1.4 Viestintävälineet.....	15
2.2 Olosuhteet	16
2.2.1 Sääolosuhteet	16
2.2.2 Työskentelyolosuhteet	18
2.3 Tallenteet.....	19
2.3.1 Veturin kulunrekisteröintilaitteen tallenne	19
2.3.2 Asetinlaite- ja turvalaitetallenteet.....	20
2.3.3 Liikenteenohjauksen puherekisteritallenteet	20
2.4 Onnettomuuteen liittyvät henkilöt, organisaatiot ja turvallisuudenhallinta	20
2.4.1 Henkilöt	20
2.4.2 Organisaatiot	21
2.4.3 Turvallisuuden hallinta radan kunnossapidossa	24
2.5 Viranomaisten ennalta ehkäisevä toiminta.....	25
2.5.1 Liikenne- ja viestintävirasto	25
2.6 Pelastustoiimiin osallistuneet organisaatiot ja niiden toimintavalmius.....	25
2.7 Säädökset, määräykset ja ohjeet.....	26
2.7.1 Lait, asetukset ja sopimukset	26
2.7.2 Liikenne- ja viestintäviraston määräykset.....	26
2.7.3 Väyläviraston ohjeet.....	27

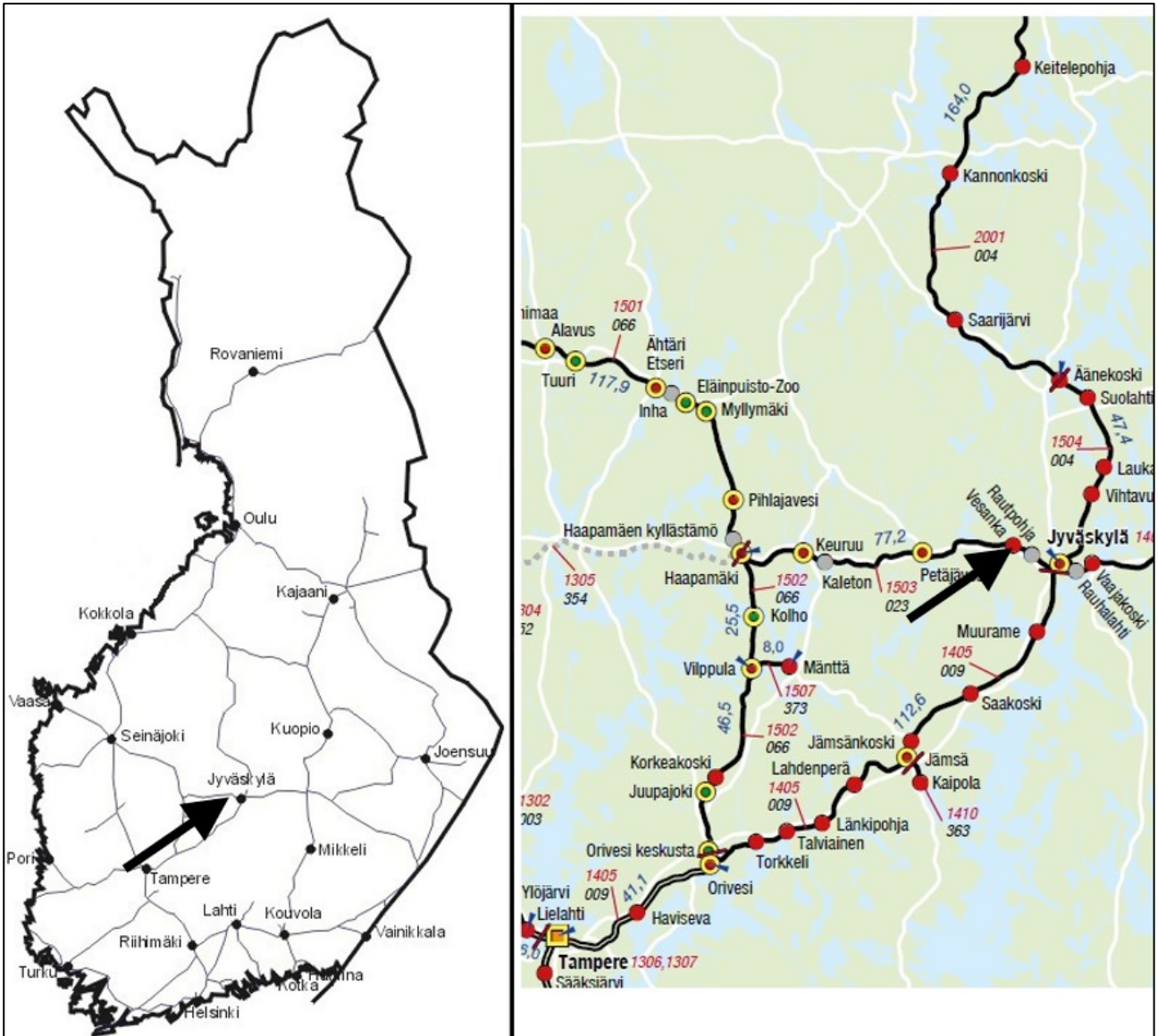
2.8	Muut selvitykset.....	31
2.8.1	Radan tukikerroksen ja kisko jatkokosten tutkimus	31
2.8.2	VR Group tutkinta	34
2.8.3	Norjan turvallisuustutkintaviranomaisen tutkinta tavarajunan suistumisesta 25.6.2020	35
2.8.4	Onnettomuustutkintakeskuksen aiemmat tutkinnat	35
3	ANALYYSI	40
3.1	Tapahtuman analysointi	40
3.1.1	Rataosan kevyt peruskorjaus.....	40
3.1.2	Kunnossapitojärjestelyt	41
3.1.3	Kesän 2021 ratatyöt	42
3.1.4	Hellekäyrät ja junan suistuminen sekä jälkitapahtumat ja seuraukset	43
3.2	Viranomaisten toiminnan analysointi.....	43
4	JOHTOPÄÄTÖKSET	45
5	TURVALLISUUSSUOSITUKSET	47
5.1	Ratatöiden ennakoivalmistelu ja lopputarkastus radoilla, joissa on heikentynyt tukikerros	47
5.2	Kiskonlämpötilojen kirjaus ja seuranta ratatöissä	47
5.3	Selkeiden keskeytyskriteerien ja menettelyjen määrittely ratatöille poikkeuksellisissa ympäristöolosuhteissa.....	48
5.4	Hellekäyrien kaltaisten normaalitoiminnan poikkeamien huomioiminen turvallisuusjohtamisjärjestelmissä.....	48
5.5	Toteutetut toimenpiteet.....	49
	LÄHDELUETTELO	50
	YHTEENVETO TUTKINTASELOSTUSLUONNOKSESTA SAADUISTA LAUSUNNOISTA	51

1 TAPAHTUMAT

1.1 Tapahtumien kulku

1.1.1 Tapahtuma-aika ja paikka

Onnettomuus tapahtui lauantaina 3.7.2021 kello 15.05 Vesangassa Jyväskylän ja Haapamäen välisellä rataosalla numero 1503, ratakilometrillä 0363+0050. Onnettomuuspaikka sijaitsee 12 kilometriä Jyväskylän keskustasta luoteeseen.



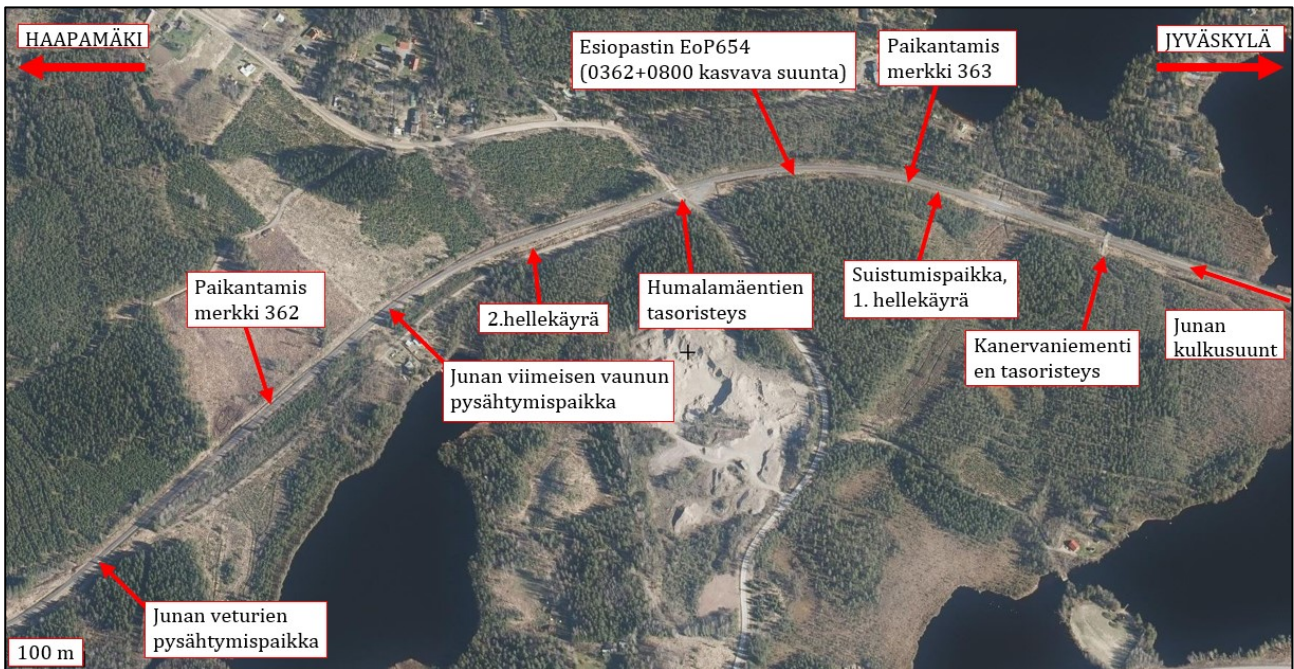
Kuva 1. Onnettomuuspaikan sijainti Jyväskylän ja Haapamäen välisellä rataosuudella. (Pohjakartta: Väylävirasto, Merkinnät: OTKES)

1.1.2 Tapahtumien kuvaus

Veturinkuljettajan työvuoro oli alkanut lauantaina 3.7. kello 13.05. Hänen ensimmäinen työtehtävänsä oli ajaa kaksi Dv12 veturia, numerot 2553 ja 2659, ja 24 tyhjää Sp/Sps-tyyppistä puutavaravaunua käsittävä tavarajuna TR3381 Jyväskylästä Haapamäen kautta

Alavudelle. Juna lähti matkaan Jyväskylän asemalta aikataulun mukaisesti kohti Haapamäkeä kello 14.35.

Vesangassa olevan 350 m pituisen Möykymäen rautatietunnelin nopeusrajoituksen vuoksi kuljettaja laski junan nopeuden ennen tunnelia 30 km tunnissa. Tunnelin jälkeen hän alkoi kiihdyttää junan nopeutta uudelleen 80 km tunnissa matkanopeuteen. Ennen Humalamäen tasoristeystä junan nopeus oli 72 km tunnissa. Humalamäen tasoristeystä lähestyessään kuljettaja ei huomannut radassa mitään poikkeavaa. Tasoristeuksen ohittamisen jälkeen junan vauhti alkoi yllättäen hiipumaan.



Kuva 2. Ilmakuva onnettomuusalueesta. (Ilmakuva ©Maanmittauslaitos 9/2021, Merkinnät: OTKES)

Veturinkuljettaja katsoi taaksepäin ja huomasi pölypilven junan perässä. Hän pysäytti junan ja ilmoitti kello 14.54 tilanteesta liikenteenohjaukseen. Hän kertoi liikenteenohjaajalle poistuvansa veturista ja lähtevänsä tarkastamaan tilannetta. Käveltyään junan perälle hän huomasi, että junan viimeiset kuusi vaunua olivat suistuneet kiskoilta. Hän ilmoitti asiasta liikenteenohjaukseen ja VR-Yhtymän operaatiokeskukseen.

1.2 Hälytykset ja pelastustoimet

Tapauksen nähnyt henkilö oli tulossa Humalamäentien suunnasta ja pysäytti autonsa tasoristeuksen alhaalla olleiden puomien eteen. Junan tullessa vasemmalta Jyväskylän suunnasta, hän sattumalta valokuvasi tasoristeystä ohittavaa tyhjää puutavarajunaa. Katsoessaan junan tulosuuntaan, hän näki ison pölypilven junan perässä. Kun tavarajunan viimeiset vaunut ohittivat tasoristeuksen, hän huomasi, että junan kolme viimeistä tyhjää puutavaravaunua kulkivat osittain radan sivussa. Kuului kova meteli ja ilmaan nousi sepeliä, puunpalasia, liikennemerkkejä ja pölyä. Hän soitti havainnoistaan hätäkeskukseen kello 14.54.

Hätäkeskuspäivystäjä ilmoitti asiasta Fintraffic Raide Oy:n Tampereen ohjauspalvelukeskukseen. Sinne oli kuitenkin jo tässä vaiheessa tullut veturinkuljettajan

ilmoittama tieto tavarajunan vaunujen suistumisesta. Hätäkeskus ei kutsunut paikalle pelastuslaitoksen, ensihoidon tai poliisin yksiköitä, koska tarvetta varsinaisille pelastustoimille ei ollut.

Väyläviraston raivausryhmä nosti suistuneet vaunut kiskoille. Viimeiset vaunut saatiin nostettua 4.–5.7. välisenä yönä. Radan korjaus valmistui 7.7. aamupäivällä, minkä jälkeen rata avattiin liikenteelle ensin alennetulla 50 km/h nopeusrajoituksella.

1.3 Seuraukset

1.3.1 Henkilövahingot

Onnettomuudesta ei aiheutunut henkilövahinkoja.

1.3.2 Kalusto-, rata- ja laitevauriot

Suistuneiden kuuden vaunun pyöräkerrat¹ ja telit vaurioituivat onnettomuudessa. Vaurioiden kokonaiskustannukset olivat 15 000 Eur. Vaunujen raivauksen kustannukset olivat 27 000 Eur.

Rataa jouduttiin onnettomuuden jälkeen korjaamaan yhteensä 1,4 km:n matkalta. Radan lisäksi Humalamäentien tasoristeyksen rakenteet ja varoituslaitteet vaurioituivat. Radan ja tasoristeyksen vaurioiden korjausten kokonaiskustannukset olivat yhteensä 125 000 Eur.

1.3.3 Ympäristövahingot

Onnettomuudesta ei aiheutunut ympäristövahinkoja.

1.3.4 Liikennehäiriöt

Rataosa Haapamäki-Jyväskylä oli onnettomuuden takia suljettuna liikenteeltä 3.–7.7. Tänä aikana rataosuudella liikennöineet henkilöjunat korvattiin linja-autoilla. Tavarajunat peruttiin tai ohjattiin muuta reittiä.

¹ Pyöräkerta käsittää pyörät, akselin, akselin laakeroinnit ja vetävän pyöräkerran tapauksessa akselinkäyttölaitteen.

2 TAUSTATIEDOT

2.1 Toimintaympäristö, laitteet ja järjestelmät

2.1.1 Kalusto

Tavarajunan TR3381 pituus oli 525 metriä ja paino 667 tonnia. Juna koostui kahdesta dieselhydraulisesta Dv12 veturista ja 24 kuormaamattomasta Sp/Sps raakapuuvaunusta.

Dv12 dieselhydraulinen veturi on yleisin Suomessa käytössä oleva veturityyppi. Vetureita valmistettiin vuosina 1963–1984 yhteensä 192 kappaletta.

Veturin paino ajokunnossa on 63–69 tonnia. Sen pituus on 14 metriä, leveys 3,2 metriä ja korkeus 4,6 metriä. Veturin moottoriteho on 1000kW (1360 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 ei ole enää käytetty henkilöliikenteessä, vaan niiden käyttö on keskittynyt tavarajunakäyttöön ja vaihtotöihin. Osa vetureista on varustettu vaihtotyökäyttöä varten GE-LOCOTROL-radio-ohjauslaitteistolla.



Kuva 3. Dv12-dieselhydraulinen veturi. (Kuva: OTKES)

Sp/Sps-vaunut ovat puutavaran kuljetukseen käytettäviä pankoilla varustettuja avovaunuja. Vaunujen pituus on 19,5 metriä ja leveys 2,8 metriä. Vaunuissa on 10 teräsrakenteista puutavarapankkoa. Vaunujen omapaino on 22 tonnia ja niihin voidaan lastata enimmillään 58 tonnia puutavaraa. Sp- ja Sps-vaunut ovat neliaksellisia telivaunuja ja ne on varustettu ruuvikytkimillä ja sivupuskimilla.



Kuva 4. Sp/Sps-puutavaravaunun tyyppikuva. (Kuva: VR Transpoint)

Onnettomuudessa junan kuusi viimeistä vaunua suistuivat kiskoilta. Vaunujen pyöräkerrat ja telien rakenteet vaurioituivat niiden kulkiessa ratapenkalla.

2.1.2 Rata

Rataosuus Jyväskylä-Haapamäki on yksiraiteinen. Radan päällysrakenteen luokka on rataverkon haltijan luokituksen mukaan B₁. Raiteen kiskotus on 54E1 kiskoa. Radan nopeusrajoitus onnettomuuspaikalla on 80 km/h.

Onnettomuusalueella kiskonpituudet ovat 49–50 m. Kiskoatkokset on toteutettu pulttiliitoksien. Raiteen tukikerros muodostuu pääasiassa soratukikerroksesta² ja raidesepeleistä. Ratapölkkyt ovat puuta.

Paikkatutkinnan havaintojen perusteella arvioitiin, että tavarajunan kuusi viimeistä vaunua tai ainakin osa vaunuista suistui raiteilta junan kulkusuunnassa oikealle puolelle 50 metriä ennen paikantamismerkkiä 363. Suistumiskohdalla raiteessa oli noin 25 senttimetrin sivuttaissiirtymä. Siirtymän kohdalta alkaen ratapölkkyissä oli ensimmäiset tavaravaunun pyörän laipan tekemät iskemäjäljet, joita oli useampia rinnakkain. Jälkien perusteella ei voida varmuudella päätellä aiheutuivatko vierekkäiset iskemäjäljet yhden vaunun molempien telien akselien pyöristä, vai suistuiko useampi vaunu jo tässä kohdassa pois kiskoilta. Humalamäen tasoristeyksen kohdalla tapauksen nähnyt henkilö oli havainnut, että tavarajunan kolme viimeistä tyhjää puutavaravaunua kulkivat suistuneena.

² Soratukikerros. Väyläviraston ohje 29/2021, Ratatekniset ohjeet (RATO 11) 11.3.3.



Kuva 5. Tavarajunan vaunujen suistumispaikka on kuvassa näkyvän raiteen sivuttaissiirtymän eli hellekäyrän kohdalla ratakilometrillä 0363+0050. Kuva on otettu Jyväskylän suuntaan, eli junan tulosuuntaan. (Kuva: OTKES)

Raiteilta suistuneet vaunut kulkivat vasemmat pyörät kiskojen välissä ja oikeanpuoleiset pyörät ratapenkereellä. Vaunujen pyörät rikkoivat kiskojen kiinnityksiä sekä vaurioittivat Humalamäen tasoristeyksen kantta ja rataa.

Vaunut kulkivat suistuneena Humalamäen tasoristeyksen yli, kunnes juna pysähtyi. Ainakin osa vaunuista kulki suistuneena yhteensä noin 950 metrin matkan. Junan pysähdyttyä viimeinen vaunu oli suistunut oikealle siten, että vaunun takimmaisesta telin vasemmanpuoleiset pyörät olivat radan oikeanpuoleisen kiskon sisäreunassa kiinni.



Kuva 6. Suistuneiden vaunujen aiheuttamat vauriot Humalamäentien tasoristeyksessä. Valokuva on otettu Humalamäen tasoristeykseltä Haapamäen suuntaan. (Kuva: OTKES)

Ennen junan pysähtymiskohtaa, ratakilometrillä 0362+0152, radassa oli toinenkin, pienempi raiteen sivuttaissiirtymä. Jälkien perusteella ei voida varmuudella päätellä aiheuttiko toinen sivuttaissiirtymä yhden vai useamman vaunun kiskoilta suistumisen. Todennäköisesti toisen sivuttaissiirtymän kohdalla suistui kiskoilta kolme vaunua. Tätä tukee silminnäkiän lähietäisyydeltä tehty havainto Humalamäen tasoristeyksen kohdalta.



Kuva 7. Tavarajunan vaunujen suistumisalueen toinen radan sivuttaissiirtymä. Valokuva on otettu Humalamäen tasoristeykseltä Haapamäen suuntaan. (Kuva: OTKES)

Kiskojen kiinnitykset olivat onnettomuuden jälkeen kunnossa. Kiskot olivat pystyssä ja kiinni ratapölkkyissä. Onnettomuusalueella oli havaittavissa hiljattain tehty ratapölkkyjen vaihtotyö. Osa pölkkyistä oli uusittu ja rata-alueelle oli tuotu uutta sepeliä.

Jyväskylä-Haapamäki rataosuuden 1503 perusparannus oli tehty vuosina 1997–2002. Perusparannuksen yhteydessä radan soratukikerroksen päälle tehtiin ohuempi niin sanottu puolisepelöinti. Radan tukirakenteen sepeliä uusittiin pölkkyjen alle noin 300–350 mm paksu kerros. Kiskojen tilalle vaihdettiin käytetyt, raskaammat ratakiskot. Onnettomuusalueella tehdyn silmämääräisen arvion perusteella osaa uudelleen asennetuista kiskoista oli lyhennetty asennuksen yhteydessä. Lyhennettyjen kiskojen kiskoatkosten poraukset oli jouduttu tekemään uudelleen. Tästä syystä kiskoatkosten porausmitoitukset olivat osittain epätarkkoja. Perusparannuksen toteuttamisesta ei saatu tutkinnan käyttöön yksityiskohtaisia tietoja.

Onnettomuusalueen maasto on vaihtelevaa sekametsäaluetta. Jyväskylän suunnasta tultaessa, noin kilometri ennen junan suistumispaikkaa, radan vasemmalla puolella on kapea suoalue, ja sen jälkeen pieni kallionleikkaus radan oikealla puolella. Vaihtelevat maasto-olosuhteet voivat osaltaan heikentää radan perustusten vakautta. Radan väli- ja eristyskerroksien sekä pengertäytteen kunto vaikuttavat myös tukikerrokseen ja radan paikallaan pysymiseen.

Onnettomuusalue kuuluu Väyläviraston kunnossapitoalueeseen 5 (KP5), jossa alkukesän 2021 aikana tehtiin Jyväskylä – Petäjävesi välisellä rataosuudella ratapölkkyjen haja³- ja lauttavaihtoa⁴ sekä raiteen ja vaihteiden sepelöinti-, tuenta- ja harjaustöitä. Pölkynvaihtotyöt Jyväskylä – Petäjävesi välillä sisältyivät Väyläviraston ja urakoitsijan vuosittaiseen aluekohtaiseen kunnossapitosopimukseen. Kunnossapitourakoitsijana toimi vuoden 2021 tammikuun loppuun asti Destia Rail Oy ja vuoden helmikuun 2021 alusta alkaen NRC Group Finland Oy.

