



Pikaraitiotien raitiolinjan 15  
raitiovaunujen törmäys Helsingissä  
15.10.2024 ja raitiovaunun törmäys  
päätymuuriin Espoossa 15.11.2024



R2024-02

## ALKUSANAT

Onnettomuustutkintakeskus päätti turvallisuustutkintalain (525/2011) 2 §:n 3 momentin nojalla tutkia Espoon Keilaniemessä 15.11.2024 tapahtuneen raitiolinjan 15 raitiovaunun törmäyksen päätymuuriin. Tutkintaa laajennettiin 18.12.2024 siten, että siinä otettiin erikseen tarkasteluun Helsingin Itäkeskuksessa 15.10.2024 tapahtunut raitiolinjan 15 raitiovaunujen törmäys. Tutkinnassa käsiteltiin myös muita raitiolinjalla 15 vuosina 2023–2024 tapahtuneita onnettomuuksia ja vaaratilanteita.

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

Tutkintaryhmän johtajaksi nimettiin asiantuntija Alpo Vuorio ja jäseniksi asiantuntijat Olli Himanen, Timo Koli, Kim Louhula ja erikoistutkija Mikko Tikkanen. Tutkinnanjohtaja oli johtava tutkija Lasse Laatta. Lisäksi tutkintaan nimettiin ensihoidon osalta erityisasiantuntijaksi Janne Alanen.

Tutkintaryhmä toteutti tutkinnassa kyselyn Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy:n raitiovaunukuljettajille. Kyselyllä selvitettiin kuljettajien näkemyksiä muun muassa raitiolinjan 15 liikennejärjestelyistä, linjalla käytettävästä raitiovaunukalustosta sekä organisaation turvallisuuden hallinnasta.

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 on kääntänyt ruotsin ja englannin kielille Lingsoft Kielipalvelut Oy.

Tutkintaselostus ja sen tiivistelmä on julkaistu 17.11.2025 Onnettomuustutkintakeskuksen verkkosivuilla osoitteessa [www.turvallisuustutkinta.fi](http://www.turvallisuustutkinta.fi).

# SISÄLLYSLUETTELO

ALKUSANAT .....	2
1 TAPAHTUMAT .....	5
1.1 Tapahtumien kulku.....	5
1.1.1 Raitiovaunujen törmäys Helsingin Itäkeskuksessa 15.10.2024.....	5
1.1.2 Raitiovaunun törmäys päätymuuriin Espoon Keilaniemessä 15.11.2024 .....	8
1.2 Hälytykset ja pelastustoimet.....	10
1.2.1 Raitiovaunujen törmäys Itäkeskuksessa 15.10.2024 .....	10
1.2.2 Raitiovaunun törmäys päätymuuriin Keilaniemessä 15.11.2024 .....	11
1.3 Seuraukset.....	12
1.3.1 Henkilövahingot.....	12
1.3.2 Kalusto-, rata- ja laitevauriot.....	12
1.3.3 Ympäristövahingot.....	12
1.3.4 Liikennehäiriöt .....	12
2 TAUSTATIEDOT .....	13
2.1 Toimintaympäristö, laitteet ja järjestelmät.....	13
2.1.1 Kalusto .....	13
2.1.2 Rata.....	15
2.1.3 Turvalaitteet .....	16
2.1.4 Viestintävälineet.....	19
2.2 Olosuhteet .....	19
2.2.1 Sääolosuhteet .....	19
2.2.2 Työskentelyolosuhteet .....	19
2.3 Tallenteet.....	25
2.3.1 Itäkeskuksen onnettomuuden tallenteet.....	25
2.3.2 Keilaniemen onnettomuuden tallenteet.....	28
2.4 Onnettomuuteen liittyvät henkilöt, organisaatiot ja turvallisuudenhallinta .....	29
2.4.1 Onnettomuudessa osallisina olleet henkilöt .....	29
2.4.2 Organisaatiot .....	29
2.4.3 Turvallisuudenhallinta .....	30
2.5 Viranomaisten ennalta ehkäisevä toiminta.....	37
2.6 Pelastustoiimiin osallistuneet organisaatiot ja niiden toimintavalmius.....	40
2.7 Sädökset, määräykset ja ohjeet.....	42
2.7.1 Lait ja asetukset.....	43
2.7.2 Liikenne- ja viestintäviraston määräykset.....	44
2.7.3 Standardit ja kansainväliset ohjeet.....	45