Vuoden 2021 pölkynvaihtoon valmistautuminen alkoi jo marraskuussa 2020. Tällöin Jyväskylä-Petäjävesi rataosuudella tehtiin kävelytarkastus. Tarkastuksessa arvioitiin silmämääräisesti radan päällysrakennetta, kuten tukikerroksen vajauksia, sekä ratapölkkyjen ja kiskoatkosten kuntoa. Arvioiden perusteella todettiin, että KP5:n rataosilla oli huonokuntoisuuden vuoksi vaihdettavia ratapölkkyjä 100–400 kpl/km eli yhteensä noin 5000 pölkkyä.

Töiden tilaajana toimineen Väyläviraston käytäntö on, että kunnossapitourakoitsija voi tehdä pölkynvaihtotöitä ilman erillistä kilpailutusta tiettyyn kustannusrajaan saakka osana voimassa olevaa kunnossapitosopimusta. Huhtikuun lopussa 2021 urakoitsija teki Jyväskylä-Petäjävesi välillä uuden kävelytarkastuksen. Sen yhteydessä vaihdettavat ratapölkkyt laskettiin ja merkittiin spraymaalilla. Tarkastuksen perusteella urakoitsija esitti Väylävirastolle vaihdettavaksi 5500 ratapölkkyä. Alueen rataisännöitsijä tarkasti ja hyväksyi esityksen. Tämän jälkeen urakoitsija laati vaihdosta työsuunnitelman. Valmistelevat pölkynvaihtotyöt aloitettiin toukokuun alussa. Kesäkuun loppupuolella, kun ratatyöt oli pääosin toteutettu, tehtiin viimeinen kävelytarkastus.

Junan suistuma-alueella tehtiin radan päällysrakenteen kunnossapitotöitä rataisännöitsijän valvontaraportin⁵ mukaan seuraavasti;

- Valmistelevat ratatyöt Jyväskylä-Petäjävesi välillä alkoivat toukokuun alussa.
- 26.5.2021 tukikerrosta täydennettiin lisäsepelöinnillä, km 0367+0000-0362+0000.

³ Hajavaihdolla tarkoitetaan yksittäisten ratapölkkyjen vaihtoa.

⁴ Lauttavaihdossa vaihdetaan useita rinnakkaisia ratapölkkyjä.

⁵ Rataisännöitsijän valvontaraportti 1503, 5.7.2021.

- 7.-8.6.2021 rataosalla km 0362+0000-0364+0000 tehtiin ratapölkkyjen hajavaihtoa.
- 13.6.2021 rataosalla km 0361+0730 – 0365+0000 tehtiin kiskoatkosten taivutusta kiskopyöräkaivinkoneella 164 kappaletta.
- 13.6.2021 rataosa km 0362+0730 - 0365+0000 täydennyssepelöitiin, viimeistelytuettiin ja harjattiin linjatukemiskoneella.
- 28.6.2021 tehtiin Humalamäen tasoristeykseen km 0362+0656 pölkkyjen lauttavaihto.
- 28.6. tehtiin sepelöinti, viimeistelytuenta ja harjaus km 0362+0614 – 0362+0720.
- 29.6. sepelöitiin, tuettiin ja harjattiin rataosuus km 0362+0615 - 0361+0240.
- Tukemisen jälkeen tehtyä täydennyssepelöintiä ei merkitty Raiku-järjestelmään.
- Pölkynvaihtoon liittyvät ratatyöt valmistuivat 2.7.2021.

Ratatöiden aikana 18.6. havaittiin ratakilometrillä 0370+0300 hellekäyrä. Havainto tehtiin ratatyöalueen ohi kulkeneesta junasta. Sää- ja lämpöolosuhteet havaintohetkellä olivat: ilma +24°C, kisko +45°C, tuuli oli heikkoa ja hellejakson pituus oli tuolloin ollut kaksi vuorokautta. Suurin sallittu nopeus hellekäyrän alueella oli 100 km/h. Ilmoituksen lisätiedoissa mainittiin rataosan tukikerroksen poikkileikkauksen vajavuus sekä toimimattomat kiskoatkokset, joissa oli todettu avoimia jatkosrakoja myös kuumalla säällä. Kunnossapitourakoitsija löysäsi ja voiteli hellekäyrän läheiset kiskoatkokset. Myös radan tukikerrosta täydennettiin. Raide tuettiin ja harjattiin koneellisesti hellekäyrän kohdalta 19.6.

Ratatöiden päätyttyä havaittiin ratakilometrillä 0368+0020 hellekäyrä 4.7.2021. Ilmoituksen teki radan lähellä asuva henkilö. Rataosa oli tällöin suljettu liikenteeltä onnettomuuden vuoksi, joten hellekäyrä ei aiheuttanut välitöntä turvallisuusriskiä raideliikenteelle. Sää- ja lämpöolosuhteet hellekäyrän havaintohetkellä olivat: ilma +27°C, kisko +40°C, tuuli oli heikkoa ja hellejakson pituus oli ollut 15 vuorokautta. Hellekäyräilmoituksen lisätiedoissa oli 18.6. ilmoituksen tapaan mainittu radan tukikerroksen poikkileikkauksen vajavuus sekä toimimattomat kiskonjatkokset. Kunnossapitourakoitsija korjasi hellekäyrän.

Radan päällysrakenteen kunnossapitotöihin sisältyviä pölkynvaihtotöitä tehtiin kuuden hengen asentajaryhmällä ja kahdella kiskopyöräkaivinkoneella. Ratakiskojen kiinnityspultit eli raideruuvit irrotettiin merkityistä pölkkyistä raideruuvikoneella tai akkuporakoneella. Tämän jälkeen kaivinkone työnsi irrotetun pölkyn niin sanotulla pölkypalkilla eli kiskopyöräkaivinkoneeseen liitettävällä pölkynvaihtotyökalulla pois paikoiltaan. Vanhan pölkyn poistamisen jälkeen kaivinkone asensi uuden ratapölkyn paikalleen. Jos kiskon aluslevyt jäivät pölkyn asennuksessa vinoon, ne lyötiin paikalleen lekalla. Kiinnityspultit esiasennettiin porakoneella tai pulttipyssyllä paikalleen. Perässä tulleet asentajat kiristivät raideruuvikoneilla ruuvit lopulliseen momenttiinsa.

Pölkkyjen vaihdon jälkeen lisättiin täydennyssepeliä raiteelle. Ensin kaivinkone veti sepeliä vaihdettujen pölkkyjen päihin nostamalla penkereen sivuun valuneet sepelit takaisin ylös. Sen jälkeen kone nosteli kauhalla sepelivaunusta sepeliä radan keskelle ja penkereen sivuille. Vastaava rata-asentaja kirjasi materiaalin menekin ja ratatyön vaiheet Raiku - seurantajärjestelmään⁶. Järjestelmän avulla urakoitsijan työnjohto valvoi työvaiheiden etenemistä ja käytetyn materiaalin menekkiä.

Pölkynvaihtovuoron jälkeen tehtiin niin sanottu liikkuvan kaluston tarkastus, jossa liikkeessä olevasta ratakuorma-autosta (Tka7) tarkastettiin ratatyöalueen kunto ja työn laatu. Tarkastusajo tallennettiin ratakuorma-autoon asennetulla videokameralla. Ennen työvaiheen päättymistä päällysrakennepätevyyden omaava vastaava rata-asentaja sekä yksi ratatyövastaava tekivät lisäksi silmämääräisen kävelytarkastuksen ratatyöalueella.

⁶ Raiku-järjestelmä on Väyläviraston digitaalinen radan kunnossapidon ja rataanfratietojen hallintajärjestelmä.

Tarkastuksessa he kävivät läpi, että ratapölkkyjen vaihtotyö oli tehty huolellisesti ja ratalinja oli kunnossa raideliikenteelle luovuttamista varten. Liikenteelle luovutuksessa työalueelle asetettiin tilapäinen nopeusrajoitus, mikä hajavaihtoalueilla oli yleensä 50 km/h ja lauttavaihtoalueilla 30 km/h. Radan liikenteelle luovutuksen yhteydessä päällysrakennepätevyyden omaava rata-asentaja allekirjoitti radan liikennöitävyyden tarkastuspöytäkirjan ja luovutti sen ratatyövastaavalle.

Kerran viikossa pölkynvaihtoalueen päällysrakenne tuettiin linja- tai vaihdetukemiskoneella. Tukemisen yhteydessä kiskopyöräkaivinkone taivutti kiskojohtokset tukemiskoneen edellä erillisen työsuunnitelman mukaisesti. Tukemiskoneessa oli oma harjalaite, millä työalue tuennan yhteydessä harjattiin ylimääräisestä sepelistä. Tukeminen tehtiin pölkynvaihdon jälkeen kertaalleen. Tarkoituksena oli, että rata vakautuisi ajan myötä junaliikenteen alla lopulliseen asemaansa. Muutamissa kohteissa tukemiskoneen perässä oli käytössä sepeliaura, millä muotoiltiin radan päällysrakennetta.

Tukemistyön laadunvarmistuksesta vastasi tukemiskoneen esimies, joka tarkasti tukemisen jälkeen koneen testauspiirturin tulokset. Testauspiirturin digitaaliset tarkastustulokset hän luovutti esimiehilleen. Jos tukemiskoneen esimies havaitsi sepelivajasta ratapölkkyjen päissä, hän ilmoitti havainnoistaan alueen vastaavalle työmaamestarille. Havaintojen perusteella ratatyöalueelle tehtiin jälki- eli täydennyssepelöinti.

Tukemistyön valmistuttua tukemiskoneen esimies allekirjoitti radan liikennöitävyyden tarkastuspöytäkirjan. Tällä hän antoi samalla luvan työalueen liikenteelle avaamiseen tilanteen mukaan joko rajoitetulla nopeudella tai rataosan normaalien nopeusrajoitusten puitteissa.

Kunnossapitourakoitsijan projektipäällikkö ja muut esimiehet valvoivat työn etenemistä pääasiassa etätyönä Raiku -järjestelmän välityksellä. He kävivät työalueella vain satunnaisesti. Projektipäällikkö, työmaapäällikkö ja työmaamestari vastasivat ratatöiden turvallisuussuunnittelusta ja hoitivat henkilöstön perehdytyskoulutukset.

Työmaapäällikkö toimi alueen työmaamestarien ja rata-asentajien esimiehenä ja vastasi tehtävistään projektipäällikölle. Lisäksi hän valvoi muun muassa ratatöiden turvallisuutta, henkilökohtaisten suojavälineiden käyttöä ja henkilöiden työkykyä.

Työmaamestari vastasi KP5:n päällysrakennetöiden työnjohdollisista tehtävistä pääasiassa toimistosta käsin. Viikoittain työmaamestari teki keskimäärin kaksi valvontakäyntiä ratatyömaalle.

Pölkynvaihtotyötä tekevän asentajaryhmän päällysrakennepätevyyden omaava rata-asentaja valvoi käytännössä ratatöiden etenemistä ja töiden laatua. Hän vastasi myös ratatöiden etenemisen dokumentoinnista kirjaamalla tehdyt työvaiheet ja käytetyt materiaalmäärät Raiku -järjestelmään.

Radan läpileikkausprofiili oli ennen pölkynvaihtotöiden aloittamista vaillinainen. Radan tukikerros, välikerros ja alusrakenne olivat Väyläviraston ratateknisiin ohjeisiin (RATO) verrattuna liian kapeat ja jyrkät⁷. Tarvittavan sepelitukikerroksen aikaansaamiseksi pölkynvaihtotöiden aikana piti huolehtia riittävästä täydennyssepelöinnistä. Vaarana oli, että päällysrakenteen sepeli ja lisätty täydennyssepeli valuivat ratapenkereen jyrkkään luiskaan.

⁷ Liikenneviraston ohjeita 13/2018 RATO 3. Radan rakenne Liite 2 / 3 (23) Radan normaali-poikkileikkaukset.

Onnettomuusalueen rataosuudella ei ole mittageometriaa eli mittakantaa⁸. Mittakannan puuttuessa rata tuettiin pölkynvaihtotöiden jälkeen asemaansa linja- tai vaihdetukemiskonetta käyttäen suhteellisella mittausmenetelmällä⁹. Tällaisessa tilanteessa on mahdollista, että rata niin sanotusti vaeltaa alkuperäiseltä paikaltaan.

Ongelmat rataosan kiskojoatkoksissa tulivat ilmi kunnossapitourakoitsijan kävelytarkastuksissa helmikuussa 2021. Tarkastuksessa todettiin, että osa kiskojoatkosten raoista oli kiinni, vaikka niissä olisi talvilämpötilojen vuoksi pitänyt olla raot. Kunnossapitourakoitsija esitteli kiskojoatkoksiin liittyvät havainnot Väyläviraston ja urakoitsijan puutepalaverissa 25.2.2021. Huhtikuun lopulla 2021 tehdyissä silmämääräisissä tarkastuksissa havaittiin, että osa kiskojoatkoksista ei ollut liikkunut lämpötilamuutoksista huolimatta. Kiskojoatkosten liitoksissa oli rakoja, vaikka ilman lämpötila oli +20 C astetta, jolloin liitosten rakojen pitäisi olla kiinni.

Koska jatkosliitosten kattava huolto ei sisältynyt aloittaneen urakoitsijan voimassa olevaan kunnossapitosopimukseen, teki urakoitsija 24.6.2021 Väylävirastolle kiskojoatkoshuoltoa koskevan kirjallisen työtarjouksen. Edellinen kunnossapitourakoitsija oli tehnyt kiskojoatkoshuoltoja alueella vuosina 2016–17.

Kunnossapitourakoitsijat kilpailutetaan viiden vuoden välein, ja urakoitsijan vaihtumisen yhteydessä tulee usein esille uusia lisähuoltotarpeita. Väylävirastossa lisähuoltotarpeiden esittäminen nähtiin sopimuskauden vaihtuessa urakoitsijan puolelta subjektiivisena. Esitetty huoltotarjous jätettiin kesällä tarkempien tarveselvitysten puuttuessa toistaiseksi pöydälle.

Rataisännöitsijän yleisvalvontaraportissa 21.6.2021 ratakilometreillä 0351+0000 - 0352+0000 ja 0372+0000 – 0371+0000 todettiin myös auki olleita jatkosrajoja¹⁰.

Rataisännöitsijä oli havainnut, että suurin osa alueen jatkosrajoista oli 5–10 mm auki, vaikka kyseessä oli yksi kesän kuumimmista hellepäivistä. Raportissaan rataisännöitsijä totesi, että jatkosraot eivät toimineet suunnitellusti.

Toimimattomat kiskonjatkokset nostavat merkittävästi riskiä hellekäyrien syntymiselle. Kiskojoatkokset yhdistävät kiskoja pitämällä niiden päät kohdakkain ja estämällä kulmien muodostumiset kiskojonoon vaaka- ja pystytasossa. Jatkosrajojen tehtävänä on mahdollistaa lämpötilan muutoksista aiheutuvat kiskon pituuden muutokset määrättyissä rajoissa. Toimivilla kiskojoatkoksilla ja oikean suuruisilla jatkosraoilla voidaan estää hellekäyrän syntyminen, mikäli radan tukikerros ja päällysrakenne ovat riittävän lujat.

2.1.3 Turvalaitteet

Onnettomuuspaikan rataosuudella raiteiden vapaana olon valvonta perustuu akselinlaskentaan. Rataosuudella on käytössä junien kulunvalvontajärjestelmä (JKV). Liikenteenohjausjärjestelmä näyttää raiteiden varattuna olon liikenteenohjaajille värjäämällä varatut raideosat järjestelmän näytöillä punaisella.

2.1.4 Viestintävälineet

Liikenteenohjaajat, ratatyövastaavat ja veturinkuljettaja käyttivät viestinnässään rautateiden RAILI¹¹-palveluun liitettyjä VIRVE¹²-puhelimia. Lisäksi heillä oli käytössään GSM-puhelimet.

⁸ Mittageometria; Raidegeometriamittaukseen perustuva tieto radan tarkasta asemasta.

⁹ Suhteellinen mittausmenetelmä; Tukemiskoneen omaan mittakantaan perustuva geometrinen mittausmenetelmä.

¹⁰ Jatkosrako on ratakiskon jatkosliitoksen rako, mikä mahdollistaa kiskon lämpölaajenemisesta johtuvat muutokset.

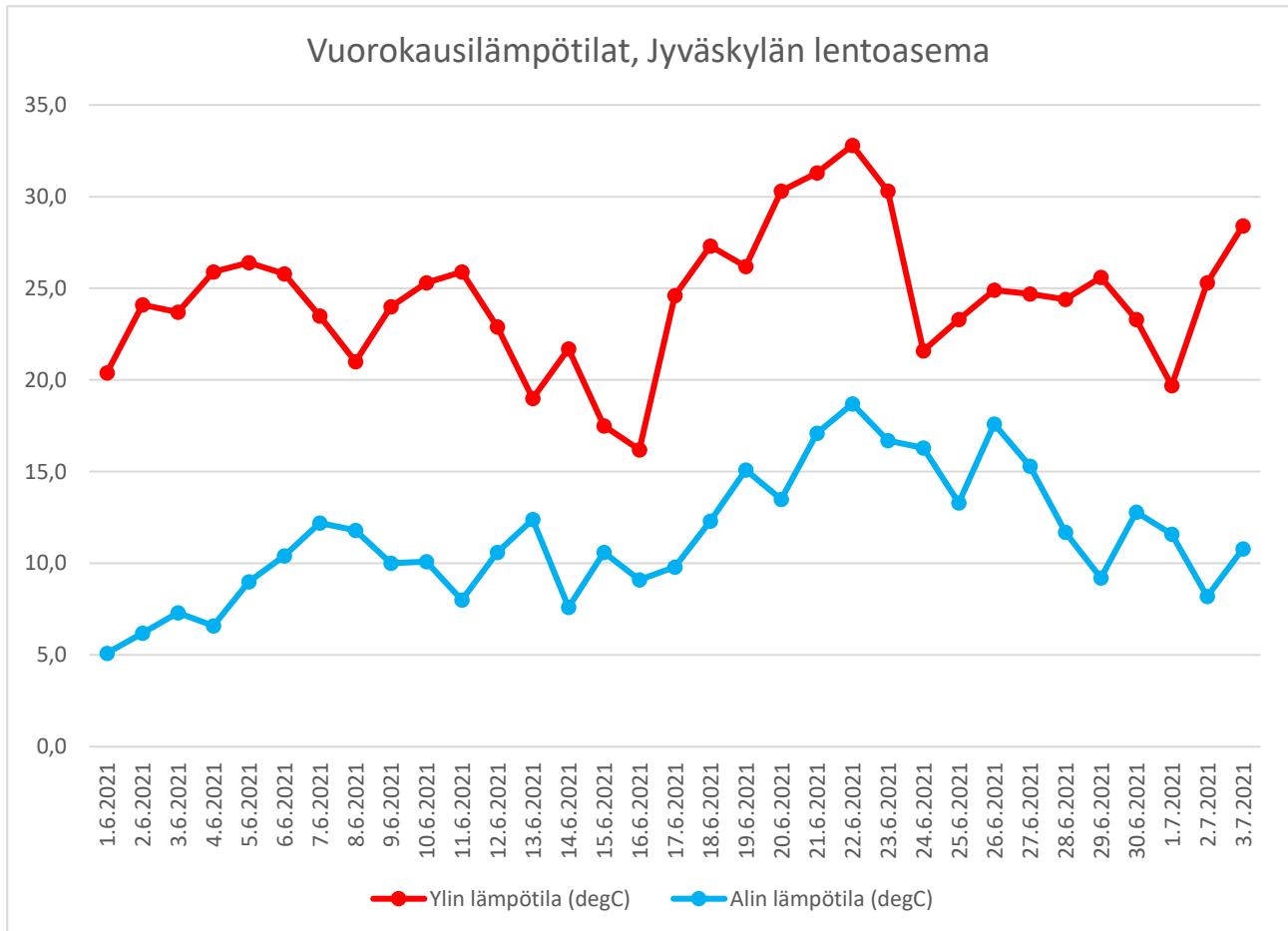
¹¹ RAILI-palvelu (= rautateiden integroitu liikenneviestintäpalvelu) on rautatiekäyttöön suunniteltu puheviestintäpalvelu.

¹² VIRVE on maanlaajuinen TETRA-standardiin perustuva viranomaisradioverkko.

Puheviestimien ohella veturinkuljettajalla oli käytössä KUPLA¹³-järjestelmän päätelaitteina toimiva tablettitietokone. Ratatyövastaavilla oli käytössä GSM-puhelimet, joihin oli asennettu RUMA¹⁴-järjestelmän mobiilisovellus.

2.2 Olosuhteet

2.2.1 Sääolosuhteet



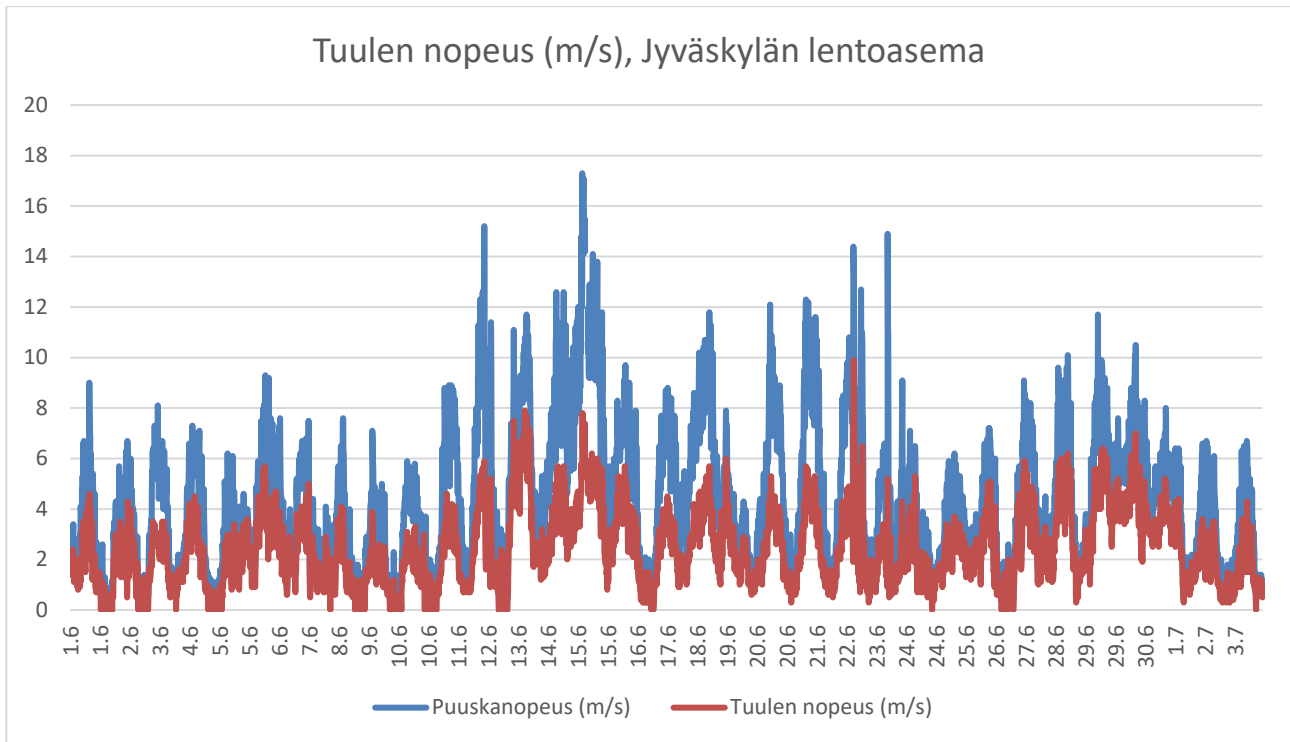
Kuva 8. Vuorokauden ylin ja alin lämpötila 16 kilometrin päässä onnettomuuspaikasta sijaitsevalla mittausasemalla. (Säätiedot: Ilmatieteenlaitos, Graafi: OTKES)

Vuoden 2021 kesä oli hyvin kuuma. Kesäkuussa 2021, kun onnettomuusalueella tehtiin pölkynvaihtotöitä, helleraja +25°C ylitettiin 12 päivänä. Kuuminta oli 20.-23.6., jolloin päivän ylin lämpötila oli jokaisena päivänä yli +30°C. Huomion arvoista kesäkuun 2021 lämpötiloissa oli, että päivän ylin lämpötila oli vain kolmena päivänä alle +20°C.

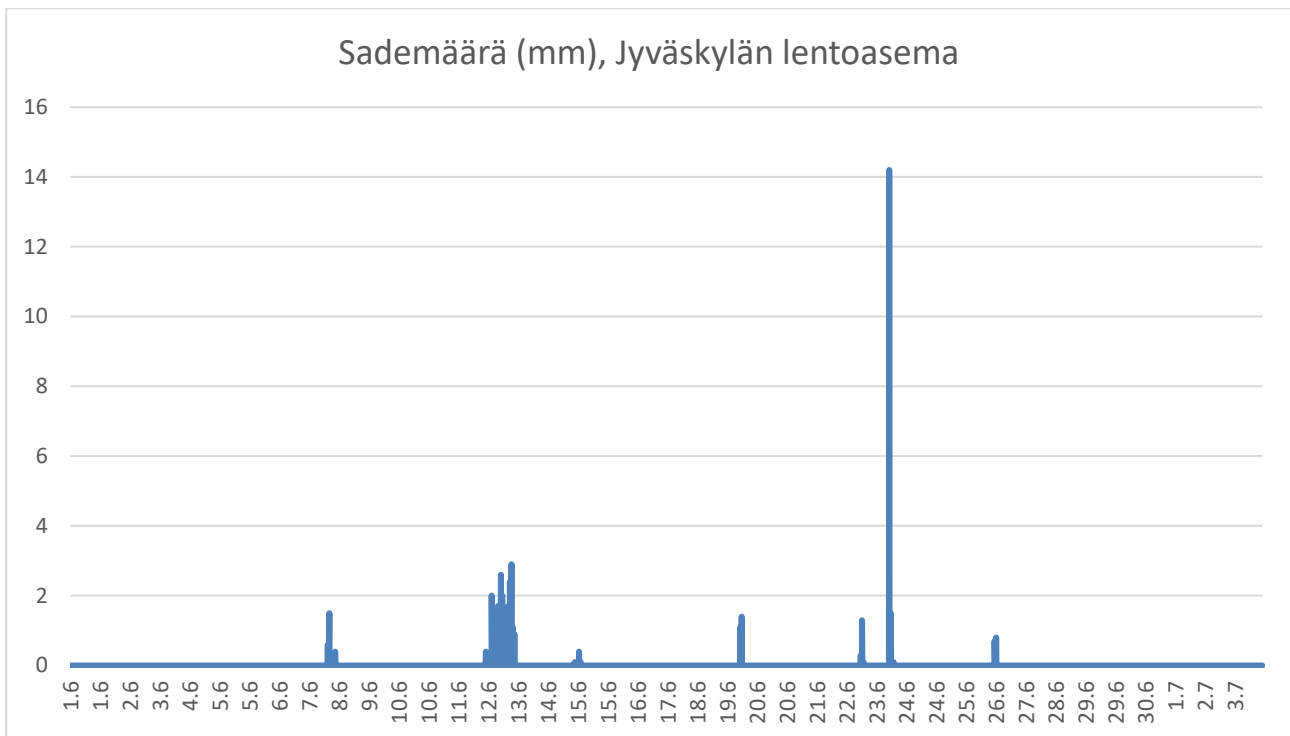
Myös yölämpötilat olivat kesäkuussa 2021 korkeita. Sää oli myös tyyni ja vähäsateinen. Kesäkuun ainoa sateisempi päivä oli 23.6.

¹³ KUPLA tarkoittaa kuljettajien päätelaitetta, joka mahdollistaa sähköisen tiedonsiirron rautatieliikenteen hallintajärjestelmien sekä liikenteenohjauksen ja kuljettajan välillä.

¹⁴ RUMA on rataurakoitsijoiden mobiilialusta, sovellus, jolla tehdään ratatyöilmoitukset ja paikannetaan ratatyöt.



Kuva 9. Tuulen nopeudet 16 kilometrin päässä onnettomuuspaikasta sijaitsevalla mittausasemalla. (Säätiedot: Ilmatieteenlaitos, Graafi: OTKES)



Kuva 10. Sademäärät 16 kilometrin päässä onnettomuuspaikasta sijaitsevalla mittausasemalla. (Säätiedot: Ilmatieteenlaitos, Graafi: OTKES)

Yleisesti sääolosuhteista ja niiden vaikutuksesta voidaan todeta, että sään ääri-ilmiöiden, kuten yhtäjaksoisten helle- ja sadejaksojen esiintymisen todennäköisyys kasvaa ilmastonmuutoksen etenemisen myötä. Kuumat yhtäjaksoiset hellekaudet ja toisaalta pitkään

jatkuvat yhtäjaksoiset sateet tai kovat pakkaset asettavat erityisiä haasteita radan tukirakenteen kestävyydelle ja kunnossapidolle. Pitkät hellejaksot ja toisaalta pitkäaikaiset kovat pakkaset asettavat myös erityisiä vaatimuksia kiskojoatkoksille, jotta kiskoliitokset voivat tarvittaessa joustaa maksimaalisesti.

Äärimmäisten sääilmiöiden lisääntymisen aiheuttamat riskitekijät nostavat rataverkon perusparannukseen ja kunnossapitoon liittyviä vaatimuksia. Radan kiskoliitosten sekä tuki- ja alusrakenteen vakauden ja kunnon selvittäminen ennen ratatöiden aloittamista on tärkeää töiden laadun varmistamiseksi. Äärimmäisten sääilmiöiden toistuminen nostaa ratatöiden raideliikenteen turvallisuudelle aiheuttamia riskitekijöitä. Radan kapea ja löysempi tukirakenne, kiskojoatkosten puutteellinen toimivuus ja puiset ratapölkkyt muodostavat kokonaisuuden, missä liikenneturvallisuusriskit kohoavat ilmaston ääri-ilmiöiden yhteydessä.

2.2.2 Työskentelyolosuhteet

Rataosan päällysrakennetöiden aikana vallinneet helteiset sääolosuhteet aiheuttivat työskentelyyn rajoituksia. Normaalia työaika muuttettiin helteisen sään vuoksi ja töitä ei tehty kuumimpaan aikaan iltapäivällä. Työaika varhennettiin alkamaan kello 05.00 ja päättymään kello 13.30. Tukemiskoneen käyttäjien normaali työvuoro alkoi kello 21.00 ja päättyi noin kello 05.00. Pölkynvaihtotyöt pyrittiin tekemään kello 05–11 välisenä aikana, koska silloin myös liikenteessä oli luontainen työrako. Työt oli mahdollista keskeyttää, jos lämpötilat nousisivat yli kriittisen rajan. Helleaikana ilman ja rataiskon lämpötiloja seurattiin säännöllisesti mittaamalla. Aamuisin ja aamupäivisin lämpötilat olivat +15°C - +25°C ja keskipäivällä jo yli +30°C. Mitatuista rataiskon lämpötiloista ei pidetty mittauspöytäkirjaa, eikä mitattuja kiskolämpötiloja kirjattu muistiin Raiku-järjestelmään.

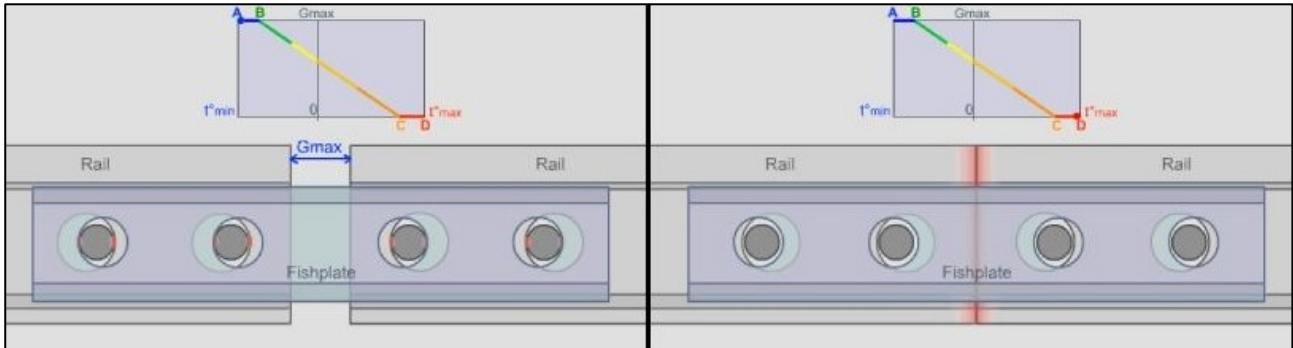
Helteiden vuoksi ratapölkkyjen hajavaihtoalueilla ei samalla kerralla irrotettu useita vierekkäisiä vaihdettavaksi merkittyjä pölkkyjä. Esimerkiksi kolmesta vierekkäisestä pölkystä vaihdettiin ensin laitimmaisesti pölkkyt ja vasta perässä tullut toinen työporukka vaihtoi keskimmäisen pölkyn. Lauttavaihtoalueilla kuumassa säässä raiteeseen tulleet mutkat palautettiin oikeaan asemaansa siten, että kaivinkone takoi käytetyn ratapölkyn päällä kevyesti kiskon kylkeen, kunnes raide siirtyi oikeaan linjaansa.

Radan päällysrakennetöiden aikana ilman lämpötilat nousivat jopa yli +30°C varjossa. Niissä olosuhteissa kiskot voivat lämmetä jopa yli +50 Celsius-asteeseen. Kuumimmat alueet radalla ovat kallionleikkaukset ja muut tuulelta suojaiset paikat. Pölkynvaihtotöitä tehtiin kovien helteiden vuoksi erittäin vaikeissa lämpöolosuhteissa, joissa radan tukikerroksen vakaus, eli stabiliteetti, joutui äärimilleen. Hellekäyräriski oli näissä olosuhteissa suuri.

Hellekäyrä voi syntyä, kun kiskot lämpenevät helteen paahteessa. Käytännössä kyse on teräksen lämpölaajenemisesta. Kovalla helteellä pitkä teräskisko laajenee lämmön vaikutuksesta ja pyrkii pakottamaan kiskon irti kiinnityksestään tai siirtämään koko raidetta sijoiltaan, jos kiskokiinnitykset pitävät. Ulkolämpötilassa +24°C kisko on jännityksetön, eli neutralisoitu, ja sen pituus on muuttumaton. Yhden asteen lämpötilaisäys aiheuttaa 50 metriä pitkään kiskoon 0,6 mm:n pituuskasvun¹⁵. Kovalla helteellä kiskon lämpötila voi olla yli +50°C. Kiskon kuumentuminen 30 asteella aiheuttaa 50 metrin kiskoon 18 mm:n pituuden kasvun. Lämpötilan nousu aiheuttaa teräkseen puristusjännityksen, mikä kertautuessaan pyrkii pakottamaan kiskon mutkalle, eli nurjahtamaan, tietyllä voimalla. Ilmiötä kutsutaan kiskonvaellukseksi.

¹⁵ Teräksen lämpölaajeneminen 12 µm/m/°C.

Radan tukikerroksen vakaus pitää radan kiskot ja pölkyt paikallaan. Mikäli tukikerros ei ole vakautunut esimerkiksi pölkynvaihtotöiden jälkeen riittävästi, kiskojen lämpötilamuutoksesta aiheutuva voima saattaa pystyä siirtämään radan paikoiltaan. Silloin kyseessä on hellekäyräksi kutsuttu ilmiö.



Kuva 11. Kiskojoitoksen toiminta kiskojen laajentuessa lämpötilan kohotessa. Vasemmassa kuvassa jatkosrako on suurimmillaan, kun lämpötila on alhainen. Oikealla rako on painunut täysin kiinni, kun lämpötila on korkea. Liikevara perustuu kiinnityspulttien reikien oikeaan poraukseen ja kiristykseen. (Kuvat: Väylävirasto)

Lk- ja Pk-raiteella¹⁶ kiskon jatkosliitoksissa on pieni liikkuva jatkosrako, minkä liikkumisen teoreettiset maksimiarvot 54 E1-kiskolla ovat 0–21 mm¹⁷. Tämä vähentää kiskon kuumenemisestä ja kylmenemisestä aiheutuvien pituusmuutosten puristus- ja vetojännityksiä. Esimerkiksi kilometrin matkalla voi olla 20 liitosta ja joustovaraa yhteensä 0–420 mm. Tämä vähentää lähes kokonaan kiskon kuumuudesta aiheutuneen puristusjännityksen. Edellytyksenä on, että kiskojen jatkosliitokset toimivat moitteettomasti.

Ratakiskon pituus pysyy neutraalina eli muuttumattomana lämpötilan ehdoilla. Kun kisko on neutraalipituudessaan, se on jännityksetön ja kiskojen liitosraot ovat kiinni. 25 metrin kiskoilla rakennetulla raiteella on kaksinkertaisesti joustonvara verrattuna 50 metrin kiskoilla toteutettuun rataan. 25 metriä pitkä kisko pysyy neutraalipituudessaan +40-+43 C lämpötilojen välillä, kun 50 metrin kiskon neutraalipituus rajoittuu lämpötiloille +24- +25 C. Tästä voidaan päätellä, että LK 25 -raide joustaa paremmin ääriolosuhteissa. Lyhyemmillä kiskoilla lämmöstä ja kylmyydestä aiheutuvat kiskojen pituusmuutokset eliminoituvat huomattavasti tehokkaammin. Edellytyksenä on, että kiskojoitokset toimivat moitteettomasti. Onnettomuusalueella kiskojen pituudet olivat pääosin 49–50 metriä.

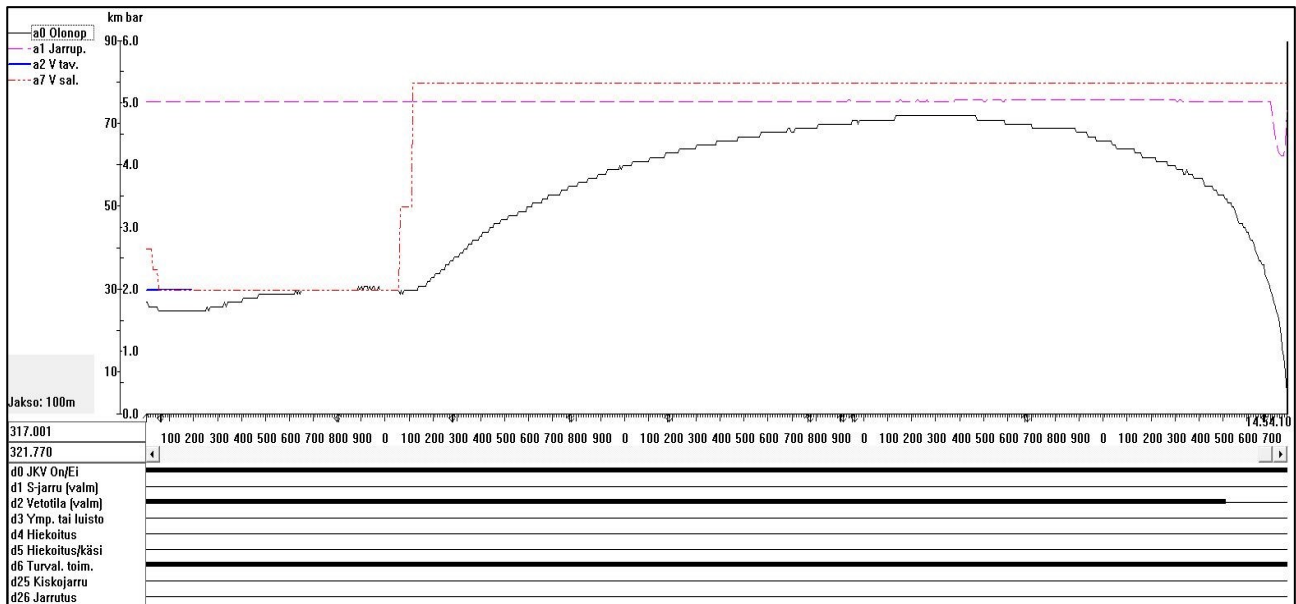
2.3 Tallenteet

2.3.1 Veturin kulunrekisteröintilaitteen tallenne

Junan veturin kulunrekisteröintilaitteen tallenteesta nähtiin veturinkuljettajan aloittaneen kiihdytyksen 80 km/h matkanopeuteen Möykynmäen tunnelin 30 km/h nopeusrajoituksen päätyttyä. Noin 2,5 km kiihdytyksen jälkeen junan nopeus oli 72 km tunnissa. Tämän jälkeen junan nopeus alkoi hidastua vaunujen suistuttua. Veturinkuljettaja huomasi tilanteen ja kytki vetotehon pois. Juna pysähtyi kuljettuaan tämän jälkeen vielä 200 metriä.

¹⁶ Lyhytkiskoraide (Lk), kiskon pituus on keskimäärin 25 metriä. Pitkäkiskoraide (Pk), kiskon pituus on yli 50 metriä.

¹⁷ Päälysrakennetöiden yleiset laatuvaatimukset, PYL 2 Raidetyöt, Taulukko 5.



Kuva 12. Junan TR3381 Dv12 veturin 2553 rekisteröintilaitteen tallenne viimeisen 5 km matkalta. (Kuva: OTKES)

2.3.2 Asetinlaite- ja turvalaitetallenteet

Käytössä olleista asetinlaitetallenteista varmennettiin junan kulku ja aikataulut.

2.3.3 Liikenteenohjauksen puherekisteritallenteet

Tutkinnan käytössä on ollut puherekisteritallenteet veturinkuljettajan ja liikenteenohjauksen välisistä keskusteluista. Tärkeimpien keskusteluiden sisällöt on huomioitu kappaleessa 1.1. Tapahtumien kuvaus.

2.4 Onnettomuuteen liittyvät henkilöt, organisaatiot ja turvallisuudenhallinta

2.4.1 Henkilöt

Väyläviraston Länsi-Suomen rataverkon kunnossapidon aluepäällikkö vastasi tilaajaviraston puolesta KP5:lla toteutettavien kunnossapitourakoitsijoiden ja alueellisten rataisännöitsijäpalveluiden kilpailuttamisesta sekä rataisännöintipalveluiden valvonnasta.

Länsi-Suomen rataverkon rataisännöintipalveluita hoitavan Dexit Oy:n vastuullinen rataisännöitsijä valvoi alueellisten rataisännöitsijöiden toimintoja. KP5:n rataisännöitsijä valvoi meneillään olleiden radan kunnossapitoon liittyvien ratatöiden edistymistä ja laatua. Työmaa-alueille rataisännöitsijä teki pistokoeluonteisia tarkastuksia kaksi kertaa viikossa.

Kunnossapitourakoitsijan projektipäällikkö vastasi KP5:lla radan kunnossapitotöihin osallistuneiden rekrytoinneista, turvallisuuskoulutuksista ja perehdyttämisistä. Hän valvoi pölkynvaihtoprojektin etenemistä ja työn laatua alaisinaan olleiden esimiesten välityksellä pääosin etätöinä. Projektipäälliköllä voi olla samaan aikaan useita työmaita valvottavana.

Työmaapäällikkö oli KP5:n työmaa- ja tukemismestareiden sekä rata-asentajien esimies. Hän valvoi työturvallisuutta ja osallistui työprojektin laatu- ja turvallisuussuunnitelmien laadintaan. Hän vastasi ratatyöprojektin laadunvarmistuksesta, riskienhallinnasta ja töihin perehdytyksistä. Työmaapäälliköllä voi olla samaan aikaan useita työmaita valvottavana.

Työmaamestari toimi pölkynvaihtotöihin osallistuvien rata-asentajien esimiehenä ja vastasi osaltaan ratatöiden etenemisestä, työn laadusta sekä työskentelyn turvallisuudesta. Alaisena työmaamestarilla olivat ratatyömaalla toimivat rata-asentajat sekä kiskopyöräkaivinkoneiden kuljettajat. Työmaamestari valvoi pölkynvaihtotöitä pääosin etätöinä. Valvontakäyntejä työmaa-alueelle hän teki noin kaksi kertaa viikossa. Onnettomuuspaikalla hän ei käynyt.

Vastaava rata-asentaja toimi käytännössä pölkynvaihtotöiden esimiehenä ratatyöalueella. Normaaliensa rata-asentajatehtävien lisäksi hän valvoi töiden etenemistä sekä työn laatua ja kirjasi tehdyt työvaiheet sekä materiaalimenekin Raiku -seurantajärjestelmään. Työvuoron lopussa hän hoiti radan liikennöitävyyden tarkastamisen ja allekirjoitti radan liikennöitävyyden tarkastuspöytäkirjan.

Tukemismestarin tehtävänä oli linja- tai vaihdetukemiskoneen käyttäminen. Hän toimi kahden tukemiskoneella työskennelleen ratatyökoneen kuljettajan esimiehenä. Radan tukemisen yhteydessä tukemismestari seurasi koneen digitaalisia mittareita sekä piirturin tuloksia. Hän allekirjoitti tuennan jälkeen liikennöitävyyden tarkastuspöytäkirjat radan tuennan osalta.

2.4.2 Organisaatiot

Liikenne- ja viestintäministeriö on liikennejärjestelmien suunnittelusta ja kehittämisestä vastaava viranomaisorganisaatio. Liikenne- ja viestintävirasto, Väylävirasto sekä liikenteenohjausyhtiö Traffic Management Finland Oy kuuluvat ministeriön hallinnonalaan.

Liikenne- ja viestintävirasto on liikennealan sääntely- ja valvontatehtäviä hoitava viranomaisorganisaatio. Viraston tehtävänä on huolehtia liikennejärjestelmän yleisestä turvallisuudesta ja turvallisuuden kehittämisestä. Viraston tulee huolehtia myös toimialaansa kuuluvista liikennemarkkinoihin liittyvistä tehtävistä.