2.8	Muut selvitykset.....	46
2.8.1	Kysely raitiovaunukuljettajille.....	46
2.8.2	Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy:n poikkeamailmoitusten analysointi	49
2.8.3	Tampereen raitiotien vertailua raitiolinjaan 15 nähden.....	49
2.8.4	Raitiovaunujen turvajärjestelmät ja kuljettajaa avustavat järjestelmät .....	50
2.8.5	Tutkittujen tapauksien kaltaisia raitioliikenneonnettomuuksia muissa maissa ..	52
2.8.6	Onnettomuustutkintakeskuksen teematutkinta kaupunkiraideliikenteestä .....	55
2.8.7	Työterveyslaitoksen tutkimus raitiovaunukuljettajien työoloista .....	55
2.8.8	Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy:n omat tutkimukset onnettomuuksista	56
3	ANALYYSI .....	57
3.1	Tapahtumien analysointi.....	57
3.1.1	Raitiolinjan 15 infrastruktuuri ja kalusto.....	57
3.1.2	Liikennöinti, henkilövalinnat, koulutus ja työvuorojärjestelyt.....	58
3.1.3	Raitiovaunujen törmäys Itäkeskuksessa 15.10.2024 .....	59
3.1.4	Raitiovaunun törmäys päätymuuriin Keilaniemessä 15.11.2024 .....	60
3.1.5	Hälytykset, evakuointi, pelastus, ensihoito ja raivaus.....	61
4	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	63
5	TURVALLISUUSSUOSITUKSET.....	65
5.1	Raitioliikenteen kuljettajien terveydentilavaatimukset ja terveydentilan seuranta ...	65
5.2	Raitioliikenteen kuljettajien vireystilan varmistaminen .....	65
5.3	Teknologian kehityksen hyödyntäminen raitioliikenteen turvallisuuden parantamisessa.....	66
5.4	Raitioliikenteen sääntelyn kehittäminen kansallisella tasolla.....	66
5.5	Toteutetut toimenpiteet.....	67
	LÄHDELUETTELO .....	69
	YHTEENVETO TUTKINTASELOSTUSLUONNOKSESTA SAADUISTA LAUSUNNOISTA .....	71

# 1 TAPAHTUMAT

## 1.1 Tapahtumien kulku

### 1.1.1 Raitiovaunujen törmäys Helsingin Itäkeskuksessa 15.10.2024

Onnettomuus tapahtui 15.10.2024 kello 20.28 Helsingissä raitiolinjan 15<sup>1</sup> Itäkeskuksen päätepysäkin läheisyydessä.



**Kuva 1.** Raitiolinjan 15 päätepysäkin sijainti Helsingin Itäkeskuksessa. Onnettomuuspaikka on merkitty karttaan punaisella pisteellä. (Taustakartta ©Maanmittauslaitos 2/2024, merkinnät: OTKES)