Liikenne- ja viestintävirasto on rataverkon haltijasta ja rautatieliikenteen harjoittajista riippumaton viranomaisorganisaatio. Virasto valvoo ja kehittää rautatieturvallisuutta ja rautatiejärjestelmän yhteentoimivuutta sekä valmistelee normeja.

Fintraffic raide Oy on Fintraffic-konsernin tytäryhtiö. Fintraffic Raide Oy vastaa rautatieliikenteen ohjauksesta ja hallinnasta. Fintraffic Raide Oy:n tehtäviin kuuluu rautatieliikenteen ohjaamisen ja turvaamisen ohella ratatöiden turvaaminen, kapasiteetin hallinta, matkustajainformaatiopalvelut sekä sähköratojen käyttökeskustoiminta. Yhtiön suurimmat ohjauskeskukset sijaitsevat Helsingissä, Tampereella, Kouvolassa ja Oulussa. Onnettomuuspaikan liikennettä ohjattiin Fintraffic Raide Oy:n Tampereen ohjauskeskuksesta.

VR-Yhtymä Oy on Suomen valtion omistama logistiikkakonserni, joka toimii rautatieliikenteen ja maantieliikenteen harjoittajana. Onnettomuusjunan kalusto oli VR-Yhtymän omistama ja veturinkuljettaja oli VR-Yhtymän palveluksessa.

VR Transpoint on rautatielogistiikasta, eli tavaraliikennepalveluista vastaava VR-Yhtymään kuuluva yksikkö. VR Transpointin rautatielogistiikka kattaa rautatiekuljetukset kotimaassa ja Venäjän liikenteessä. Sillä on kalustoa sekä tuote- että raaka-ainekuljetuksiin. Onnettomuusjuna oli tekemässä VR Transpointin palveluihin kuuluvia raakapuukuljetuksia.

Väylävirasto vastaa Suomen tie- ja rataverkosta sekä vesiväylistä, niiden suunnittelusta, ylläpidosta ja rakentamisesta. Väylävirasto vastaa elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskusten (ELY) liikenteen vastualueen toimialaohjauksesta ELY-keskuksissa.

Väylävirasto huolehtii liikenteen hallinnasta vastaten myös liikenteenohjauksesta. Liikenteenohjauspalvelut Väylävirasto hankkii valtion omistamalta ja liikenne- ja viestintäministeriön ohjauksessa toimivalta Fintraffic Raide Oy:ltä.

Väylävirasto on noin 400 hengen asiantuntijavirasto, joka kuuluu liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalalle. Viraston vastuulla on valtion tie-, rata- ja vesiliikenteen väyläverkon suunnittelu, kehittäminen ja kunnossapito sekä liikenteen ja maankäytön yhteensovittaminen. Väylävirasto vastaa myös liikenteenohjauksen ja talvimerenkulun järjestämisestä.

Väyläviraston tehtäviin tie-, rata- ja vesiliikenteen väylillä kuuluu:

- Väyläverkon suunnittelu.
- Väylien kehittäminen.
- Väylien palvelutason ylläpito.
- Osallistuminen liikenteen ja maankäytön yhteensovittamiseen.
- Talvimerenkulun järjestäminen.
- Liikenteenohjauksen järjestäminen.

Väylävirasto on tilaajaorganisaatio, ja sen toiminnan painopisteissä keskeisiä ovat yhteiskunnallinen vaikuttavuus sekä väyläomaisuuden tehokas hallinta.

Tilaajaorganisaationa Väylävirasto kilpailuttaa rataisännöinnin viisivuotisille sopimuskausille. Keväällä 2020 järjestetyssä kilpailutuksessa tavoitteena oli laatuarvioinnin yksinkertaistaminen sekä radan päällysrakenteen kunnossapito-osaamisen ja -kokemuksen painottaminen. Kilpailutuksen voitti Dexit Oy, jonka viisivuotinen sopimuskausi rataisännöitsijänä alkoi 1.1.2021.

Väylävirasto kilpailuttaa myös rautateiden kunnossapitoalueiden kunnossapitosopimukset. Yleensä kilpailutuksen voittaneen palveluntarjoajan sopimuskausi on viisivuotinen. Vuoden 2020 lopussa toteutetun kunnossapidon kilpailutuksen KP5:llä voitti NRC Group Finland Oy, joka aloitti kunnossapitourakoitsijana 1.2.2021. Kilpailutuksen päätöksestä kuitenkin valitettiin markkinatuomioistuimeen. Tuomioistuimessa valitus hyväksyttiin, mistä seurasi uudelleenkilpailutusvaatimus. Väylävirasto kilpailutti kunnossapitosopimuksen uudelleen ja voittajaksi valikoitui Destia Rail Oy, joka oli toiminut KP5:n kunnossapitourakoijana myös vuotta 2021 edeltävällä sopimuskaudella. Uudelleenkilpailutuksen seurauksena NRC Group Oy:n sopimuskausi muutettiin viidestä vuodesta määräaikaiseksi yhden vuoden mittaiseksi sopimuskaudeksi.

Keskeinen osa Väyläviraston toimintaa on omavalvonta, jolla tarkoitetaan viraston oman toiminnan vaatimustenmukaisuuden valvontaa. Omavalvonnan tavoitteena on hallita toiminnan riskejä ja tuoda esille kehittämiskohteita toimintatavoissa. Omavalvonnassa virasto katsoo omaksi toiminnaksi kaikki sen vastuulla olevat toiminnat, vaikka toiminnan toteutus olisi annettu palveluntuottajan tehtäväksi. Omavalvonta on sekä Väyläviraston omaan toimintaan että viraston palveluntuottajien toimintaan kohdistuvaa valvontaa.

Väylävirastolla on kaksi koko toiminnan läpileikkaavaa omavalvonnan pääpainoaluetta, mitkä vuonna 2021 olivat:

- Osaamisen ja pätevyyden varmistaminen.
- Ohjeiden mukainen toiminta läpi koko palvelutuottajaketjun.

Käytännössä Väylävirasto on ulkoistanut kunnossapidon ja ratatöiden valvonnan rataisännöintipalvelun tuottajalle. Väylävirastossa painotetaan, että rataisännöitsijä on kunnossapidon asiantuntija ratatöiden valvonnan osalta.

Vuoden 2021 kevään ja kesän aikana onnettomuusalueella tehtiin Väyläviraston kunnossapitosopimukseen kuuluvaa pölkynvaihtotyötä. Työprojektin käytännön suunnittelusta, johtamisesta ja toteuttamisesta sekä töiden laadun ja etenemisen esimiesvalvonnasta vastasi kunnossapitourakoitsijana toiminut NRC Group Finland Oy. Ratatöissä tarvittava erikoiskalusto oli pääosin myös NRC Groupin hallinnassa ja valvonnassa. Väyläviraston edustajana töiden etenemisen ja laadun valvonnasta vastasi rataisännöintipalveluita Länsi-Suomen alueella hoitava Dexit Oy tilaajan kanssa tehdyn sopimuksen mukaisesti.

Dexit Oy on vuonna 2020 perustettu rautateiden asiantuntijapalveluyritys. Yrityksen toiminta koostuu rautateiden erilaisista selvitys- ja valvontatöistä, urakoiden kilpailuttamisista sekä muista asiantuntijapalveluista. Yrityksen palveluksessa on kuusi henkilöä. Dexit Oy:n keskeinen henkilöstö koostuu KP5:n kunnossapidosta ennen NRC Group Finland Oy:tä vastanneen ja kunnossapitosopimuksen uudelleenkilpailutuksen jälkeen voittaneen Destia Rail Oy:n entisistä työnjohtajista.

Yritys toimii Väyläviraston edustajana Länsi-Suomen rataverkon rataisännöitsijänä. Länsi-Suomen rataverkon isännöinti on Dexit Oy:n suurin yksittäinen projekti. Isännöintiin kuuluu kunnossapitoalueet (KP) 3 Riihimäeltä Kokkolaan, 4 Raumalta Pieksämäelle, ja 5 eli niin kutsuttu Haapamäen tähti. Jyväskylä kuuluu KP4:ään ja Haapamäki KP5:een. Näillä kunnossapitoalueilla rataisännöintiin kuuluvat radan kunnossapidon- ja rakentamistöiden valvominen, rataverkon hallintaan liittyvät lupa-asiat, maankäyttöasiat sekä töiden kilpailutusten valmisteleminen.

Rataisännöitsijänä Dexit Oy valvoo kunnossapitoalueiden ratatöitä Väyläviraston sopimuksen mukaisesti pistokokein. Rataisännöitsijän edustaja ei ole päivittäin mukana kunnossapitoon liittyvillä ratatyömailla. Sopimuksessa rataisännöinnin työtä on sovittu kunnossapitoaluekohtaisesti 1600 tuntia vuodessa per henkilö. Tästä 60 % on valvontaa, mistä 60 % on maastovalvontaa. Valvonnasta tehdään valvontasuunnitelma ja siitä raportoidaan Väylävirastolle sopimuksen mukaisesti valvontaraportein. Ratatyömaiden projektiryhmät toimivat näiden valvontakäytäntöjen seurauksena kunnossapitoorganisaation oman työnjohdon päivittäisjohtamisen ja valvonnan alaisuudessa.

NRC Group Finland Oy (vuosina 2010–2019 VR Track Oy, tätä ennen Oy VR-Rata Ab) on Suomen keskeisin rauta- ja raitioteiden rakentaja sekä ratojen kunnossapitäjä. Yritys on muodostunut alkujaan, kun Valtionrautatiet yhtiöitettiin vuonna 1995. Yhtiö on osa norjalaista NRC Groupia. Yhtiöllä on Suomessa noin 1000 työntekijää. Sen toimintaan kuuluvat raideinfrastruktuurin urakoiden lisäksi myös muun liikenteen infrastruktuurin, kuten teiden, satamien, siltojen ja tunneleiden urakat.

NRC Group Finlandin palvelut kattavat laaja-alaisesti ratojen ja raitioteiden kunnossapidon. Kunnossapidon kohteisiin kuuluvat muun muassa radan päällysrakenteet, turvalaitteet ja sähköratarakenteet. Yrityksen palvelut ulottuvat laajoista radan kunnossapitourakoista pienimpiin huoltotehtäviin. Toimintaan kuuluvat tarkastukset, huollot ja viankorjaukset sekä radanpidolliset hoitotoimenpiteet kattaen esimerkiksi seuraavat osa-alueet:

- Rata- sekä ohjaus- ja turvalaitejärjestelmät.
- Määräaikaistarkastukset ja kunnossapito.
- Ratojen ja rakenteiden kuntoarviot.
- Viankorjaus ja päivystys 24/7.
- Asiantuntijapalvelut.
- Erilliset projektikonaisuudet.

NRC Group Finlandin kunnossapidon toimintatavassa keskeistä on ennakoiva huolto, millä pyritään estämään vikojen syntyminen sekä varmistamaan järjestelmien pitkä käyttöikä. Tämä pohjautuu radantarkastuspalveluihin, jotka sisältävät radan rakenteet alusrakenteesta päällysrakenteeseen. Näiden tarkastusten perusteella yritys tekee raiteiden ja rakenteiden elinkaari- ja kuntoarviot. Kunnossapitotoiminnan lisäksi NRC Group Finland tekee myös ratainfrastruktuurin perusparannustöitä. Rata- ja sähköratakunnossapidon lisäksi yrityksen palvelut kattavat esimerkiksi siltojen ja rumpujen kunnossapidon, kasvillisuuden torjunnan sekä tasoristeysten kunnossapidon.

2.4.3 Turvallisuuden hallinta radan kunnossapidossa

Kunnossapitourakoitsijan projektipäällikkö toimi turvallisuudesta vastaavana. Hän huolehti projektin turvallisuusasioiden ylläpidosta, turvallisuustavoitteiden määrittämisestä ja turvallisuussuunnitelmien päivittämisestä¹⁸.

Kunnossapitosopimus kunnossapitoalueelle viisi laadittiin 2.11.2020. Sopimuksessa määriteltiin turvallisuus- ja kelpoisuusvaatimukset. Riskienarviointia ja turvallisuussuunnitelmaa koskevat vaatimukset kuvattiin kunnossapitosopimuksen liitteissä. Kunnossapitosopimuksen mukaan toimeksiannossa tuli noudattaa tilaajan eli Väyläviraston ohjeiden mukaisia turvallisuusjohtamisen menettelyjä ja vaatimuksia¹⁹.

Kunnossapitourakoitsija laati työ-, laatu- ja turvallisuussuunnitelman, missä käytiin läpi työvaiheet, turvallisuusasiat, ympäristötekijät, riskit ja laadunvarmistukset. Suunnitelma perustui kolmivaiheiseen tarkastusprosessiin, missä suunnitelman laatija, tarkastaja ja hyväksyjä tarkastivat suunnitelman kukin omassa roolissaan²⁰. Ratatyöhön osallistuneet työntekijät ja aliurakoitsijat perehdytettiin työvaiheisiin suunnitelman mukaisesti. Perehdytystilaisuuksissa pätevyudet kirjattiin erilliselle perehdytyslomakkeelle, minkä perehdyttäjät ja perehdytyksen saaneet henkilöt allekirjoittivat²¹.

Työvaiheen työ-, laatu ja turvallisuussuunnitelmassa mainittiin, että pölkkyjenvaihdossa kiskon lämpötila saa olla maksimissaan 35 celsiusastetta. Työvaiheen laadunvarmistusasiakirjassa ei työnaikaista kiskon lämpötilaa ohjeistettu kirjattavaksi. Rautatieturvallisuuteen liittyviä määräyksiä ja Väyläviraston vaatimusten noudattamista valvottiin seuraamalla turvallisuutta sekä järjestämällä kuukausikokouksia. Tarvittaessa järjestettiin turvallisuustuokioita esille tulleista turvallisuuskysymyksistä. Määräysten ja vaatimusten noudattamista valvottiin myös auditoinneilla, joissa tarkastettiin vaatimusten ja määräysten noudattamista. Väyläviraston toimeksiannosta ratatöiden turvallisuutta valvoi rataisännöintipalveluita Länsi-Suomen alueella määräaikaisten sopimuksen mukaisesti hoitava Dexit Oy²².

Rata-alueen kunnossapidosta vastaavan urakoitsijan NRC Group Finland Oy:n turvallisuussuunnitelmassa²³ edellytettiin, että radan luovuttamisessa liikenteelle noudatetaan Väyläviraston Radanpidon turvallisuusohjetta 10/2020: *Ennen työalueen liikenteelle luovuttamista päällysrakennepätevyuden omaava henkilö varmistaa, että rata on radan rakenteen, turvalaitteiden ja sähköradan puolesta liikennöitävässä kunnossa, ja laatii tarkastuksen perusteella Radan liikennöitävyyden tarkastuspöytäkirjan. Mikäli työalueelle jää*

¹⁸ Kunnossapitoalue 5. Radan ja turvalaitteiden kunnossapito 2021–2025, turvallisuussuunnitelma.

¹⁹ Kunnossapitosopimus, liite 8; Väylä/2362/02.01.02/2020.

²⁰ NRC Group, työvaiheen työ-, laatu ja turvallisuussuunnitelmat; 30.4.2021 ja 4.5.2021.

²¹ Kunnossapitoalue 5. Radan ja turvalaitteiden kunnossapito 2021–2025, turvallisuussuunnitelma.

²² Väylävirasto, kunnossapitosopimus, liite 8; Väylä/2362/02.01.02/2020 valvontapalvelun Länsi-Suomen alueellinen rataisännöinti 2021–2025, valvonta 21.6.2021.

²³ NRC Group, Turvallisuussuunnitelma 2021–2025.

rajoitteita, ratatyöstä vastaava laatii Liikenteen rajoite -ilmoituksen ja toimittaa sen liikenteenohjaukseen.

Pölkynvaihtotyöstä vastanneen rata-asentajaryhmän yhteyshenkilönä toimi päällysrakennepätevyyden omannut rata-asentaja, joka teki työvuoron päättyessä radan liikennöitävyyden tarkastuksen yhteistyössä ratatyövastaavan kanssa. Hän allekirjoitti Radan liikennöitävyyden tarkastuspöytäkirjan ja luovutti sen ratatyövastaavalle.

2.5 Viranomaisten ennalta ehkäisevä toiminta

2.5.1 Liikenne- ja viestintävirasto

Liikenne- ja viestintävirasto (Traficom) on hyväksynyt rautatieliikenteen harjoittajan ja rataverkon haltijan turvallisuusjohtamisjärjestelmät. Liikenne- ja viestintävirasto valvoo toimintaa turvallisuusjohtamisjärjestelmien auditointien kautta.

Ratatöiden toteutusta ei valvota erikseen viranomaisen toimesta, vaan niiden valvonta ja turvallisuudesta huolehtiminen kuuluu rataverkon haltijalle eli valtion rataverkolla Väylävirastolle.

2.6 Pelastustoimiin osallistuneet organisaatiot ja niiden toimintavalmius

Hätäkeskusten lakisääteisenä²⁴ tehtävänä on hätätilanteita koskevien hätäpuheluiden vastaanottaminen ja riskinarviointi, sekä tehtävän välittäminen asianomaiselle viranomaiselle pelastustoimintaa ja välittömiä toimenpiteitä varten. Hätäpueluihin liittyvä riskinarvio tehdään hätäkeskuksissa eri viranomaisten ennalta määriteltyjen riskinarvioiden perusteella, joihin liittyy myös viranomaisen määrittelemä pelastustoimintaan osallistuvien yksiköiden hälytysvaste. Manner-Suomessa toimii kuusi hätäkeskusta. Ruuhkatilanteessa hätäpuhelu siirtyy vapaana olevaan hätäkeskukseen.

Vaasan hätäkeskus vastaanotti tapahtuman silminnäkijän hätäpuhelun. Hätäpuhelun ja sen aikana tehdyn riskinarvion perusteella hätäkeskuspäivystäjä päätyi välittämään tiedon tapahtuneesta VR:n liikenteenohjaukseen. Varsinaisia viranomaisten toteuttamia pelastustoimia ei käynnistetty. Onnettomuuden jälkien raivauksesta vastasi Väyläviraston pelastus- ja raivausorganisaatio.

Väyläviraston pelastus- ja raivausorganisaatio huolehtii valtion rataverkon onnettomuustilanteiden jälkiraivaustehtävistä. Palokuntaorganisaatio osallistuu myös pelastustoimintaan sekä rautateillä kuljetettavien vaarallisten aineiden torjuntaan yhteistyössä pelastusviranomaisten kanssa. Organisaatio tukee tarvittaessa 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), jossa on valmiudessa 4 henkilöä (1+3) kussakin tukikohdassa 24/7-periaattella. Tutkitussa onnettomuudessa raivauksesta vastasi Riihimäen tukikohdan yksikkö.

²⁴ Laki hätäkeskustoiminnasta 692/2010.

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

Henkilöstöllä on vähintään sopimuspalokunnan henkilöstöltä vaadittava osaaminen ja toimintakyky, sekä savu- ja kemikaalisukelluspätevyydet.

2.7 Säädökset, määräykset ja ohjeet

2.7.1 Lait, asetukset ja sopimukset

Ratalaki²⁵ määrittelee rautatiealan peruseriaatteen Suomessa. Lain 5 § määrittelee radanpitoa koskevat yleiset vaatimukset. Laissa määritellään Väylävirasto radanpitäjäksi ja rataverkon haltijaksi valtion rataverkon osalta.

Lain 3 luku käsittelee rautatien kunnossapitoa. Sen 29 §:ssä todetaan, että *Rautatie on pidettävä luokitustaan vastaavassa ja verkkoselostuksen mukaisessa sekä turvallisessa kunnossa. Kunnossapidon tason määrytyksessä otetaan huomioon liikenteen määrä ja laatu, radan liikenteellinen merkitys, alueen sijainti sekä säätö ja sen ennakoitavissa olevat muutokset sekä muut olosuhteet.*

Raideliikennelaki²⁶ tarkoituksena on edistää raideliikennettä ja sen turvallisuutta ja rautatiejärjestelmän yhteen toimivuutta sekä rataverkon tehokasta käyttöä. Raideliikennelaki määrittelee Liikenne- ja viestintäviraston tehtäväksi Suomen rautatiejärjestelmän turvallisuuden ja yhteentoimivuuden valvonnan.

Lain 4 luku käsittelee rataverkon haltijalta vaadittavaa turvallisuuslupaa. Lain mukaan rataverkon haltijalla tulee olla *rataverkon suunnittelua, kunnossapitoa ja käyttöä varten turvallisuuslupa*. Liikenne- ja viestintävirasto myöntää turvallisuusluvan rataverkon haltijalle. Turvallisuusluvan myöntämisen ehtona on, että rataverkon haltijalla on vaatimukset täyttävä turvallisuusjohtamisjärjestelmä.

Lain 107 § määrittelee vaatimukset rataverkon kunnossapitotoiminnan riippumattomuudelle. Kohdan mukaan *Rataverkon haltijan on toteutettava rataverkon kunnossapitotoimenpiteet ja niiden aikataulutus niin, että niistä aiheutuu mahdollisimman vähän häiriötä rautatieliikenteen harjoittajille ja mahdolliset häiriöt kohdistuvat rautatieliikenteen harjoittajiin tasapuolisesti ja syrjimättömällä tavalla.*

Rataverkon haltijan tehtävien, kuten kunnossapidon ulkoistamista, käsittelee lain 108 §. Siinä korostetaan, että ulkoistettaessa tehtäviä, *rataverkon haltija kuitenkin vastaa toiminnoista ja niiden valvonnasta.*

Laissa ei tarkemmin säädellä radan kunnossapitoa.

2.7.2 Liikenne- ja viestintäviraston määräykset

Liikenne ja -viestintävirasto (Traficom) myöntää rataverkon haltijalle turvallisuusluvan rataverkon suunnittelua, rakentamista, kunnossapitamista ja hallintaa varten. Traficomin mukaan *turvallisuuslupa on osoitus siitä, että rataverkon haltija on huomionnut toiminnassaan turvallisuutta koskevat vaatimukset ja pystyy toimimaan rataverkon haltijana hallinnoimallaan rataverkon osalla turvallisesti*. Liikenne- ja viestintävirastolla ei ole erillisiä asiaan liittyviä

²⁵ Ratalaki 110/2007.

²⁶ Raideliikennelaki 1302/2018.