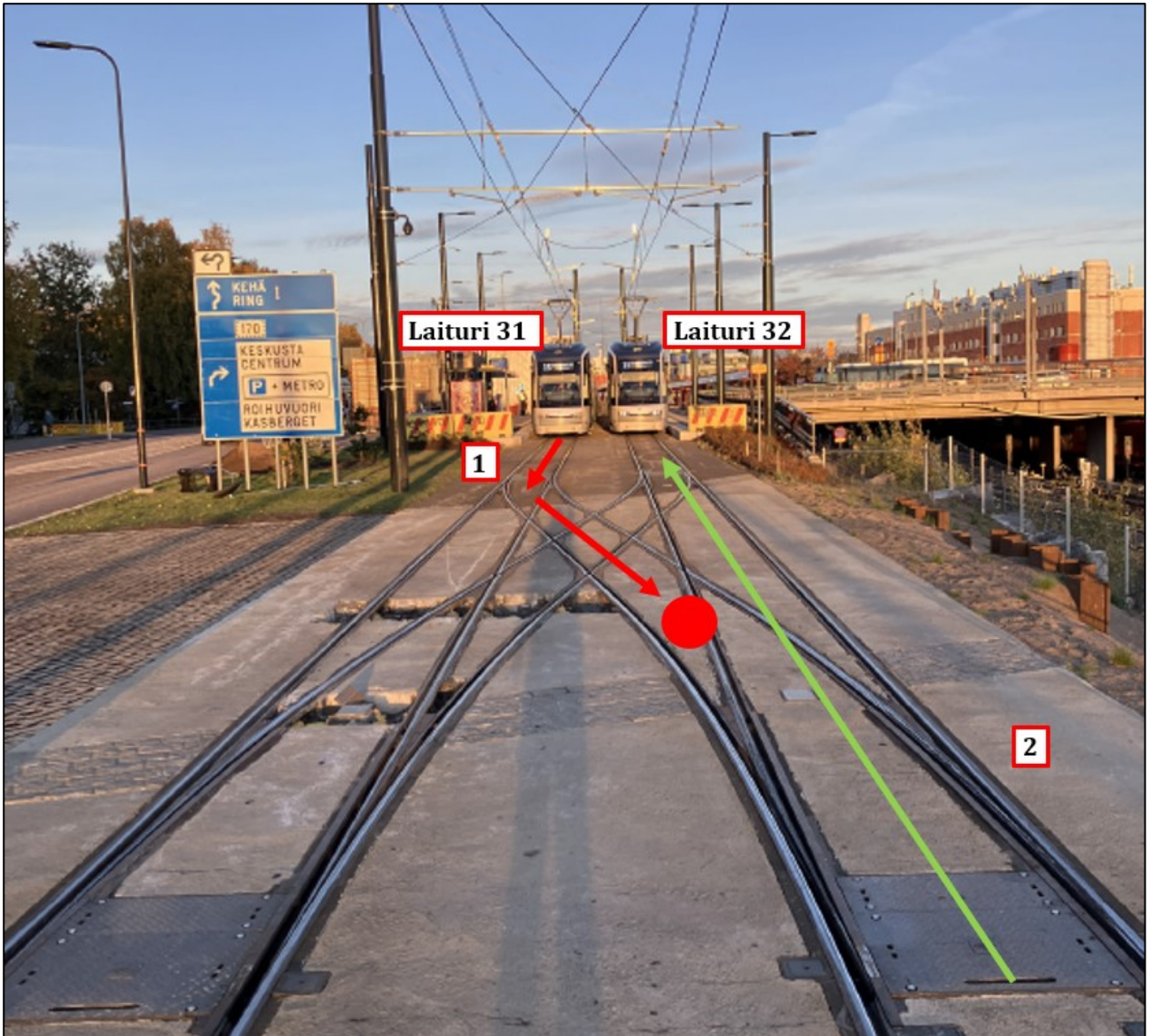
Raitiovaunu 602 oli saapunut noin kymmenen minuuttia aiemmin Keilaniemen suunnasta Itäkeskuksen laituriiin 31. Kuljettaja oli jättänyt raitiovaunun toimintaohjeiden mukaisesti seuraavana ajovuorossa olevalle kuljettajalle ja poistunut tauolleen läheiseen taukotilaan.

Kuljettaja saapui tauoltaan raitiovaunulle noin kolme minuuttia ennen lähtöaikaa ja suoritti ajoon lähtöä edeltävät valmistelut. Raitiovaunu lähti Itäkeskuksen laiturista 31 aikataulun mukaan käyttäen kulkusuuntaan nähden oikeanpuoleista raidetta. Tallenteiden mukaan lähtö tapahtui ilman lähtölupaa, vasten seis-opastetta. Kuljettaja kiihdytti raitiovaunun nopeutta matkanopeuteen. Hän ei havainnut lähtöpaikasta 25 metrin päässä sijaitsevan vaihteen<sup>2</sup> olevan käännettynä vasemmalle. Vaihteeseen tullessaan kuljettaja havaitsi tilanteen ja aloitti tallenteiden mukaan jarrutuksen. Jarrutuksesta huolimatta raitiovaunu törmäsi viereistä raidetta vastaan tulleen raitiovaunun 614 kylkeen vaihteessa 1237B, nopeudella 25 km/h.