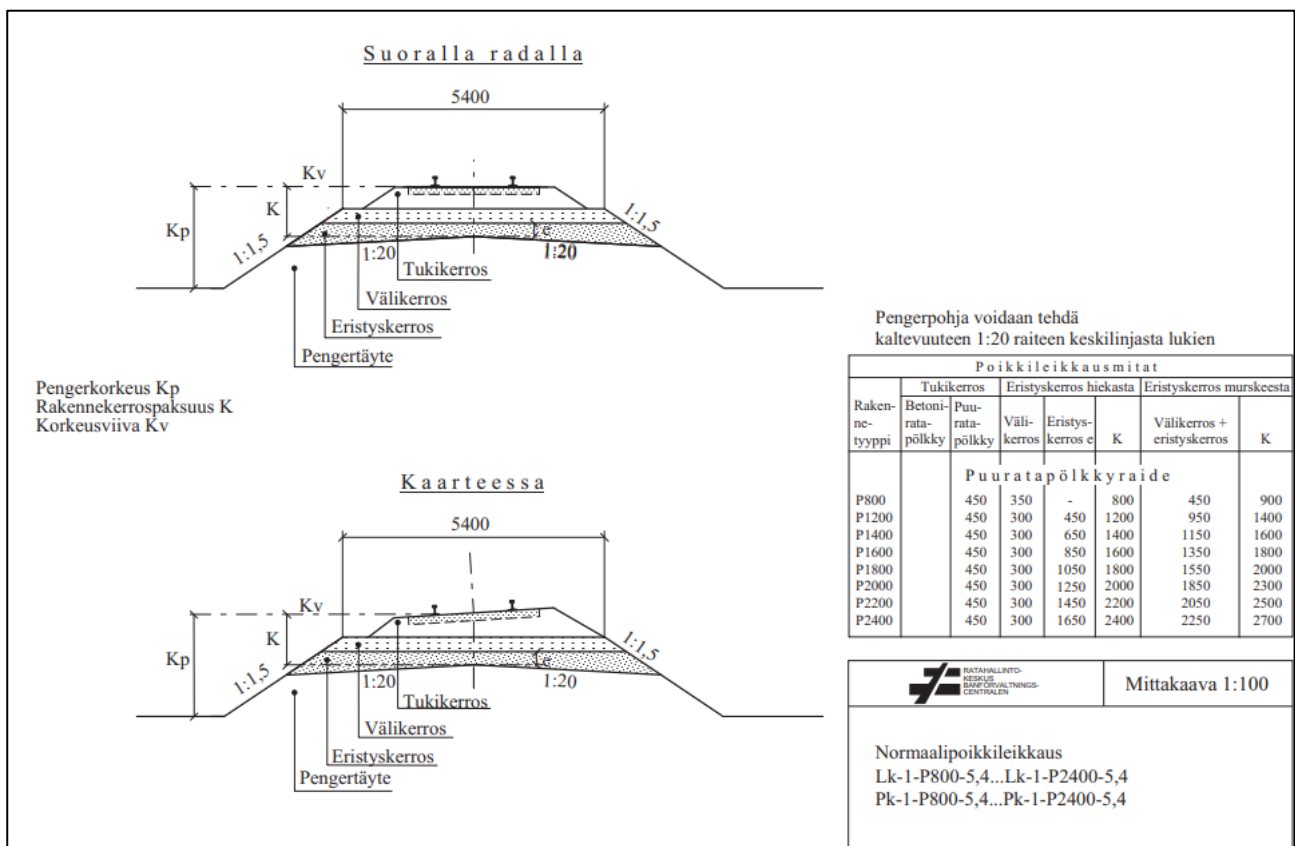
määräyksiä. Turvallisuusjohtamisjärjestelmän vaatimusten osalta viraston ohjeistus pohjautuu Euroopan rautatieviraston (ERA) ohjeistukseen.

2.7.3 Väyläviraston ohjeet

Väyläviraston radan päällysrakennetta käsittelevässä ratateknisessä ohjeessa²⁷ on radan tukikerros ja sen tehtävät kuvattu seuraavasti: *Tukikerros on yleensä murskatusta kiviaineksesta, sepelistä, koostuva radan rakennekerros. Tukikerros on raiteen tasaisuuden ja radan käytettävyyden säilyttämisen kannalta tärkeä radan rakenneosia. Tukikerroksen pääasiallisia tehtäviä ovat:*

- *Tukea raidetta ja jakaa ratapölkkyistä välittyvä kuormitus alempien rakennekerrosten sallimalle tasolle.*
- *Taata sopiva joustavuus yhdessä radan muiden komponenttien kanssa.*
- *Mahdollistaa raidegeometriavirheiden korjaaminen tukemiskoneella.*
- *Mahdollistaa tehokas kuivatus.*
- *Mahdollistaa riittävä sähköinen eristävyys kiskojen välillä.*

Ohjeissa on todettu tukikerroksen laatuun vaikuttaviksi tekijöiksi paksuus ja leveys, kiviaineksen laatu, raekoko sekä tiivistymisominaisuudet. Korkealaatuisessa tukikerroksessa käytetään yleensä kovia, hyvin kulutusta kestäviä kiviaineksia.



Kuva 13. Radan ohjeiden mukainen poikkileikkaus. (Kuva: Väylävirasto)

²⁷ RATO-ohje 11, Radan päällysrakenne.

Rakennettaessa uutta rataa, tukikerroksen tulee koostua raidesepeleistä, mikä täyttää erillisessä dokumentissa mainitut raidesepeleille asetetut vaatimukset. Tukikerroksen paksuuden ohje arvoksi on määritelty betoniratapölkkyjä käytettäessä 550 mm. Puuratapölkkyjä käytettäessä tukikerroksen paksuutta ei ole yleisesti määritelty, vaan ohjeessa todetaan vaadittavan paksuuden määräytyvän tapauskohtaisesti. Lisäksi ohjeen liitteessä on esitetty kuvin ohjeelliset tukikerroksen poikkileikkaukset raiteella ja vaihteen kohdalla.

Radan käytön aikana tukikerros heikkenee. Väyläviraston ohjeiden mukaan tämä johtuu tukikerroksen jauhautumisesta raideliikenteen aiheuttaman kuormituksen alla. Toisaalta dokumenteissa mainitaan myös radan koneellisen tukemisen kuluttavan tukikerrosta. Yhteenvetona todetaan, että *Tukikerroksen ominaisuuksien heikentyminen saattaa huonontaa raiteen kantavuutta ja raidegeometriian pysyvyyttä.*

Eräillä rataosuuksilla Suomessa on edelleen käytössä niin sanottu soratukikerros²⁸. *Uutta rataa perustettaessa soratukikerrosta ei saa enää käyttää, mutta olemassa olevaa soratukikerrosta voidaan parantaa asetetut laatuvaatimukset täyttävällä raidesoralla tai raidesepeleillä.*

Päällysrakennetta käsittelevässä Väyläviraston ohjeessa on myös esitetty, miten kiskon lämpötilat tulee mitata ratatöitä tehdessä. Mittaukset ohjeistetaan tehtäväksi seuraavasti: *Kiskon lämpötila mitataan vähintään kahdella kiskonlämpömittarilla kiskon varren varjon puolelta, puhtaalta- ja sileältä pinnalta. Mittausajan tulee olla yli 10 minuuttia, ellei kiskonlämpötilamittarin ohjeissa ole toisin mainittu. Lämpötilan tai sään vaihdellessa työvuoron aikana on kiskon lämpötila mitattava noin tunnin välein. Äkilliset sään vaihtelut esimerkiksi sadekuurot, voivat aiheuttaa nopean lämpötilamuutoksen, joten sääoloja on seurattava jatkuvasti. Vastaavasti eroja voi olla auringonpaisteisten ja varjoisien mittauspaiikkojen välillä. Kiskon lämpötila on mitattava samalla lailla sekä kiskotettaessa että jatkosrakojen tarkastusmittauksessa.*

Ohjeissa vaaditaan kiskon lämpötilan mittaamista jatkosrakojen tarkastusmittauksessa ja ennen kisko- ja päällysrakenteeseen kohdistuvan työn aloitusta sekä työn aikana lämpötilan ollessa lähellä sallittua. Lämpötilojen kirjaamista mittauspöytäkirjaan ei kuitenkaan vaadita Väyläviraston ohjeissa.

Väyläviraston päällysrakenteen kunnossapitoa käsittelevässä ohjeessa²⁹ hellekäyrien riskejä on kuvattu seuraavasti:

Hellekäyrän syntymisen vaara on olemassa voimakkaassa auringonpaisteessa ilman lämpötilan noustessa varjossa yli +20°C ja ilman ollessa tyyni. Tämä vaara on suurimmillaan pitkissä ja syvissä leikkauksissa, raiteessa, jossa kiskonvaelluksen seurauksena jatkosraot ovat kiinni pitkällä matkalla sekä raiteessa, jossa on äsken suoritettu raiteen vakavuutta heikentävää työtä. Vaara on erityisen suuri, jos tukikerros on vajaa. Kiskonvaellus on aina vaarallinen, jos sen päässä on kiinteä este, esim. vaihde, tasoristeys tai silta, joka estää kiskojen pituussuuntaista liikkumista.

Päällysrakenteen kunnossapitoa käsittelevässä ohjeessa on käsitelty työskentelyrajoituksia, eli olosuhdetekijöitä, joissa työskentely radalla tulisi keskeyttää. Lämpötilan osalta ohjeessa on todettu seuraavasti: *Jos on odotettavissa, että kiskon lämpötila nousee yli +35°C Pk- ja Lk-raiteessa ja tarvittaessa jo sitä aikaisemminkin on raiteen vakavuutta heikentävä työ*

²⁸ RATO, 11.3.3, Soratukikerros.

²⁹ RATO-ohje 15, Päällysrakenteen kunnossapito.

keskeytettävä riittävän ajoissa, jolloin on otettava huomioon muun muassa jatkosrakojen avonaisuus, tukikerroksen puutteellisuus ja liikennemäärä. Työn päätyttyä tai sen keskeytyessä on raiteen vakavuus varmistettava.

Päällysrakenteen kunnossapitoa käsittelevässä ohjeessa on käsitelty myös hellekäyrien muodostumisen vaaran huomioimista. Ohjeessa todetaan, että helteiden osalta tulee erityisesti huomioida *kevään ensimmäiset hellekaudet, jolloin nopeat ja suuret lämpötilan vaihtelut aiheuttavat kiskoihin suuria paikallisia puristusjännityksiä.*

Toimenpiteinä erityisen hellekäyrävaaran vallitessa on ohjeessa mainittu hellekäyrän muodostumiselle alttiiden kohtien päivittäinen tarkastaminen. Tarvittaessa tulee rajoittaa liikenteen nopeutta alle 50 km:ssä/h. Lisäksi toimenpiteenä mainitaan kiskojoatkosten toimivuuden varmistaminen, joka on ohjeistettu tehtäväksi seuraavasti: *Sideruuvit on löysättävä niissä jatkoksissa, joissa jatkosraot ovat eniten auki, ja hetken kuluttua jälleen kiristettävä. Jos jatkosraot tällöin pienenevät, em. toimenpide on suoritettava myös muissa jatkoksissa, kunnes jatkosraot eivät enää pienene. Tarvittaessa jatkosraot on tasattava.*

Jos rata on syntynyt hellekäyrä, ohjeistaa päällysrakenteen kunnossapitoa käsittelevä ohje ensin muuttamaan hellekäyrän sopivan säteisiksi kaarteiksi, jolloin liikenne voi ohittaa kohdan rajoitetulla nopeudella. Hellekäyrää voidaan yrittää poistaa myös hyödyntämällä kiskonjatkoksia: *Jos hellekäyrän läheisyydessä esiintyy avoinna olevia jatkosrakoja, voidaan sideruuveja aukaisemalla ja kiskon kiinnityksiä löysäämällä poistaa hellekäyrä, jonka jälkeen sideruuvit ja kiinnitykset jälleen kiristetään. Hellekäyrän lopullinen korjaus ohjeistetaan tekemään vasta, kun kiskon lämpötila on laskenut ja kiskon pituus on palautunut ennalleen. Korjauksessa kiskojoatkosten sideruuvit on löysättävä siirron ajaksi, jonka jälkeen tukikerros on täydennettävä ja tiivistettävä.*

Päällysrakenteen kunnossapito-ohje käsittelee myös kiskojoatkoksia. Ohje korostaa kiskojoatkosten merkitystä osana radan rakennetta. *Kiskojoatkos on raiteen heikoin kohta. Koska jatkos muodostaa epäjatkuvuuskohdan kohdistuu kiskoon jatkoksen kohdalla erityisen suuria sekä pysty- että vaakasuuntaisia rasituksia. Kiskojoatkokset toimivat vain kokonaisuudessaan kunnossa olevana rakenteena. Yhdenkin osa-alueen pettäessä kuormitus kasvaa jatkoksen muissa rakenteissa ja nopeuttaa jatkoksen vaurioitumista. Tämän vuoksi kaikki korjaustoimenpiteet on pyrittävä suorittamaan samanaikaisesti.*

Väyläviraston jatkuvakiskoraiteita ja vaihteita käsittelevässä ratateknisessä ohjeessa³⁰ käsitellään myös hellekäyrää ja sen kehittymistä. Hellekäyrän syntyyn johtava mekanismi on ohjeessa kuvattu seuraavasti: *Hellekäyrää edeltää paikallisesta puristuspaineen kasautumisesta aiheutuva kriittinen siirtymä, joka on suuruudeltaan 2–8 cm ja joka ei johda ilman ulkoista voimaa hellekäyrän syntymiseen. Hellekäyrä syntyy junan ylikulkiessa paikassa, jossa on kriittinen siirtymä, jolloin pyörien edellään työntämä paineaalto kohottaa raidetta vähentäen täten sivuttaista raidevastusta ja nostaa puristusvoiman raiteessa yli kriittisen arvon, jolloin tapahtuu raiteen nurjahtaminen.*

Ohjeessa todetaan, että *hellekäyrään johtava puristuspaineen kasautuminen aiheutuu useimmiten sepelin vajauksesta, ratatöiden aiheuttamasta raidevastusten alenemisestä tai kontrolloimattoman raiteen aseman muutoksen aiheuttamasta väärästä neutraalilämpötilasta.*

Samassa ohjeessa todetaan myös, että *jokaisesta hellekäyrästä ja kriittisestä siirtymästä sekä niiden korjauksesta on tehtävä hellekäyräilmoitus, jonka radan kunnossapitäjä arkistoi ja toimittaa Väylävirastolle.*

³⁰ RATO-ohje 19, Jatkuvakiskoraiteet ja vaihteet.

Väyläviraston radan tarkastusohje³¹ käsittelee muun muassa työn tarkastusta ja hyväksyntää ratatyön valmistumisen jälkeen. Ratatöiden osalta tarkastuksissa sovelletaan standardia EN 13231-1. Ohjeessa todetaan, että *työn vastaanottoon ja virheen korjaukseen liittyvät mittaukset voidaan tehdä raidetta kuormittavalla työkoneella, jossa on standardin EN 13848-1 mukaiset mittavälineet*. Ratatyön päätyttyä ennen radan hyväksyntää liikenteeseen on ohjeen mukaan *radan geometria mitattava radantarkastusvaunulla tai riittävillä mittavälineillä varustetulla työkoneella*. Ohjeessa on lueteltu tarkastukset, jotka työkohteeseen on tehtävä alan asiantuntijan toimesta ennen radan avaamista liikenteelle. Nämä tarkastukset ja mittaukset ovat:

- *Raiteen asento eli raiteen suhteellinen geometria.*
- *Raidelevyden mitta.*
- *Raiteen todellisen aseman vertaaminen suunnittelun kanssa.*
- *Hitsausten mittaukset (kulkupinta ja kulkureuna).*
- *Jatkosrakojen ja jatkosten portaisuuden mitta.*
- *Eristysjatkosten tarkastus.*
- *Pölkkyväli, pölkkyjen tuenta ja kiskonkiinnitysten kireys.*
- *Tukikerroksen poikkileikkaus.*
- *Radan komponenteille aiheutuneet vauriot (kiskot, pölkkyt, kiskonkiinnitykset, kaapelikanavat, kaapelit ja muut laitteet).*
- *Tilaaajan raidemateriaaleille asettamien vaatimusten täyttyminen.*

Edellä lueteltujen mittauksien ohella voidaan ratatyötä koskevissa sopimuksissa ja muissa urakka-asiakirjoissa määritellä vaadittavaksi myös muita mittauksia ja tarkastuksia.

Radan tarkastusohje käsittelee yksityiskohtaisesti erilaisia radalle tehtäviä mittauksia. Esimerkiksi kisko jatkokosten tarkastusmittauksen tarkoituksesta on ohjeessa todettu seuraavasti: *Jatkosrakojen tarkastusmittauksen tavoitteena on varmistaa, että lyhyt- ja pitkäkiskoraiteiden jatkosraot ovat riittävät kiskojen lämpölaajenemisille. Oikean suuruisilla jatkosraoilla estetään hellekäyrien syntyminen, jatkospölkkyjen ennenaikainen rikkoutuminen ja vähennetään sidekiskopulttien sekä reikien murtumista.*

Jatkosrakojen tarkistusmittaus määritellään ohjeessa tehtäväksi tarvittaessa. Ohjeen mukaan *tarve voidaan määrittää esimerkiksi kävelytarkastuksen yhteydessä, jos jatkosrakojen todetaan olevan suuruudeltaan epätasaisia. Erityistä huomiota on lämpimänä aikana kiinnitettävä osuuksiin, joissa jatkosraot ovat pienet tai kiinni.*

Jos kävelytarkastuksessa havaitaan poikkeamia jatkosraoissa, tulee ohjeen mukaan tehdä *jatkosrakojen tarkastusmittaus, jossa verrataan, täyttävätkö jatkosraot niille asetetut raja-arvot*. Raja-arvot on esitetty ohjeen taulukossa 13.4:6. Taulukon mukaan onnettomuusalueella käytössä olleille 49 – 50 m:n kiskonpituuksille pienin sallittu jatkosrako on RLP³² -5 mm ja suurin sallittu rako on RLP +9 mm. Ohjeessa todetaan, että *mikäli vähintään neljä peräkkäistä jatkosrakoa on toleranssialueen ulkopuolella, jatkosraot on korjattava.*

³¹ RATO-ohje 13, Radan tarkastus.

³² RLP = RAMOn osassa 11 "Radan päällysrakenne" mainittu rakolevyn paksuus.

Taulukko 13.4:6 Jatkosrakojen mittauksen raja-arvot.

Kiskopituus L [m]	Jatkosrako [mm]	
	Pienin sallittu	Suurin sallittu
$L \leq 20$	RLP -2	RLP +4
$20 < L \leq 25$	RLP -3	RLP +6
$25 < L \leq 40$	RLP -4	RLP +8
$40 > L$	RLP -5	RLP +9

RLP = RAMOn osassa 11 ”Radan päällysrakenne” mainittu rakolevyn paksuus

Kuva 14. Taulukko kiskoajatosten mittausten raja-arvoista eri kiskonpituuksille. (Lähde: Väylävirasto)

Väyläviraston Radanpidon turvallisuusohjeessa (TURO) ³³ ohjeistetaan ratatöiden turvallisuudesta toteutuksesta. Ohjeen mukaan ratatyö on suunniteltava ennakolta kiinnittäen huomiota erityisesti turvallisuuteen ja riskienhallintaan. Ratatyössä pitää olla mukana ratatyövastaava, jolle rautatiejärjestelmän ratatyön turvallisuuteen vaikuttavat tehtävät kuuluvat. Ratatyövastaava vastaa viestinnästä liikenteenohjauksen ja oman ratatyöalueensa työryhmien ja koneenkuljettajien kanssa. Ratatyö on suunniteltava työvaiheineen siten, että ratatyön turvallisuuteen vaikuttavat asiat ovat ratatyövastaavan hallinnassa myös silloin, kun ratatyöalueella työskentelee useita työryhmiä tai urakoitsijoita. Ratatyövastaavan pitää olla ratatyöalueellaan tai sen läheisyydessä, lukuun ottamatta tietoliikenneyhteyksiin liittyviä muutostöitä. Radan liikennöitävyyden tarkastuspöytäkirjan allekirjoittajana toimii tarkastuksen suorittanut henkilö. Hän toimittaa tarkastuspöytäkirjan ratatyövastaavalle. Ratatyövastaava ilmoittaa liikenteenohjaukselle ratatyön päättymisestä ja mahdollisista liikenteen rajoitteista.

2.8 Muut selvitykset

2.8.1 Radan tukikerroksen ja kiskoajatosten tutkimus

Onnettomuustutkintakeskus tilasi Proxion Oy:ltä teknisen tutkimuksen, jossa selvitettiin Vesangan onnettomuusalueen rataosan tukikerroksen ja kiskoajatosten toimivuutta. Tutkimus toteutettiin 8.11.2021 pistokoeluonteisesti yhteistyössä Proxionin ja paikalla olleiden Otkesin asiantuntijoiden kanssa ratakilometreillä 0361+0793 – 0363+0325. Tutkimuksen yhteydessä raidealuetta tarkastettiin 1530 rd-m.

Tukikerroksen kuntoa arvioitiin tekemällä koekaivukuoppia ratapölkkyjen päihin kolmessa eri kohdassa onnettomuusalueella. Arvioinnissa käytettiin Väyläviraston Ratateknisten ohjeiden ohjearvojen mittoja. Onnettomuusalueen kaivauksissa havaittiin tukikerroksen syvyyden osalta raideseppelin vajavaisuuksia.

³³ Väylävirasto, Radanpidon turvallisuusohjeet, 4.3.2020.



Kuva 15. Koekaivuupiste 1. (Kuva: OTKES)

Koekaivuupisteessä 1. ratakilometrillä 0363+0125. Tukikerroksen paksuus oli vajavainen ja huonolaatuinen. Tukikerroksen paksuus pölkyn alapinnasta oli vain 144 mm. Tutkimuskohdassa tukikerroksen sepeli oli jauhautunut pienirakeiseksi ja siihen oli sekoittunut sora-ainesta.



Kuva 16. Koekaivupiste 2. (Kuva: OTKES)

Koekaivupisteessä 2. Humalamäen tasoristeyksen tuntumassa ratakilometrillä 0362+0656 radan tukikerros oli erittäin vajavainen. Ratapölkkyjen päissä oli noin 200 mm tiivistämätöntä irtosepeliä, joka poistettiin lapiolla kahden ratapölkyn päästä. Tukikerroksen laatu muuttui heti ratapölkkyjen alapinnan jälkeen hienoksi soraksi ja hiekaksi. Kahden pölkyn päästä mitatun sepelikerroksen paksuus pölkkyjen alla oli vain 0–80 mm.

Koekaivupisteessä 3. Ratakilometrillä 0361+0840 tukikerroksen paksuus ja kunto olivat hyvät, mutta tässäkin tutkimuskohdassa hienoainesta oli sekoittuneena sepelikerrokseen.

Suoritettujen pistokoemittausten perusteella onnettomuusalueen radan tukikerros on lujuusominauksiltaan heikentynyt. Tukikerroksen heikot lujuusominaisuudet nostavat rataa junaliikenteestä ja sääolosuhteista johtuvien voimien aiheuttamia turvallisuusriskejä. Tukikerroksessa oli hienoainesta niin runsaasti, että tulevaisuudessa mahdolliset hellekäyrät ja routiminen sekä niiden aiheuttamat geometriamuutokset ovat mahdollisia.

Ratakilometrillä 0361+0793 ja km 0362+0120 avattiin kaksi kiskojohtosliitosta.

Kiskojohtosten avaamisen yhteydessä mitattiin sidekiskon pultinreikien halkaisijat ja reikien sijainnit. Jatkoksien avaaminen kilometrillä 0362+0120 epäonnistui. Kiskon kovan vetojännityksen vuoksi liitoksen sidekiskon keskimmäiset pultit olivat niin kireällä, että pultteja ei saatu irrotettua, eikä kiskojohtosta kokonaan avattua.

Kilometrillä 0361+0793 avatun kiskojohtoksen sidekiskon reikien mitat olivat:

- Vasen kisko. Etäisyys kiskonpäästä 62,4 mm ja 260,7 mm. Reikien halkaisija 34 mm.
- Oikea kisko. Etäisyys kiskonpäästä 69 mm ja 267 mm. Reikien halkaisija 34 mm.

Tutkittavan rataosan kiskoajatusten mittoja ja reikien sijaintia tutkittiin myös yleisemmin. Tutkimus tehtiin mittaamalla kiskoajatusten reikiä, sidekiskon asemaa sekä jatkosrakojen suhteellista paikkaa kiskon päältä. Osassa kiskoajatusliitoksia havaittiin mittapoikkeavuuksia. Kiskoajatus tutkimuksessa havaittiin, etteivät sidekiskoajatus toimi siten kuin niiden pitäisi. Sidekiskoajatus keskimmäisten pulttien kuormitus johtuu pulttireikien mittavirheistä.

Kiskoajatusten kuntoa arvioitiin onnettomuusalueella silmämääräisten havaintojen perusteella ja todettiin, että kiskoajatus oli kesällä urakoitsijan toimesta tehdyn kiskoajatushuollon yhteydessä rasvattu oikeaoppisesti.

Kiskoajatusten jatkosrakomittauksissa kiskoajatusten kuntoa arvioitiin mittaamalla kiskoajatusrakoja kalibroidulla työntömitalla. Mittauksissa havaittiin poikkeavuuksia suhteessa ratateknillisiin ohjearvoihin. Jatkosrakomittauksen tulokset on merkitty alla olevaan mittauspöytäkirjaan.

RATAHALLINTO- KESKUS BÄNFÖRVALTNINGS- CENTRALEN		JATKOSRAKOMITTAUSPÖYTÄKIRJA										Kisko K54		Sivu nro 1						
		362+640 - 363+325										Kiinnitys Skl								
		Rataosa Km väli Raide										Ratapölkky Puupölkky								
8.11.2021		Jatkosraon suuruus mm														Yht.				
Pvm	Jatkosraon ohjearvo ¹⁾	-2 °C																		
	Mittaustulos	o. kiskoajatus	20	9.5	8.5	13	13	9	16	11.5	14.5	19	9.5	12	13.5	15.5	17.5	9	198mm	
		v. kiskoajatus	25.5	15.5	17.5	18.5	19	20.5	18	19.5	14.5	15	19	14.5	21	20.5	14	14.5	287mm	
	Erotus (+ ; -)		5	-5.5	-6.5	-2	-2	-6	1	-3.5	-0.5	4	-5.5	-3	-1.5	0.5	2.5	-6	-29mm	
			10.5	0.5	2.5	5.5	4	5.5	3	4.5	0.5	0	4	0.5	6	5.5	-1	0.5	+49mm	
	Jatkosrako	Keskiarvo kaikki jatkosrakomittaukset.																		
	Mittaustulos	o. kiskoajatus	Oikea kiskoajatus. +3,06mm																	
		v. kiskoajatus	Vasen kiskoajatus. -1,8mm																	
	Erotus (+ ; -)																			
1) Riville merkitään kiskonlämpötilaa vastaava jatkosraon ohjearvo.																				
Poikkeamat jatkosraon ohjearvosta																				
+ liian pieni - liian suuri																				
Oikea kiskoajatus																				
Vasen kiskoajatus																				
Muut huomautukset: (noususuhteet, jarrutusosuudet, vaihteet, ym.)																				

Kuva 17. 8.11.2021 tutkimuksen yhteydessä laadittu jatkosrakomittauspöytäkirja. (Kuva: OTKES)

2.8.2 VR Group tutkinta

Selvityksen mukaan tyhjä puutavarajuna juna TR3381 oli 3.7.2021 matkalla Jyväskylästä Alavudelle. Alueella sallittu nopeus oli 80 km/h. Ohitettuaan Vesangan liikennepaikan junan vauhti oli yllättäen hidastunut Humalamäen tasoristeyksen jälkeen. Junan nopeus ennen vauhdin hidastumista oli 72 km/h. Kuljettaja pysäytti junan ja käveli tarkastamaan tilanteen. Junan viimeiset kuusi vaunua olivat suistuneet kiskoilta ja kulkeneet pölkkyjen päällä noin 500 metriä. Veturinkuljettaja huomasi, että suistumiskohdassa raiteisiin oli ilmestynyt mutka, jota siinä ei ollut vielä veturin ylitettyä paikan.

Johtopäätösten mukaan veturinkuljettajan toiminnassa ei ollut puutteita, tilanne oli täysin ennalta arvaamaton. Välitön syytekijä tapahtumaan oli raiteen pettäminen ja vääntyminen junan alla. Mahdollistavana tekijänä tapahtumalle oli pitkäkestoinen hellekausi.

2.8.3 Norjan turvallisuustutkintaviranomaisen tutkinta tavarajunan suistumisesta 25.6.2020

Tavarajuna suistui torstaina 25. kesäkuuta 2020 Flå:ssa Bergenin radalla. Onnettomuusalueella oli käynnissä ratatyöt ja samaan aikaan ulkolämpötila oli ollut korkea jo useiden päivien ajan. Korkea ulkolämpötila yhdessä ratatöiden kanssa aiheutti raiteen epävakauden ja edelleen junan suistumisen. Tutkinnan yhteydessä kävi ilmi, että annettuja määräyksiä tulkitaan eri tavalla ja kiskon vääntyilemiseen liittyviä ohjeita ei ole määritelty riittävän tarkasti.

Onnettomuutta edeltäneiden seitsemän vuoden aikana Norjan turvallisuustutkintaviranomainen (NSIA) oli tutkinut neljä samankaltaista suistumisonnettomuutta. Näiden neljän tutkinnan johdosta oli annettu viisi turvallisuutta parantavaa suositusta. Tutkittuja onnettomuuksia yhdistivät seuraavat seikat: ratatöiden suorittaminen, teknisiä määräyksiä ei noudatettu, ratatöiden riittämätön tarkastustoiminta, kiskon vääntyilemisen riskiä ei tunnistettu sekä haasteellinen rajapinta päivittäisen operoinnin ja ratatöiden välillä. NSIA totesi, että aiemmista vastaavista suistumisonnettomuuksista ei ollut otettu opiksi.

Määräyksen mukaan Norjassa ei saa tehdä tämän kaltaisia ratatöitä, jos kiskon lämpötila ylittää 30°C. Määräyksiä on kuitenkin tulkittu siten, että tämä koskee vain juuri työnsuorittamishetkeä eikä vuorokauden aikana vallitsevaa lämpötilaa. Tutkinnan perusteella NSIA suositteli Norjan rautatieviranomaista pyytämään rataverkosta vastaavaa tahoa selventämään ja varmistamaan, että tekniset määräykset tulkitaan lämpötilavaatimusten osalta oikein.

2.8.4 Onnettomuustutkintakeskuksen aiemmat tutkinnat

Onnettomuustutkintakeskus on aiemmin tutkinut 12 vastaavan tyyppistä suistumista eli tilanteita, joissa rautatiekalustoa on suistunut kiskoilta hellekäyrän radan kunnon tai ratatöiden seurauksena:

Tutkinnassa C4/2007 R tutkittiin puutavarajunan kahdeksan vaunun suistumista kiskoilta Saarijärven-Äänekosken välisellä rataosuudella tiistaina 3.7.2007.

Suistuneista kahdeksasta vaunusta neljä vaurioitui pahasti ja neljä lievemmin. Rataa vaurioitui noin 170 metrin matkalta. Syyinä suistumiseen oli huonokuntoinen rata sekä radan kunto huomioon ottaen liian suuri nopeus raskaalla tavarajunalla. Junan 16.–23. vaunut suistuivat kiskoilta. Vaunun tullessa radan ehkä heikoimpaan kohtaan antoi kaarteen ulkokisko periksi. Kiskojen etäisyys toisistaan kasvoi niin suureksi, että vaunun pyöräkerta pääsi putoamaan kiskojen väliin. Suistumispaikalla oli tehty radan tukemista. Tukemisesta ja tukemisen seurauksena pienistä radan oikaisuista ja sivuttaissiirroista johtuen radan vakaus oli häiriintynyt.

Onnettomuustutkintakeskus antoi tapaukseen liittyen yhden uuden turvallisuussuosituksen. *S242 Rataosan huonokuntoiset kaarteet tulee kartoittaa ja asettaa niihin 16–20 tonnin akselipainolle nopeusrajoitus enintään 20 km/h, kunnes kyseessä olevat kaarteet on kunnostettu. [C4/2007R/S242].* Suositus on ilmoitettu toteutetuksi toisin, lisähuomautuksella *kaarteet kunnostettu.*

Tutkinnassa C5/2007 R tutkittiin tavarajunan veturin suistumista Talviaisissa 15.7.2007. Talviaisten liikennepaikalla tavarajunan kahdesta veturista toinen suistui kiskoilta kaarrevaihteen jälkeen 15.7.2007. Suistunut veturi vaurioitui lievästi. Suistumisen syynä oli raiteen kierous ja siitä aiheutuneet kulkuongelmat. Taustatekijänä raiteen rakentamiselle kyseiseen asemaan olivat puutteet urakan suunnittelussa ja toteuttamisessa. Missään rakentamisprojektin vaiheessa ei tunnistettu kaikkia raiteen poikkeavan geometrian tuomia erityispiirteitä. Geometria oli jo ennestään suunniteltu kyseenalaisesti, mutta tähän ei puututtu tehtäessä uusia suunnitelmia. Suunnitelmia tehtäessä ei havaittu, että kaarrevaihteessa olevan kallistuksen tasaamiselle ei ole riittävästi tilaa. Tutkinnan perusteella Onnettomuustutkintakeskus antoi suosituksen S249 *Vaativissa päällysrakenneurakoissa tulisi ennen raiteen liikenteelle luovuttamista tehdä kuormitetun raiteen geometrian mittaus, jota voidaan verrata laatuvaatimusten raja-arvoihin. [C5/07R/S249].* Suositus on ilmoitettu toteutetuksi. Kaikilla urakoitsijoilla ei kuitenkaan ole tähän mittaukseen tarvittavia laitteita.

Tutkinnassa C3/2006R tutkittiin viiden tavaravaunun suistumista kiskoilta Tuupovaaran ja Heinäveden välillä 13.7.2006. Tuupovaarasta Joensuuhun matkalla ollut tavarajuna suistui raiteilta noin 10 kilometriä Tuupovaarasta Joensuun suuntaan 13.7.2006. Junan lastina oli raakapuuta. Onnettomuus ei aiheuttanut henkilövahinkoja. Rataa rikkoutui 100 metrin matkalta ja viisi lievästi vaurioitunutta vaunua romutettiin. Onnettomuuden syy oli rataa lämpöjännityksestä muodostunut hellekäyrä. Hellekäyrän muodostuminen oli mahdollista, koska radan soratukikerroksesta, puisista ratapölkkyistä ja kevyistä kiskoista koostuva ratarakenne, on heikko. Hellekäyrä on purkautunut junan alla ja suistanut junan viisi viimeistä vaunua. Onnettomuuspaikalla suoritettujen tuentatyö on myös vaikuttaneet radan vakautta heikentävästi. Tutkinnassa ei annettu uusia turvallisuussuosituksia.

Tutkinnassa B1/2005 R tutkittiin matkustajajunan vaunun suistumista kiskoilta Saakosken ja Jämsänkosken välillä 30.3.2005. Matkustajajunan 802 teli suistui kiskoilta kiskonkatkeamassa. Junassa oli noin 50 matkustajaa. Onnettomuudessa ei loukkaantunut junan matkustajia eikä henkilökuntaa. Onnettomuudesta aiheutuneet kokonaiskustannukset olivat 127 600 €. Onnettomuuden välittömänä syynä oli hetkeä aiemmin katkenneen kiskon murtuminen junan vaunujen alla. Kiskon murtuminen johtui todennäköisesti siihen poratun reiän viimeistelemättömyyden ja kiskoteräksen paikallisten ominaisuuksien yhteisvaikutuksesta. Murtumista todennäköisesti edesauttoi kiskossa ollut suuri jännitystila. Tutkinnassa annettiin kolme suositusta, joista suositus S210 käsitteli radassa havaitun poikkeaman ilmoittamista ja siitä aiheutuvaa nopeusrajoitusta *Liikenteenohjaajan käsikirjassa oleva ohje 50 km/h nopeusrajoituksen asettamisesta silloin, kun veturinkuljettaja havaitsee heiton tai kuulee kolahduksen, tulisi lisätä määräkseksi myös junaturvallisuussääntöön. [B1/05R/S210].* Suositus on toteutettu.

Tutkinnassa C7/2003 R tutkittiin neljäntoista venäläisen tavaravaunun suistumista Hammaslahden ja Tikkanen välillä 16.7.2003. Onnettomuudessa Uimaharjulta Niiralaan matkalla olleen tavarajunan 14 vaunua suistui kiskoilta. Suistuneet vaunut sijaitsivat junan keskellä. Ensimmäinen suistunut vaunu oli 24. veturista lukien. Onnettomuuden tapahtuessa junalla oli nopeutta 73 km/h. Onnettomuudesta ei aiheutunut henkilövahinkoja. Onnettomuudessa vaurioitui 13 venäläistä puutavarankuljetusvaunua, 10 sähköratapylvästä ja rataa noin 400 metriä. Lisäksi onnettomuuskohtassa olleen peltotien tasoristeyksen puinen lankutus tuhoutui kokonaan. Onnettomuudesta aiheutuneet kokonaiskustannukset olivat noin 400 000 euroa. Onnettomuuden välittömänä syynä oli rataa helteiden vuoksi syntynyt suuri jännitys ja sitä seurannut hellekäyrä. Yksittäistä teknistä syytä siihen, miksi radan rakenteet eivät kyenneet kestämaan syntynyttä kuormitusta, ei ole tutkinnassa pystytty osoittamaan. Jännityksen purkautumiseen hellekäyräksi on vaikuttanut Hammaslahden ja Tikkanen välisen

radan korkea ikä sekä osittain puutteellinen kunto. Rata sijaitsee pehmeän suomaaston päällä ja sen kunnossapito on ollut työlästä. Henkilökunta ehti tässä tapauksessa havaitsemaan hellekäyrää edeltäneen siirtymän. Kuljettajien ja kauko-ohjaajan sinänsä asianmukaisesta toiminnasta huolimatta siihen ei onnistuttu reagoimaan oikealla tavalla. Tutkinnan perusteella Onnettomuustutkintakeskus antoi suositukset *Ratavälin Hammaslahti – Tikkala kuntoa tulisi parantaa tekemällä perusparannus tai uusi ratalinjaus. [C7/03R/S189]* ja *Ratateknisistä vioista ilmoittaessa tulisi käyttää mahdollisimman tarkkaa terminologiaa ja henkilökunnan olisi tunnettava määräyksissä käytettävät termit. [C7/03R/S190]*. Annetut suositukset ovat toteutettu.

Tutkinnassa C9/2003 R tutkittiin yhdeksän puutavaralastissa olleen tavaravaunun suistumista Rantasalmella 31.7.2003. Tavarajunan yhdeksän vaunua suistui kiskoilta. Onnettomuudessa vaurioitui yhdeksän suistunutta vaunua sekä rataa noin 200 metrin matkalta. Onnettomuuden välittömänä syynä oli rataa muodostunut hellekäyrä, joka aiheutti vaunujen suistumisen kiskoilta. Hellekäyrän syntymiseen vaikuttivat kiskon korkea lämpötila, kiskon kiinnityksen ja pölkytyksen huono kunto sekä jatkoskohtien siirtyminen. Näiden lisäksi onnettomuuspaikalla tehty pölkyjen vaihto ja kesken ollut tukemistyö heikensivät rataa. Tutkinnan perusteella vastaavanlaisten onnettomuuksien välttämiseksi Onnettomuustutkintakeskus toisti 31.5.2002 Huutokoskella tapahtuneen onnettomuuden yhteydessä antamansa suosituksen *Rata tulisi korjata välittömästi ja vialliset vanhat ratapölkyt vaihtaa uusiin. Naulakiinnityksen vaihtamista ruuvikiinnitykseksi, kiskojen vaihtamista vahvempiin sekä tukikerroksena olevan soran vaihtamista raidesepeleihin tulisi harkita [C5/02R/S181]*. Suosituksen toteutus on kesken.

Tutkinnassa C5/2002 R tutkittiin kolmen puutavaravaunun suistumista kiskoilta Huutokoskella 31.5.2002. Savonlinnasta Pieksämäelle matkalla olleen tavarajunan kolme koivupuuta kuljettanutta vaunua suistui kiskoilta. Junan kaksi vaunua kaatui. Rataa rikkoontui noin 180 metrin matkalta. Onnettomuudesta aiheutui rata- ja kalustovaurioita, jotka olivat kokonaiskustannuksiltaan noin 21 000 €. Syynä suistumiseen oli lyhytkiskorakenteisen raiteen kiskojen siirtyminen paikoiltaan raskaasti kuormattujen vaunujen heilahdusliikkeen vuoksi. Heilahdusliike johtui raiteessa olleista painumista. Raiteen vaurioitumiseen vaikuttivat myös kevytrakenteinen naulakiinnitteisillä K30-kiskoilla varustettu raide, kiskojen lämpölaajenemisesta aiheutunut puristusjännitys ja osin huonokuntoiset ratapölkyt. Vastaavanlaisten onnettomuuksien välttämiseksi Onnettomuustutkintakeskus toisti tutkintaselostuksessa C 14/1996 R esitetyn suosituksen: *Rata tulisi korjata välittömästi ja vialliset vanhat ratapölkyt vaihtaa uusiin. Naulakiinnityksen vaihtamista ruuvikiinnitykseksi sekä kiskojen vaihtamista vahvempiin tulisi harkita, sekä täydensi sitä esittämällä harkittavaksi tukikerroksena käytetyn soran vaihtamista raidesepeleihin.* Suositus on toteutettu.

Tutkinnassa C3/2000 R tutkittiin tavaravaunujen suistumista kiskoilta Siilinjärvellä 20.5.2000. Pieksämäeltä Iisalmeen matkalla olleen tavarajunan viisi vaunua suistui kiskoilta Siilinjärvellä lauantaina 20.5.2000. Rataa onnettomuudessa rikkoutui 83 metrin matkalta ja suistuneet viisi vaunua saivat vain vähäisiä vaurioita alustan sekä päädyn rakenteisiin. Suistuminen aiheutti vastaantulevalle matkustajajunalle 37 minuutin myöhästymisen. Onnettomuus ei haitannut merkittävästi muuta junaliikennettä. Raiteella oli aloitettu valmistelevat ratatyöt. Syynä suistumiseen oli kiskonkiinnitysten harventamisen, kiskon lämpenemisestä johtuneen puristusjännityksen ja kuormassa olleen junan aiheuttaman kuormituksen aikaansaama kiskonkiinnityksen peittäminen ja kiskojen siirtyminen ulkokaarteeseen päin. Oli kevään siihen mennessä lämpimin päivä. Ilman lämpötila oli noin +20 °C ja kiskon lämpötila noin +40 °C.

Tutkinnan perusteella Onnettomuustutkintakeskus antoi suosituksen *Päällysrakenteen vaihtoa ym. suurempaa ratatyötä ennen tehtäville valmisteleville töille tulisi laatia tarkat työohjeet ja turvallisuuskriteerit [C3/2000R/S150]*. Suositus on toteutettu.

Tutkinnassa C4/2000 R tutkittiin viiden puutavaravaunun suistumista Saaren liikennepaikalla 29.6.2000. Koivuraakapuuta kuljettanut juna oli tullut Imatralta Saarelle, jossa 28:n tyhjän vaunun perään kytkettiin 13 kuormattua vaunua. Tyhjien vaunujen määräasema oli Kitee ja kuormattujen Äänekoski. Kun kulkutie Saaren raiteelta 3 pohjoisen suuntaan oli turvattu ja opastin vaihtunut näyttämään ajon sallivaa opastetta, veturinkuljettaja lähti kiihdyttämään. Kiihdytettyään junan nopeuden 29 km:iin/h veturinkuljettaja huomasi yllättäen junan jarrujohdon paineen laskevan ja junan pysähtyvän. Jarrujohdon paine laski, koska jarrujohto katkesi viiden kuormatun vaunun suistuessa raiteilta ennen vaihdetta V6 olevassa kaarteessa. Kolmen suistuneen vaunun telit kulkivat syvällä raidesepeleissä ja vaunut jäivät kallistuneina rikkoutuneen radan päälle. Kahdesta muusta suistuneesta vaunusta toinen pää jäi kiskoille. Raiteita 2, 3 ja 4 jouduttiin onnettomuuden jälkeen uusimaan yhteensä noin 40 metrin matkalta. Ratapihan pohjoispään vaihte V6 rikkoutui täysin ja vaihteesta 4 rikkoutui risteuselementti. Lisäksi suistuneiden vaunujen telit, pyöräkerrat ja päädyt kärsivät lieviä vaurioita. Onnettomuudesta aiheutuneet kustannukset olivat yli 150 000 markkaa.

Onnettomuuden syy oli se, että Saaren ratapihan lyhytkiskorakenteisen raiteen 3 kiskot siirtyivät ja kallistuivat kuormattujen vaunujen alla. Raiteen vaurioitumiseen vaikuttivat erittäin kuuma sää, kevytrakenteinen naulakiinnitteisillä K30-kiskoilla varustettu raide sekä vanhat ja huonokuntoiset ratapölkkyt. Tutkinnan perusteella Onnettomuustutkintakeskus antoi suosituksen *Kaikille rataluokan A sivuraiteille tulisi määrätä suurimmaksi sallituksi nopeudeksi 20 km/h, jos kyseisen rataluokan suurin sallittu akselipaino 16 tonnia ylittyy [C4/00R/S149]*. Suositus on toteutettu liikennepaikkakohtaisesti.

Tutkinnassa C23/1997 R tutkittiin tavaravaunujen suistumista kiskoilta Kemissä 9.6.1997. Täydessä puutavaralastissa olleen 30-vaunuisen tavarajunan seitsemän viimeistä vaunua suistui kiskoilla Lautiosaaren kaarteessa Laurilan ja Kemin välillä. Suistuneet, kiskojen sivussa kulkeneet vaunut rikkoivat rataa noin 350 metrin matkalta. Myös osaan vaunuista tuli huomattavia vaurioita. Onnettomuus katkaisi junaliikenteen Kemin ja Laurilan väliltä noin vuorokaudeksi. Matkustajaliikenteeseen aiheutui myöhästymistä, mutta junavuoroja ei peruttu. Liikenne onnettomuuspaikan ohi hoidettiin linja-autoilla. Onnettomuuden syy oli raiteen taipuminen junan alla. Taipuminen tapahtui kiskon lämpötilan nopean kohoamisen, junan painon ja puutteellisen sepelöinnin yhteisvaikutuksesta. Tutkinnan perusteella Onnettomuustutkintakeskus esitti, että VR-Yhtymä Oy:n ja Ratahallintokeskuksen tietoon saatettaisiin suositus *Aikana, jolloin suuret lämpötilan vaihtelut ovat mahdollisia, tulisi aina tukemisen ja pölkkyjen vaihtamisen jälkeen tarkistaa ja täydentää sepelöinti. Keskeneräiselle rakenteelle ei tule sallia junaliikennettä [C23/97R/S60]*. Suositus on toteutettu.