<sup>1</sup> Raitiolinjaa 15 kutsutaan myös Raide-Jokeriksi ja pikaraitiolinjaksi.

<sup>2</sup> V1240B.

Törmäys tapahtui yhdeksän sekuntia pysäkiltä lähdöstä. Raitiovaunun pysähtyttyä kuljettaja avasi vaunun oikeanpuoleisen 1. oven, jonka kautta matkustajat pääsivät raitiovaunusta ulos.

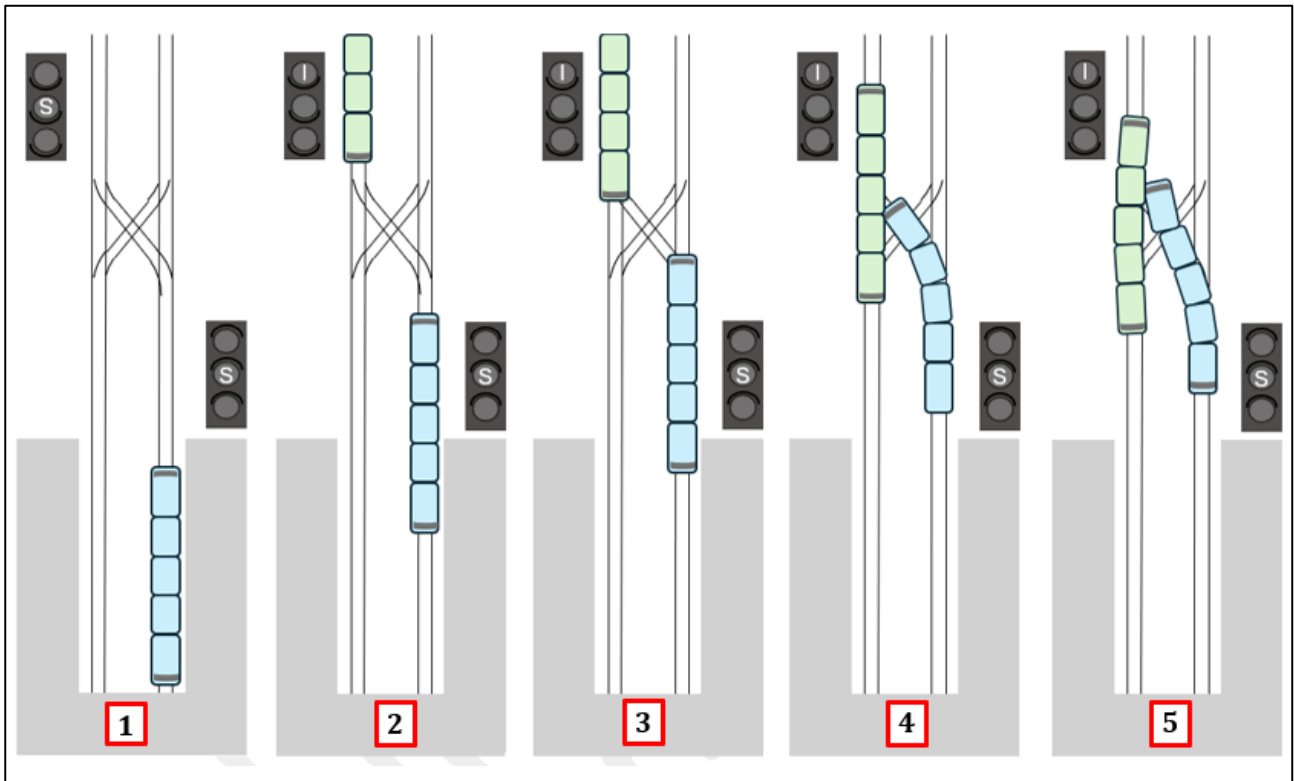


**Kuva 2.** Kuva onnettomuuspaikasta pysäkille saapuneen vaunun 614 tulosuunnasta, reitti merkitty vihreällä nuolella. Vaunu 602 lähti samaan aikaan laiturista, reitti merkitty punaisilla nuolilla. Punainen piste kuvaa kohta, missä vaihteesta V1240B vasemmalle kääntynyt vaunu 602 törmäsi vaunun 614 kylkeen. Vaihte V1240B on merkitty kuvaan numerolla 1 ja vaihte V1237B numerolla 2. (Kuva: Onnettomuustietoinstituutti, merkinnät: OTKES)