Tutkinnassa B1 ja B2/1996 R tutkittiin tavarajunien suistumisia Nokiolla 9.6. ja Pieksämäellä 10.6.1996. Kahden paperilastissa olleen junan tavaravaunuja suistui raiteilta. Nokian ratapihalla raiteilta suistui kolme vaunua, jolloin niiden paperilasti putosi rata-alueelle. Pieksämäen lähellä välillä Siikamäki - Huutokoski suistuneita vaunuja oli seitsemän. Yhden vaunun lasti kaatui. Molemmissa onnettomuuksissa vaunujen ja lastin lisäksi rata vaurioitui useiden satojen metrien matkalta. Onnettomuuksien taloudelliset menetykset olivat yhteensä noin 2 Mmk. Onnettomuuspaikoilla oli käynnissä radan päällysrakennetyö, jossa ratapölkkyt vaihdettiin ja radan tukikerros uusittiin. Radan tuentatyöt olivat suistumisten aikaan kesken.

Molemmissa tapauksissa junat jatkoivat kulkuaan satoja metrejä onnettomuuden tapahtumisen jälkeen veturinkuljettajien havaitsematta tilannetta.

Onnettomuudet tapahtuivat pääasiassa seuraavien syiden vuoksi:

- Nokiolla uusimistyö oli ratapölkkyjen tukemista lukuun ottamatta valmis. Kiskot antoivat epätasaisesti myöten kuormituksen alla, koska rakennetta ei ollut lainkaan tuettu.
- Pieksämäellä uuden ja vanhan radan päällysrakenteen liittymäkohta oli puutteellisesti tuettu ja epätasaisesti joustava. Korkeuspoikkeama oli kolminkertainen työselityksen arvoihin verrattuna. Tällöin siirtymäalueen pituus oli nopeuteen nähden liian lyhyt.

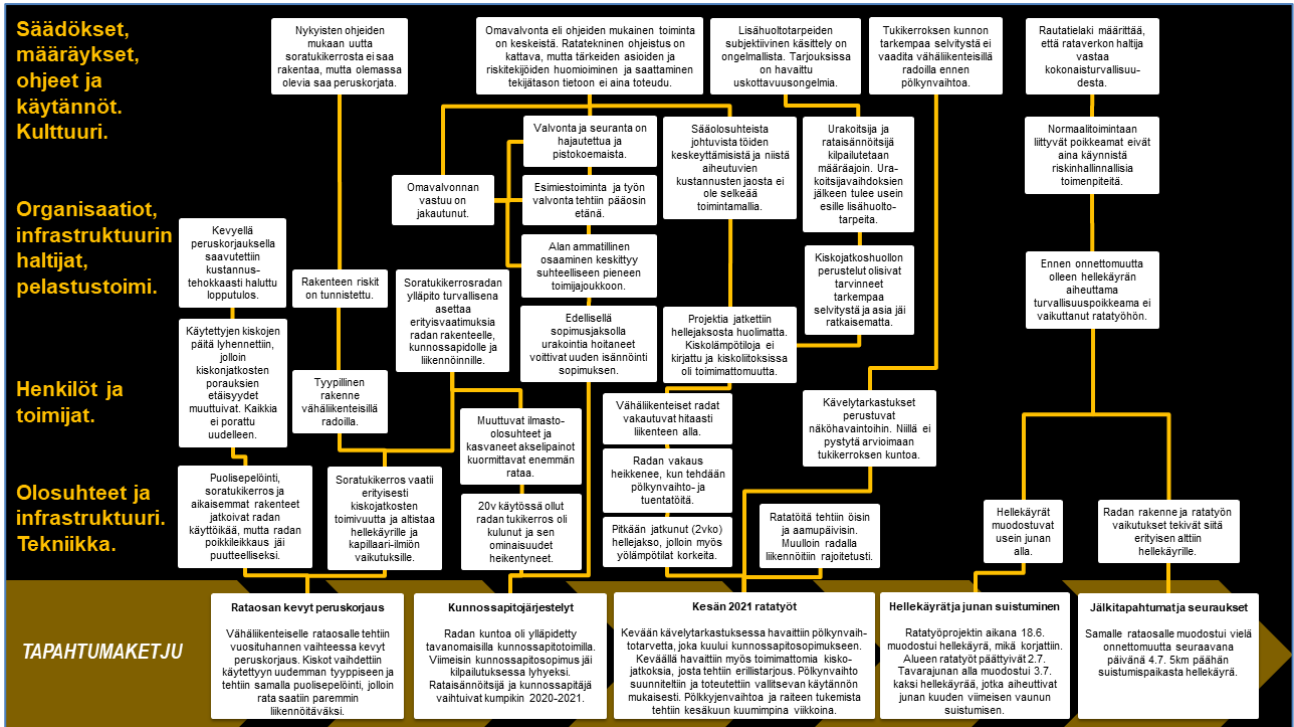
Kummassakin tapauksessa junan nopeus oli säännösten mukainen, mutta radan tuentaan nähden liian suuri. Liikenne sallittiin siis tosiasiallisesti riittämättömin perustein.

Tutkinnassa annettiin useita suosituksia vastaavien tapausten estämiseksi:

- Suositus S35 *Urakoitsijalle olisi varattava mahdollisuus entistä pidempiin työkokonaisuuksiin.* Suositus on toteutettu.
- S36 *Junaliikenne voidaan sallia ratatyömailla pääsääntöisesti vain radan mittauksen perusteella. Työselityksissä on oltava nykyistä täydellisemmät laatuvaatimukset. Toimijoiden olisi kehitettävä laatukäsikirja ratojen perusparantamisesta. Lopullisen ja tilapäisen työn vastaanottoon on sisällytettävä muodonmuutosmittauksia (kuormitusjäykkyys). Hyväksyntämenettelyä on uusittava ja kehitettävä. Vastuut on selkiytettävä ja kirjattava työkohtaisiin sopimuksiin ja työselityksiin.* Suositus on toteutettu.
- S37 *Junien nopeudet ratatyömailla on tarkistettava ja määriteltävä nopeuksien perusteet.* Suositus on toteutettu.
- S38 *Tulee selvittää raskaiden ja painopisteeltään korkeiden kuljetusten kuorman sidontatarpeita ja -mahdollisuuksia.* Suosituksen perusteella on selvitetty asiaa ja todettu nykyisten sidontojen riittävän.
- S39 *On kehitettävä veturinkuljettajan mahdollisuutta havaita vaunun suistuminen kiskoilta.* Suositusta ei ole toteutettu, koska asiaan ei ole löydetty teknistä ratkaisua.
- S40 *On kehitettävä poikkeavista havainnoista tiedottamista junankuljettajalta operatiiviselle organisaatiolle.* Suositus on toteutettu
- S41 *Vetureihin olisi kehitettävä radan kunnan automaattimittaus.* Suositusta ei ole toteutettu, koska asiaan ei ole löydetty teknistä ratkaisua.
- S42 *Siirtymärakennetta tulee kehittää.* Suositus on toteutettu laatimalla uudet piirustukset siirtymärakenteesta.

3 ANALYYSI

Tapahtuman analysoinnissa on käytetty Onnettomuustutkintakeskuksen edelleen kehittämää Accimap³⁴-menetelmää. Analyysitekstin jäsentely perustuu tutkinnassa laadittuun Accimap-kaavioon. Onnettomuus kuvataan kaavion alaosassa tapahtumaketjuna. Tapahtumaketjun taustalta paljastuvia tekijöitä puretaan kaaviossa eri analyysitasoilla.



Kuva 18. Tutkinnan R2021-02 ACCIMAP-analyytikaavio. (Kuva: OTKES)

3.1 Tapahtuman analysointi

3.1.1 Rataosan kevyt peruskorjaus

Vähäliikenteiselle rataosalle 1503 tehtiin vuosina 1997–2002 kevyehkö peruskorjaus. Radan soratukikerrosta täydennettiin niin sanotulla puolisepelöinnillä. Kiskojen tilalle vaihdettiin muualta rataverkosta poistetut raskaammat ratakiskot. Osa uudelleen asennetuista kiskoista lyhennettiin tässä yhteydessä. Lyhennettyjen kiskojen poraukset jouduttiin tekemään uudelleen, jolloin kisko jatkokosten porausmitoitukset jäivät osittain epätarkoiksi.

Soratukikerroksen päälle tehty puolisepelöinti ja kiskojen vaihtaminen jatkoivat radan käyttöikä, mutta radan poikkileikkaus jäi profiililtaan edelleen liian kapeaksi. Vanhan soratukikerroksen päälle lisätty vajaa sepelikerros antoi radalle nykymääräysten mukaista sepelitulukikerrosta heikomman perustan. Huonosti toimivat kisko jatkokset, kapea ja löysempi radan tukirakenne sekä betonipölkkyjä kevyemmät puiset ratapölkkyt muodostivat kokonaisuuden, mikä oli alttiimpi junaliikenteen kuormituksille ja luonnon voimille. Pitkät hellejaksot ja toisaalta kovat pakkaset asettavat erityisiä vaatimuksia kisko jatkokosten täsmälliselle rakenteelle, jotta liitokset joustavat maksimaalisesti. Kosteudesta johtuva kapillaari-ilmiö, routiminen sekä lämpimien säiden aiheuttama kiskojen lämpölaajeneminen

³⁴ Rasmussen, J. & Svedung, I. (2000) *Proactive Risk Management in a Dynamic Society*. Karlstad, Sweden: Swedish Rescue Services Agency.

kuormittivat erityisesti kiskoatkoksia. Kiskoatkosten kunnon ylläpito vaatii radan kunnossapidosta vastaavilta jatkuvaa tarkkailua ja säännöllistä huoltamista kiskoatkosten toimivuuden varmistamiseksi.

Suomen vähäliikenteisillä rataosuuksilla edelleen käytössä olevan soratukikerroksen riskit kuormituksen kestävyydelle on tunnustettu. Nykyisten ratateknisten ohjeiden mukaan uutta soratukikerrosta ei saa rakentaa, mutta olemassa olevaa rataa voidaan parantaa vaatimukset täyttävällä raidesoralla tai -sepelillä. Soratukikerrokseen perustuvien rataosuuksien normaaleilla kunnossapitotoimilla ei pystytä poistamaan löysemmäksi ja kapeammaksi jätetyn tukikerroksen aiheuttamaa kohonnutta riskiä raideturvallisuudelle.

3.1.2 Kunnossapitojärjestelyt

Soratukikerroksen ylläpito turvallisena asettaa erityisvaatimuksia radan rakenteen toimivuudelle, kunnossapidolle ja liikennöinnille. Rataosalla yli 20-vuotta käytössä ollut vajaa tukikerros oli kulunut ja sen ominaisuudet heikentyneet. Radan päällysrakenteen sepeli oli ajan saatossa osittain murentunut raideliikenteen alla ja sekoittunut soratukikerroksen hienorakeisempaan ainekseen. Muuttuvat ilmasto-olosuhteet ja kasvaneet akselipainot kuormittivat entistä enemmän rataa. Radan kuntoa ylläpidettiin tavanomaisilla kunnossapitotoimilla.

Pölkynvaihtotyöt suunniteltiin ja toteutettiin vallitsevan käytännön mukaisesti. Pölkynvaihtoprojektia varten rataosalle tehtiin keväällä 2021 silmämääräisiä kävelytarkastuksia, joiden perusteella vaihdettavien ratapölkkyjen määrät ja tukikerroksen täydennyssepinen tarve määriteltiin. Ratatöiden suunnittelua ja toteutusta valmistelevat kävelytarkastukset perustuivat näköhavaintoihin, eikä niiden perusteella pystytty riittävästi arvioimaan radan tukikerroksen kuntoa. Rataosan tukikerroksen kunnon tarkempaa selvitystä ennen pölkynvaihtoprojektin aloitusta ei tehty eikä sitä ratateknisissä ohjeissa vaadita.

Radan vakaus heikkeni, kun rataosalla tehtiin pölkynvaihto- ja tuentatöitä, joiden yhteydessä radan päälly- ja tukirakennetta jouduttiin käsittelemään ja möyhimään. Ratatöiden jälkeen ratatyöalueen työn laatu ja ratalinjan kunto tarkastettiin ohjeiden mukaan silmämääräisesti päällysrakennepätevän rata-asentajan ja ratatyövastaavan yhteistyössä tekemän kävelytarkastuksen yhteydessä. Tarkastuksen jälkeen rata luovutettiin liikenteelle alennetulla 50 km/h nopeudella. Liikenteelle luovutus rataosan normaalille 80–100 km/h nopeudelle tehtiin tuennan jälkeen. Ratatöiden jälkeen radan vakautuminen lopulliseen tilaansa oli tarkoitus tapahtua junaliikenteen alla. Rataosuus on vähäliikenteinen, minkä vuoksi sen vakautuminen tapahtuu hitaasti.

Keväällä 2021 tehdyissä kävelytarkastuksissa tuli esille myös toimimattomia kiskoatkoksia ja ilmeinen kiskoatkosten huoltotarve. Radan tukirakenteen heikentyneiden lujusominaisuuksien vuoksi kiskoatkoksien toiminta esimerkiksi helleolosuhteissa oli erityisen tärkeää. Kunnossapitourakoitsija esitti havainnot Väyläviraston ja urakoitsijan puutepalaverissa 25.2.2021. Huhti-toukokuulla 2021 tehdyssä tarkastuksessa toimimattomia kiskoatkoksia tuli edelleen esille. Kunnossapitourakoitsija teki 24.6.2021 Väylävirastolle erillisen työtarjouksen rataosan kiskoatkosten huoltamisesta.

Kunnossapitourakoitsijat kilpailutetaan viiden vuoden välein, ja urakoitsijan vaihtumisen yhteydessä oli havaittu usein lisähuoltotarpeita. Väylävirastossa lisähuoltotarpeiden esittäminen nähtiin sopimuskauden vaihtumisen yhteydessä urakoitsijan puolelta subjektiivisena, koska toisinaan niihin oli liittynyt uskottavuusongelmia. Huoltotarjous jätettiin Väylävirastossa perusteellisempien tarveselvitysten puuttuessa pöydälle.

3.1.3 Kesän 2021 ratatyöt

Kesäkuun alussa rataosalla alkanut pölkynvaihtoprojekti jatkui kuukauden puolivälissä alkaneesta hellejaksosta huolimatta normaalisti. Hellejakso jatkui lähes yhtäjaksoisesti suistumisonnettomuuteen 3.7.2021 saakka. Tänä aikana myös yölämpötilat pysyivät korkeina.

Pölkynvaihtoprojektin ratatöitä tehtiin junaliikenteen ehdoilla. Työt aloitettiin aamuviideltä ja päätettiin puolenpäivän aikaan, koska päivisin radalla oli henkilö- ja tavarajunaliikennettä. Töiden aikana kiskolämpötiloja mitattiin ohjeiden mukaisesti, mutta lämpötiloja ei kirjattu ylös. Väyläviraston ratatekniset ohjeet, kunnossapitourakoitsijan omavalvonta, työohjeet tai turvallisuussuunnitelma eivät edellyttäneet kiskolämpötilojen kirjaamista muistiin ratatöiden aikana. Tästä syystä esimiehillä ei ollut dokumentteihin perustuvaa mahdollisuutta arvioida ratatöiden aikaisten kiskolämpötilojen kehittymisen vaikutusta raideliikenteen turvallisuusriskeihin.

Työmaan esimiestoimintaan ja valvontaan vaikutti Väyläviraston painottama omavalvonta. Väylävirasto määrittelee omavalvonnan viraston itsensä omaan toimintaan kohdistuvana valvontana sekä viraston palveluntuottajien toimintaan kohdistuvana valvontana. Omavalvonnassa keskeinen painopiste vuonna 2021 on ollut ohjeiden mukainen toiminta läpi koko ketjun.

Omavalvonnan toteutuksessa keskeistä on Väyläviraston näkemys, minkä mukaan rataisännöitsijä ja kunnossapitäjä eli urakoitsija ovat oman alansa ammattilaisia ja asiantuntijoita. Väylävirastolle on kertynyt edeltävien vuosien pohjalta aikaisempaa kokemusta sekä rataisännöitsijän että kunnossapitäjän osaamisista, koska Suomessa yhtiöittämisistä ja kilpailutuksesta huolimatta alan ammatillinen osaaminen keskittyy pieneen toimija- ja organisaatiojoukkoon. Esimerkiksi vuoden 2021 rataisännöintisopimuksen voitti Dexit Oy, jonka avainhenkilöt olivat aiemmin työskennelleet edeltävän sopimusjakson kunnossapitourakoitsijalla. Vastaavasti, vuoden 2021 uudelleenkilpailutuksen voittanut kunnossapitäjä Destia Rail Oy toimi samassa roolissa myös edeltävällä sopimusjaksolla.

Koska Väylävirastossa nähdään sekä rataisännöitsijä että kunnossapitourakoitsija alansa tunnettuina ja osaavina asiantuntijoina, painottaa virasto näiden organisaatioiden omavalvonnassa yleisesti tunnettua asiantuntijaorganisaatiomallia. Keskeistä tässä organisaatiomallissa on rajoitettu esimiesvalvonta ja asiantuntijoiden itsensä hyvin pitkälle määrittelemät ja valvomat työkäytännöt ja -prosessit.

Tämän seurauksena kesän 2021 pölkynvaihtoprojektissa omavalvonnan eli ohjeiden mukaisen toiminnan valvonta ja vastuu jakautuivat kolmen keskeisimmän organisaation välille. Väylävirasto valvoi pölkynvaihtoprojektia rataisännöitsijän eli Dexit Oy:n toimittamien valvontaraporttien pohjalta. Virasto oli ulkoistanut kunnossapitourakoinnin valvonnan rataisännöinnin asiantuntijalle eli Dexit Oy:lle. Dexit Oy puolestaan valvoi pölkynvaihtoprojektin työmaata ja urakoinnin asiantuntijaa NRC Groupia pistokokein. Vastaavasti, NRC Groupin esimiestoiminta ja valvonta projektityömaalla tehtiin pääosin etätyöskentelyä.

Omavalvonnan käytännön toteutuksen tavat eli valvontaraportit, pistokokeet, sekä työmaan esimiestoiminta etätyönä vahvistivat entisestään kesän 2021 pölkynvaihtoprojektin asiantuntijaorganisaatiomaista toimintatapaa. Näin ollen projektin työmaahenkilöstöllä oli mahdollisuus työskennellä hyvin itsenäisesti omien työkäytäntöjensä ja -prosessien mukaisesti pölkynvaihtotöiden aikana.

Asiantuntijaorganisaatiomallin ja -toimintatavan, valvontavastuiden jakautumisen sekä hajautetun johtamistavan seurauksena keskeistä oli ohjeiden mukainen toiminta työmaalla sekä ohjeiden kattavuus. Kokonaisuutena ratatekninen ohjeistus on erittäin laaja ja yksityiskohtainen. Ohjeistus ei kuitenkaan kata kaikin osin muun muassa organisaatioiden välistä toimintaa. Esimerkiksi sääolosuhteista johtuvaa ratatöiden keskeyttämistä ei ole ohjeistettu eikä tällaisesta aiheutuvien kustannusten jakoon ole selkeää toimintamallia. Ohjeistus ei ole myöskään kaikilta osin velvoittavaa. Näiden sekä tekijöiden seurauksena työmaahenkilöstön oli mahdollista jatkaa kesän 2021 pölkynvaihtoprojektia helteistä huolimatta eikä heidän tarvinnut kirjata ylös kiskolämpötiloja esimiesten ja valvojien tarkistettavaksi ja hyväksyttäväksi.

3.1.4 Hellekäyrät ja junan suistuminen sekä jälkitapahtumat ja seuraukset

Pölkynvaihtoprojektin aikana 18.6. rataosuudella muodostui hellekäyrä, jonka kunnossapitourakoitsija korjasi asianmukaisesti. Tieto ilmi tulleesta hellekäyrästä ratatyöalueella ei vaikuttanut pölkynvaihtotöiden jatkamiseen. Ratatyöt alueella saatiin valmiiksi 2.7.2021. Seuraavana päivänä 3.7.2021 Vesangassa muodostui tavarajunan alla kaksi hellekäyrää, jotka aiheuttivat tyhjän puutavarajunan kuuden viimeisen vaunun suistumisen kiskoilta. Noin viiden kilometrin päässä suistumispaikasta muodostui vielä seuraavana päivänä, 4.7., uusi neljäs hellekäyrä. Rataosa oli tuolloin edellisen päivän onnettomuuden vuoksi suljettuna liikenteeltä.

Suistumisonnettomuus aiheutui junan alla muodostuneista hellekäyristä. Hellekäyrien syntymiseen vaikutti ratatöiden heikentämän vanhan ja kapean päällysrakenteen pettäminen helteisen kuumalla säällä. Kiskolämpötilojen noustua äärimmilleen, eivät huonokuntoiset kiskojatkokset joustaneet enää riittävästi. Olosuhteiden yhteisvaikutuksesta rataosalla syntyi useita hellekäyriä.

Ratatöiden aikana 18.6. ilmi tullutta hellekäyrää käsiteltiin normaalitoimintaan liittyvänä poikkeamana, eikä se aiheuttanut muutoksia ratatyöprojektin toteuttamiseen. Radan heikon tukikerroksen, ratatöiden, kiskojatkokosten toimimattomuuden ja helteisen sään vaikutukset radan kuormituskestävyyttä heikentävästi olivat ratatöistä vastaavien alan ammattilaisten tiedossa. Ratatöitä ei kuitenkaan keskeytetty, vaikka ennusteet hellesäiden jatkumisesta olivat tiedossa.

3.2 Viranomaisten toiminnan analysointi

Ratatöiden ja rataverkon kunnossapidon viranomaisvalvonta perustuu rataverkon haltijan turvallisuusjohtamisjärjestelmään ja siinä määriteltyyn toimijoiden omavalvontaan. Liikenne- ja viestintävirasto on myöntäessään rataverkon haltijalle turvallisuusluvan, tarkastanut ja hyväksynyt rataverkon haltijan turvallisuusjohtamisjärjestelmän. Luvan myöntämisen jälkeen viraston valvontatoiminta perustuu turvallisuusjohtamisjärjestelmien auditointeihin. Käytännön tasolla valvonta tapahtuu turvallisuusjohtamisjärjestelmässä määritellyn omavalvonnan kautta, joka rataverkon kunnossapidon osalta jakautuu useille eri toimijoille. Tämä viranomaisvalvonnan toimintamalli on EU- tason sääntelyn ja kansallisen lainsäädännön mukainen.

Kokonaisvastuu radan turvallisuudesta on rautatielain mukaisesti rataverkon haltijalla, joka valtion omistamalla rataverkolla on Väylävirasto. Väylävirasto on ohjeistanut rataverkolla tehtävät työt hyvin tarkkaan ja edellyttää alihankkijoiltaan turvallisuusjohtamisjärjestelmänsä mukaista työn dokumentointia, omavalvontaa ja poikkeamailmoitusmenetelmiä.

Tässä tapauksessa poikkeamailmoitus pölkynvaihtourakan aikana ennen onnettomuutta tapahtuneesta hellekäyrästä, ei johtanut toimenpiteisiin. Uusien hellekäyrien syntymisen riskiä ei tunnistettu niin merkittäväksi, että ratatöiden jatkamista korkeiden lämpötilojen vallitessa olisi kyseenalaistettu. Tältä osin turvallisuusjohtamisjärjestelmän prosessit eivät toimineet, joten viranomaisen turvallisuusjohtamisjärjestelmiin kohdistuvaa valvontaa tulisi näiltä osin kehittää.

4 JOHTOPÄÄTÖKSET

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

1. Rataosan kapea ja löysempi radan tukirakenne sekä betonipölkkyjä kevyemmät puiset ratapölkkyt muodostivat kokonaisuuden, joka oli alttiimpi junaliikenteen kuormituksille ja luonnon voimille. Rataosan tukikerroksen kunnan tarkempaa selvitystä ennen pölkynvaihtoprojektin aloitusta ei tehty eikä sitä ratateknisissä ohjeissa vaadita. Ratatöiden laadun tarkastus ennen radan liikenteelle luovuttamista tehtiin ohjeen mukaan kävelytarkastuksen yhteydessä silmämääräisesti ja tukemiskoneen mittareilla.

***Johtopäätös:** Radan vakaus heikkeni entisestään, kun rataosalla tehtiin pölkynvaihto- ja tuentatöitä, joiden yhteydessä radan päällys- ja tukirakennetta jouduttiin käsittelemään ja möyhimään.*

2. Rataosalla oli toimimattomia kiskojoatkoksia, mikä osittain johtui käytettyjen kiskojen lyhentämisestä. Radan perusparannuksen yhteydessä tehtyjen porausvirheiden vuoksi jotkut kiskojoatkokset eivät toimineet tarkoituksenmukaisesti. Kunnossapitoalueen urakoitsijan vaihtumisen yhteydessä rataosalla havaittiin toimimattomia kiskojoatkoksia. RATO-ohjeiden mukaan kiskojoatkosten toimimattomuuteen olisi pitänyt puuttua.

***Johtopäätös:** Kiskojoatkosten oikea toteutus ja huolto ovat erityisen tärkeitä, koska vanhentuneen ja murentuneen tukikerroksen rataosalla heikentynyt tukikerros ei anna riittävää tukea raiteelle.*

3. Suomessa on käytössä useita vanhentuneeseen tukikerrokseen perustuvia rataosuuksia, joiden tukirakenteen kestävyys ei vastaa nykyisiä turvallisuusvaatimuksia. Haasteista huolimatta tällaistenkin rataosuuksien käyttökuntoa ylläpidetään normaaleilla kunnossapitotoimilla.

***Johtopäätös:** Vanhentuneeseen tukikerrokseen perustuvien rataosuuksien kunnossapitotoimilla ei pystytä täysin poistamaan löysemmäksi ja kapeammaksi jätetyn tukikerroksen sekä toimimattomien kiskojoatkosten aiheuttamaa kohonnutta riskiä raideturvallisuudelle.*

4. Ratatyöprojektia jatkettiin kesäkuun poikkeuksellisista helteistä huolimatta. Töiden aikana kiskolämpötiloja mitattiin, mutta lämpötiloja ei kirjattu muistiin. Ohjeistukset eivät edellyttäneet kiskolämpötilojen kirjaamista muistiin ratatöiden aikana. Ratatöitä pääosin etätöinä valvoneilla esimiehillä ei ollut dokumentteihin perustuvaa mahdollisuutta arvioida ratatöiden aikaisten kiskolämpötilojen kehittymisen vaikutusta raideliikenteen turvallisuusriskeihin.

***Johtopäätös:** Jatkuvien helteiden aiheuttamaa riskiä ei tunnistettu osittain puutteellisten ohjeistusten vuoksi. Toimiakseen etäjohtaminen edellyttää tarkkaa töiden ohjeistamista, dokumentointia, raportointia ja seuranta.*

5. Radan kunnossapitotöiden johtamis- ja työprosessit jakaantuivat kolmeen organisaatioon sopimusten mukaisin määrittelyin. Pölkynvaihtotöiden osalta kaikkien kolmen organisaation johtamisessa painottui asiantuntijaorganisaatioille ominainen työmaahenkilöstön itsenäiseen toimintaan, päätöksentekoon ja työohjaukseen perustuva johtamistapa. Nykymuodossaan ratatekninen ohjeistus ei kuvaa kolmen organisaation välistä toimintaa ja päätöksentekovastuita ratatöiden mahdollisissa keskeyttämisissä.

Johtopäätös: Kolmen organisaation kesken jakautunut työprosessi ja puutteellinen ohjeistus eivät ohjanneet pölkynvaihtotöiden keskeyttämiseen poikkeuksellisten sääolosuhteiden aikana. Asiantuntijaorganisaatiolle tyypillinen johtamismalli mahdollisti pölkynvaihtotöiden ja työmaahenkilöstön toiminnan jatkumisen kohonneista riskitekijöistä huolimatta.

6. Tilaajaorganisaation painottama omavalvonta koski kaikkia kolmea ratatyön kannalta keskeistä organisaatiota. Valvonnan toteuttaminen raportein ja pistokokein sekä työmaan esimiestoiminta etätöinä mahdollistivat työmaahenkilöstön hyvin itsenäisen, omiin työkäytäntöihin ja –prosesseihin perustuvan työskentelyn. Puutteet ratateknisten ohjeiden velvoitteissa mahdollistivat poikkeuksellisissa olosuhteissa kiskolämpötilojen kirjaamatta ja tallentamatta jättämisen.

Johtopäätös: Asiantuntijaorganisaatioille tyypillinen johtamismalli sekä työprosessien puutteellinen ohjeistus voivat aiheuttaa tilanteita, joissa poikkeusolosuhteissa töiden keskeyttämisen kannalta olennainen tieto ei tule päätöksentekijöiden tietoon.

7. Ratatöiden aikana 18.6. tapahtunutta hellekäyrää käsiteltiin normaalitoimintaan liittyvänä poikkeamana eikä se aiheuttanut muutoksia ratatyöprojektin toteuttamiseen. Ratatöitä ei keskeytetty, vaikka ennusteet hellesäiden jatkumisesta olivat tiedossa.

Johtopäätös: Hellekäyriä käsiteltiin ratatöiden aikana normaali-ilmiönä, eikä tunnistettu niitä toimintaan vaikuttavina riskitekijöinä.

8. Tavarajuna suistui junan alla muodostuneiden hellekäyrien vuoksi. Hellekäyrien syntymiseen vaikutti ratatöiden heikentämän vanhan ja kapean päällysrakenteen pettäminen pitkään jatkuneen hellejakson aikana.

Johtopäätös: Ilmaston lämpenemisen seurauksena pitkät hellejaksot tulevat lisääntymään ja hellekäyrien muodostumisen riski kasvaa erityisesti heikkokuntoisimmilla rataosuuksilla.

9. Rataosuudella syntyi kesällä 2021 lyhyellä aikavälillä yhteensä neljä hellekäyrää. Tapahtuneessa onnettomuudessa voidaan nähdä useita samankaltaisuuksia aikaisempiin Onnettomuustutkintakeskuksen tutkintojen havaintoihin verrattuna: Onnettomuus tapahtui tavarajunalle. Onnettomuusrataosuudella oli tehty pölkynvaihto- ja tukemistyötä sekä radan vakaus oli heikentynyt. Rataosuudella oli puupölkkyt, rataa tuki soratukikerros ja sepelöinti oli puutteellista. Kiskojen kuormitus kuumissa sääolosuhteissa ratatöiden aikana tai niiden jälkeen aiheuttivat rataa hellekäyriä.

Johtopäätös: Hellekäyrien muodostuminen ja tapahtunut onnettomuus voidaan nähdä systeemisenä onnettomuutena. Tällöin toimialalle pitkällä aikavälillä vakiintuneet käytännöt ja ajattelutavat normalisoivat ja sallivat tietynlaisten onnettomuuksien tapahtumisen.

5 TURVALLISUUSSUOSITUKSET

5.1 Ratatöiden ennakkovalmistelu ja lopputarkastus radoilla, joissa on heikentynyt tukikerros

Tarkastelun kohteena olevan rataosuuden päällysrakenne perustuu 2000-luvun alussa vajaan sepelitukikerroksella täydennettyyn tehtyyn soratukikerrokseen. Tukikerroksen ominaisuudet tekevät radan päällysrakenteesta alttiin ympäristöolosuhteille ja ratatöiden aiheuttamalle ulkoiselle kuormitukselle. Tukikerroksen heikentyneiden ominaisuuksien takia kiskojoatkosten oikea toiminta on erityisen tärkeää näillä rataosilla. Tällä hetkellä ohjeistus ei edellytä näiden asioiden riittävää selvittämistä ratatöiden suunnittelussa, eikä niitä huomioida töiden valvonnassa tai lopputarkastuksessa. Tukikerroksessa tehtävät laajat ratatyöt, kuten pölkkyjen vaihto, vaikuttavat aina radan vakauteen. Jotta varmistetaan turvallinen liikennöinti ratatöiden valmistuttua, tulisi radan riittävä sivuttaistuenta varmistaa mittauksin.

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

Väylävirasto ohjeistaa, että valmisteltaessa päällysrakenteeseen kohdistuvia ratatöitä rataosilla, missä tukikerros on heikentynyt, tutkitaan tukikerroksen ja kiskojoatkosten kunto ja huomioidaan ne töiden suunnittelussa, aikataulutuksessa ja toteutuksessa. Lopputarkastuksessa on varmistettava erityisesti raiteen sivuttaisvoimien kesto. [2022-S6]

Ennen ratatöiden aloittamista tehty pelkkä radan silmämääräinen tarkastaminen kävelytarkastusten yhteydessä ei riitä todentamaan radan tukikerroksen ja kiskojoatkosten todellista kuntoa. Radan tukikerroksen kunnan tutkimus ja kiskojoatkosten toimivuuden varmistaminen suositellaan tehtäväksi Väyläviraston ohjeistuksen mukaan. Ratatöiden valmistuttua on suositeltavaa, että liikennöinti tapahtuu rajoitetulla nopeudella ennen kuin radan kunto on varmistettu.

5.2 Kiskonlämpötilojen kirjaus ja seuranta ratatöissä

Ratatöitä tehdään pääosin kesäaikaan, jolloin kiskojen lämpötilan kohoaminen yli turvallisten rajojen on todennäköistä. Riskiä on perinteisesti hallittu ajoittamalla työt yöaikaan, jolloin on viileämpää. Ilmastonmuutoksen myötä hellejaksot pitenevät ja myös yölämpötilat kohoavat. Tämä aiheuttaa lisää vaatimuksia lämpötilojen seurannalle ratatöissä.

Ohjeistus määrittelee tällä hetkellä, että lämpötiloja on mitattava. Se ei kuitenkaan ohjeista kirjaamaan lämpötiloja ylös, eikä viestimään niitä ratatöitä johtaville ja valvoville tahoille. Tämä yhdessä mahdollisen etäjohtamisen kanssa voi aiheuttaa sen, että nousevien lämpötilojen riskiä ei tunnisteta eikä ratatöiden johto pysty puuttumaan asiaan.

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

Väylävirasto ohjeistaa kirjaamaan ratatöissä säännöllisesti ylös kiskon lämpötilat ja että ratatöitä johtavat ja valvovat tahot seuraavat niiden kehitystä reaaliaikaisesti ja ryhtyvät tarvittaessa toimenpiteisiin. [2022-S7]

Lämpötilojen kirjaus ja seuranta olisi tehokkainta toteuttaa keskitetyn tietojärjestelmän kautta.

5.3 Selkeiden keskeytyskriteerien ja menettelyjen määrittely ratatöille poikkeuksellisissa ympäristöolosuhteissa

Vaikka ratatöille on määritelty kiskon lämpötilarajat, joiden yläpuolella työt on keskeytettävä, ei keskeytysprosessia ole määritelty. Näin töitä on mahdollista jatkaa myös lämpötiloissa, joissa riskit ovat korkeat. Ohjeistuksessa vastuu lämpötilojen seurannasta on jaettu usealle taholle, mutta selkeä määrittely siitä, kuka tekee päätöksen töiden keskeytyksestä, puuttuu. Lisäksi keskeytyksestä todennäköisesti aiheutuvat taloudelliset vaikutukset vaikeuttavat päätöksen tekoa.

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

Väylävirasto määrittelee selkeästi ratatöiden keskeytyskriteerit, päätöksestä vastuussa olevan tahon ja keskeytyksestä aiheutuvien kustannusten kohdentamisen. [2022-S8]

Tällä hetkellä taloudelliset näkökohdat ohjaavat vahvasti muun muassa radan kunnossapitoa ja siihen liittyviä työprosesseja. Vastuutahot ja kriteerit on määriteltävä niin selkeästi, että turvallisuusnäkökohdista tehdyn töiden keskeytyksen kustannuksista ei synny epäselvyyttä, eikä turvallisuuden huomioimisesta aiheudu taloudellisia sanktioita.

5.4 Hellekäyrien kaltaisten normaalitoiminnan poikkeamien huomioiminen turvallisuusjohtamisjärjestelmissä

Tällä hetkellä turvallisuusjohtaminen ja järjestelmät keskittyvät pääosin muutostilanteiden riskien hallintaan. Hellekäyrät ja muut radan päällysrakenteeseen kohdistuvat poikkeamat aiheuttavat aina vakavan riskin rautatieliikenteen turvallisuudelle. Ne käsitellään poikkeamaohjeistuksen mukaisesti, mutta eivät välttämättä johda välittömään päätöksentekoon ja toimintatapojen muuttamiseen. Poikkeamien käsittely ja toiminnan kehittäminen ovat osa turvallisuusjohtamista ja niiden prosessit on määritelty toimijoilta edellytettävissä turvallisuusjohtamisjärjestelmissä. Ongelmana on, että päivittäistoiminnassa aiheutuvien poikkeamien mahdollisesti kumuloituvia riskejä ei tunnisteta.

Onnettomuustutkintakeskus suosittaa, että:

Liikenne- ja viestintävirasto painottaa turvallisuusjohtamisjärjestelmiä auditoidessaan muutostilanteiden lisäksi päivittäistoiminnassa tapahtuvien poikkeamien seuranta ja niiden kautta tunnistettujen riskien arviointia ja hallintaa. [2022-S9]

Suositus voidaan toteuttaa esimerkiksi ottamalla esitetty asia yhdeksi vuosittaisen valvonnan painopistealueeksi.

5.5 Toteutetut toimenpiteet

Onnettomuustutkintakeskuksen 19.11.2021 antaman onnettomuusuhkailmoituksen jälkeen Väylävirasto on 24.11.2021 alentanut rataosuuden nopeusrajoituksia. Rajoitukset pidetään voimassa rataosuudella, kunnes riittävät korjaustoimet on toteutettu.

Väylävirasto on tarkastanut Jyväskylä-Petäjävesi rataosuuden syksyllä 2021. Rataosuudelle on päätetty tehdä työkauden 2022 aikana korjauksia muun muassa kiskonjatkoksiin.

LÄHDELUETTELO

Kirjalliset lähteet

- Rasmussen, J. & Svedung, I. (2000) Proactive Risk Management in a Dynamic Society. Karlstad, Sweden: Swedish Rescue Services Agency.
- Norwegian Safety Investigation Authority (2020) *Report on derailment with train 4842 at Flå on the Bergensbanen line on 25 June 2020.*
- Onnettomuustutkintakeskus (2007) *Tavarajunan kahdeksan vaunun suistuminen Saarijärven ja Äänekosken välillä 3.7.2007.* Tutkintaselostus C4/2007R.
- Onnettomuustutkintakeskus (2007) *Tavarajunan veturin suistuminen Talviaisissa 15.7.2007.* Tutkintaselostus C5/2007R.
- Onnettomuustutkintakeskus (2006) *Viiden tavaravaunun suistuminen kiskoilta Tuupovaaran ja Heinäveden välillä 13.7.2006.* Tutkintaselostus C3/2006R.
- Onnettomuustutkintakeskus (2005) *Matkustajajunan vaunun suistuminen kiskoilta Saakosken ja Jämsänkosken välillä 30.3.2005.* Tutkintaselostus B1/2005R.
- Onnettomuustutkintakeskus (2003) *Neljäntoista venäläisen tavaravaunun suistuminen Hammaslahden ja Tikkanan välillä 16.7.2003.* Tutkintaselostus C7/2003R.
- Onnettomuustutkintakeskus (2003) *Yhdeksän puutavaralastissa olleen tavaravaunun suistuminen Rantasalmella 31.7.2003.* Tutkintaselostus C9/2003R.
- Onnettomuustutkintakeskus (2002) *Kolmen puutavaravaunun suistuminen kiskoilta Huutokoskella 31.5.2002.* Tutkintaselostus C5/2002R.
- Onnettomuustutkintakeskus (2000) *Tavaravaunujen suistuminen kiskoilta Siilinjärvellä 20.5.2000.* Tutkintaselostus C3/2000R.
- Onnettomuustutkintakeskus (2000) *Viiden puutavaravaunun suistuminen Saaren liikennepaikalla 29.6.2000.* Tutkintaselostus C4/2000R.
- Onnettomuustutkintakeskus (1997) *Tavaravaunujen suistuminen kiskoilta Kemissä 9.6.1997.* Tutkintaselostus C23/1997R.
- Onnettomuustutkintakeskus (1996) *Tavarajunan suistuminen kiskoilta Nokiolla 9.6. ja Pieksämäellä 10.6.1996.* Tutkintaselostus B1 ja B2/1996R.

Tutkinta-aineisto

- 1) Paikkatutkinnan valokuvat, mitat ja muu aineisto
- 2) Sätiedot
- 3) Kuulemiset
- 4) Liikenne- ja viestintäviraston määräykset
- 5) Väyläviraston ohjeet ja dokumentit
- 6) Ratatyöurakoitsijan ohjeet ja dokumentit
- 7) Rataisännöitsijäorganisaation ohjeet ja dokumentit
- 8) NRC Group Finland Oy:n dokumentit
- 9) Proxion Oy:n raportti radan tukikerroksen ja kiskojoatkosten tutkimuksesta

YHTEENVETO TUTKINTASELOSTUSLUONNOKSESTA SAADUISTA LAUSUNNOISTA

Tutkintaselostusluonnos on ollut lausunnolla Liikenne- ja viestintävirastossa, Väylävirastossa, Hätäkeskuslaitoksella, Fintraffic Raide Oy:llä, VR-Yhtymä Oy:llä, NRC Group Finland Oy:llä, Dexit Oy:llä ja onnettomuuden osallisilla. Lausunnot saatiin Liikenne- ja viestintävirastolta, Väylävirastolta, Fintraffic Raide Oy:ltä ja VR Yhtymä Oy:ltä. Yksityishenkilöiden antamia lausuntoja ei turvallisuustutkintalain mukaisesti julkaista.

Fintraffic Raide Oy esittää lausunnossaan tarkennuksia tutkintaselostuksessa käytettyihin termeihin sekä tarkentaa organisaatorakennettaan käsittelevää kohtaa.

Liikenne ja viestintäviraston lausunnon mukaan virasto on tutustunut tutkintaselostusluonnokseen. Virastolla ei ole lausuttavaa tutkintaselostusluonnokseen.

VR Yhtymä Oy toteaa lausunnossaan, että VR Yhtymä Oy:llä ei ole lausuttavaa tutkintaselostusluonnokseen.

Väylävirasto toteaa lausunnossaan suosituksen S2021 -S6 osalta, että Väyläviraston mukaan tukikerroksen ominaisuudet eivät sinänsä olleet heikentyneet, vaan rakenne on ollut Ratateknisten ohjeiden mukainen päällysrakenneluokka B1. Tukikerros ei ollut ehtinyt stabiloitua hiljattain päättyneen pölkynvaihdon jälkeen, koska liikenne rataosalla oli ollut vähäistä. Lisäksi Väylävirasto toteaa, että perustieto kunkin rataosan tukikerroksen rakenteesta ja ominaisuuksista on olemassa.

Väyläviraston mukaan päällysrakennepätevä arvioi ennen töiden aloittamista työmaakohtaisesti päällysrakenteen kunnan ja määrittää tarvittavat tutkimukset sekä tarkastukset. Lisäksi koneellinen radantarkastus tuottaa tietoa päällysrakenteesta ja sen kunnosta. Väylävirasto toteaa varmistavansa vastaavien töiden menetelmien ja turvallisuuden kehittymistä.

Suositukseseen S2021-S7 Väylävirasto toteaa, että se tulee kehittämään ohjeistustaan niin, että pölkynvaihtoa ei saa suorittaa kesällä kuumien säiden aikaan. Väylävirasto pitää myönteisenä huomiota kiskojen lämpötilojen kirjaamisesta ja lämpötilojen huomioimisesta töissä.

Suosituksessa S2021-S8 keskeistä ovat Väyläviraston mukaan ratatöiden keskeytyskriteerit sekä päätöksestä vastuussa oleva taho, ei niinkään kustannusten kohdentaminen.

Väylävirasto kertoo lausunnossaan toteuttavansa vuonna 2022 seuraavia turvallisuutta parantavia toimia:

1. Väylävirasto tekee ylimääräisen kiskonjatkosten ja tukikerroksen tarkastuksen rataosuuksille Petäjävesi-Haapamäki ja Orivesi-Haapamäki kevään 2022 aikana.
2. Väylävirasto tarkentaa ohjeistustaan liittyen lämpötiloihin ratatöiden yhteydessä. Tarkennettu ohjeistus otetaan käyttöön ennen kesää 2022.

Lisäksi Väylävirasto tulee vuonna 2022 tekemään Tampereen yliopiston kanssa tutkimuksen, jonka tavoitteena on:

- Selvittää koesarjojen avulla millaisia vaikutuksia tukemistyöllä on raiteen poikittaisvastuksen alentumiselle. Yksilöidymmin tutkittavia asioita ovat tuennan aiheuttama raiteen sivuttaisvastuksen alenema, tukemiskoneen reunatiivistimen vaikutukset sivuttaisvastuksen kehittymiseen ja tukikerroksen tiivistyminen sekä sivuttaisvastuksen kasvu liikennemäärän suhteen.
- Selvittää tukikerroksen hienonemisen vaikutus em. ilmiöön ja arvioida sitä kautta sepelin uusimiskriteerien paikkansapitävyyttä.

- Laatia suositukset raiteen stabiloimiseksi vaadittavista toimista, kuten reunatiivistimen käytöstä ja nopeusrajoituksista kunnossapitotuennan jälkeen. Suositukset tulee laatia jk-, pk-, ja lk-raiteille, sekä erikseen sovittaville kunnossapitotasolle ja nopeuksille.