Keilaniemestä Itäkeskuksen päätepysäkille saapuvan raitiovaunun kuljettaja oli palaamassa vaunulla 614 ensimmäiseltä ajokierrokseltaan Itäkeskukseen. Raitiotieopastimen perusteella hänellä oli lupa ajaa Itäkeskuksen laituriiin 32, ja opastimen opasteen perusteella vaihte V1237B oli suoralle raiteelle. Kuljettaja jarrutti matkanopeudesta 65 km/h rajoituksen mukaiseen nopeuteen 15 km/h ja lähestyi tällä nopeudella Itäkeskuksen laituria 32.

Hän havaitsi Itäkeskuksen laiturista 31 liikkeelle lähtevän raitiovaunun, ja ohjaamoiden ohitettua toisensa hän tunsi, että raitiovaunun vauhti hidastui, ja vaunu heilui voimakkaasti

aiheuttaen metallista ääntä. Kuljettaja havaitsi törmäyksen ja pysäytti raitiovaunun. Hän avasi vaunun oikeanpuoleiset ovet, jotta matkustajat pääsivät raitiovaunusta ulos. Itäkeskuksesta lähtenyt vaunu suistui törmäyksessä kiskoilta mutta saapuva vaunu pysyi kiskoilla.



**Kuva 3.** Itäkeskuksen törmäyksen tapahtumaketju. 1.) Raitiovaunun 602 kuljettaja saapuu vaunulle ja tekee lähtövalmistelut. 2.) Kuljettaja lähtee vaunulla 602 liikkeelle pysäkiltä vasten seis-opastetta. Samaan aikaan vastakkaisesta suunnasta saapuu vaihdealueelle raitiovaunu 614, joka saa ajoluvan vaihteista suoraan päätepysäkille. 3.) Vaihde V1240B on järjestelmän toimintalogiikan mukaisesti kääntyneenä vasemmalle ja vaunu 602 ohjautuu vaihteesta kohti vaunua 614. 4.) Vaunu 602 törmää vaunun 614 kylkeen sen kulkusuunnassa 2. ja 3. moduulin väliin. 5.) Vaunu 602 suistuu törmäyksessä kiskoilta ja kallistuu. Vaunut pysähtyvät vaihdealueelle. (Pirros: OTKES)

Kuljettajat pysyivät onnettomuudessa toimintakykyisinä. Onnettomuudesta ilmoituksen Liikenteenohjauskeskukseen (LOK)<sup>3</sup> teki Itäkeskukseen saapumassa olleen raitiovaunun kuljettaja. Hätäkeskukseen ilmoituksen onnettomuudesta teki Itäkeskuksesta lähteneen raitiovaunun kuljettaja.

<sup>3</sup> Liikenteenohjauskeskus (LOK) valvoo ja ohjaa kaikkea Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy:n raitioliikennettä.



**Kuva 4.** Kuva onnettomuuspaikasta. Kuva on otettu kohti Itäkeskusta, eli samasta suunnasta kuin kuva 2. Pysäköltä lähtenyt vaunu 602 on kuvassa vasemmalla ja Itäkeskukseen saapumassa ollut vaunu 614 oikealla. (Kuva: Poliisi)

### 1.1.2 Raitiovaunun törmäys päätymuuriin Espoon Keilaniemessä 15.11.2024

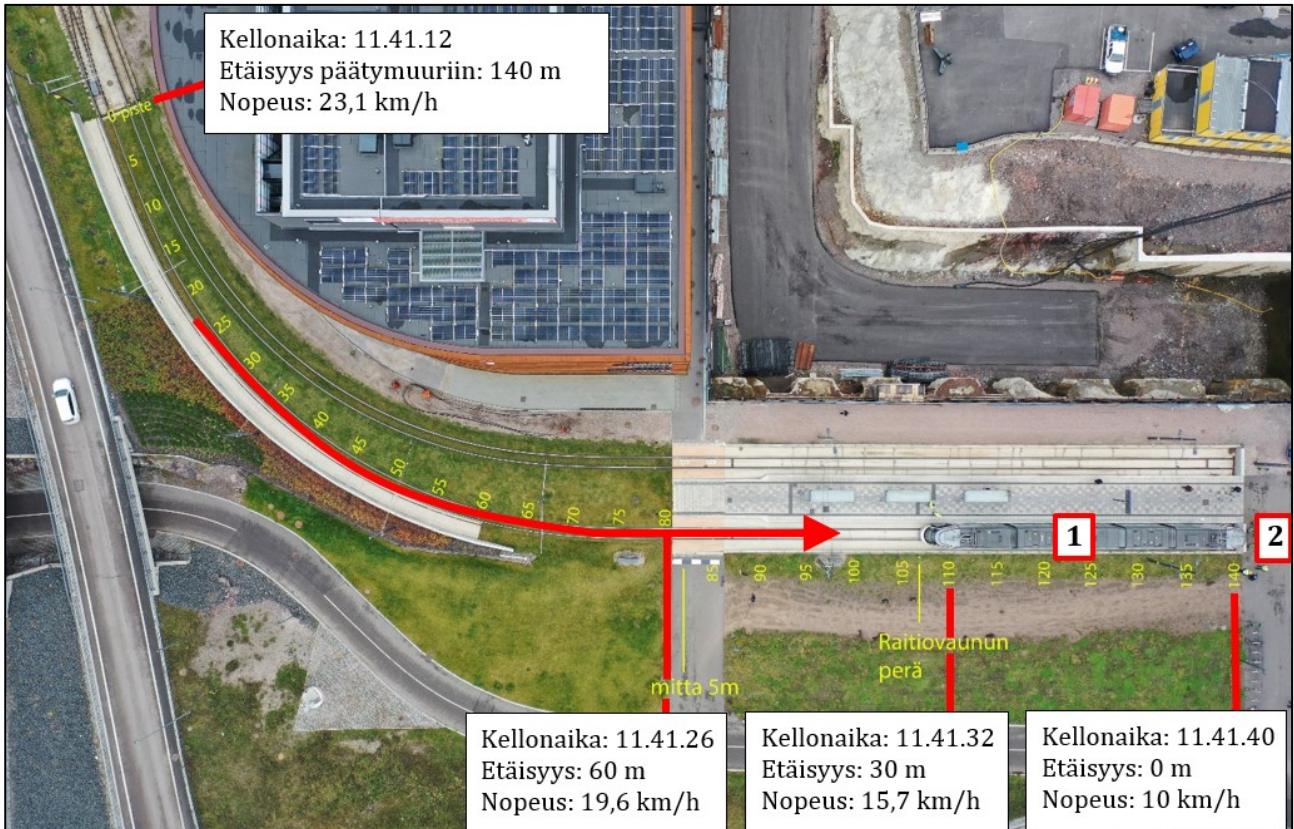
Onnettomuus tapahtui 15.11.2024 kello 11.41 Espoossa raitiolinjan 15 Keilaniemen päätepysäkillä.



**Kuva 5.** Raitiolinjan 15 päätepysäkin sijainti Espoon Keilaniemessä. Onnettomuuspaikka on merkitty karttaan punaisella pisteellä. (Taustakartta ©Maanmittauslaitos 2/2024, merkinnät: OTKES)

Kuljettaja oli saapumassa Itäkeskuksesta Keilaniemeen raitiovaunulla 618. Kuljettaja jarrutti Keilaniemeä lähestyessään ensin nopeudesta 40 km/h nopeuteen 20 km/h ja edelleen

lähestymisnopeuteen 10 km/h. Kuljettaja oli tehnyt pysähtymispaikkaa lähestyessään ajon lopetukseen liittyviä tehtäviä, kuten liikennöintiin käytettävästä radiosta ulos kirjautumisen. Saapuessaan päätepysäkille raitiovaunu törmäsi raitiotien päätekohtassa sijaitsevaan graniittiseen päätymuuriin nopeudella 10 km/h. Tutkinnan perusteella törmäys johtui kuljettajan inkapasitaatiosta<sup>4</sup>. Lisäksi tutkinnassa selvisi, että kuljettajan käsi oli todennäköisesti jäänyt raitiovaunun ajokahvan<sup>5</sup> päälle, minkä takia vaunun turvalaite ei havainnut kuljettajan inkapasitaatiota.



**Kuva 6.** Ilmakuva onnettomuuspaikasta. Päätymuuriin törmännyt raitiovaunu on kuvassa merkitty numerolla 1, päätymuuri numerolla 2 ja vaunun kulkureitti punaisella nuolella. (Kuva: Poliisi, merkinnät: OTKES)

Onnettomuuden näkivät sattumalta metro- ja raitiovaunuliikenteen järjestyksenvalvonnasta vastaavat järjestyksenvalvojat, jotka olivat autollaan liikenteessä onnettomuuspaikan lähetyillä. He ajoivat auton onnettomuuspaikan viereen ja havaitsivat, että matkustajat olivat edelleen vaunussa ja vaunun ovet olivat edelleen lukossa. He koittivat viittilöidä vaunun ulkopuolelta kuljettajalle ovien avaamisesta, mutta eivät saaneet puhelimesta olleeseen kuljettajaan kontaktia. Järjestyksenvalvojat päätyivät soittamaan LOK:een, ja pyytämään LOK:ta soittamaan kuljettajalle ovien avauksesta. Pian tämän jälkeen kuljettaja avasi matkustajille ovet.

Raitiovaunun tapahtumatalentimen tallenteista voidaan todeta, että pysähtymiskohtaa lähestyttäessä viimeisin jarrutus on tapahtunut 41 %:n jarrutusteholla noin 14 sekuntia ennen törmäystä. Törmäyksen yhteydessä ajokahva on siirtynyt asentoon 103 % vetotehon

<sup>4</sup> Kuljettajan toimintakyvyn menetystä kutsutaan inkapasitaatioksi.

<sup>5</sup> Hallintalaite, jolla säädelään raitiovaunun tehonsäätöä ja jarrutusta.

puolelle. Kyseinen asento on ajokahvan tehoasetuksen maksimiasento. Kuljettajan kertomus käden jäämisestä ajokahvan päälle vastaa tapahtumatallentimen tietoja.

Paikalla ollut järjestyksenvalvojapartio teki onnettomuudesta ensimmäisenä ilmoituksen HAAVA:an<sup>6</sup> ja soitti tapahtuneesta myös hätäkeskukseen. Kuljettaja teki tapahtumasta ilmoituksen LOK:n. LOK totesi valvontakameroiden ja tapahtumapaikalta saamiensa tietojen perusteella, että päätymuuriin törmännyt raitiovaunu ei estä liikennöintiä Keilaniemeen. Liikennettä ei näin ollen pysäytetty eikä ajojohtimen jännitettä katkaistu onnettomuuspaikalta. LOK:lla ei ollut käytettävissä toimintaohjekorttia, joka tällaisessa häiriötilanteissa ohjaisi heidän toimintaansa.

## 1.2 Hälytykset ja pelastustoimet

### 1.2.1 Raitiovaunujen törmäys Itäkeskuksessa 15.10.2024

Itäkeskuksen onnettomuudessa ensimmäisen hätäpuhelun soitti Itäkeskuksesta lähteneen raitiovaunun 614 kuljettaja. Puhelu kesti noin kaksi minuuttia. Puhelun aikana matkustajia ohjeistettiin poistumaan vaunusta. Kuljettaja kertoi matkustajien olevan kunnossa. Kuljettaja kertoi, että toinen raitiovaunu on suistunut kiskoilta. Hätäkeskuspäivystäjä välitti tehtävän pelastusviranomaisille kiireellisenä raideliikenneonnettomuutena.

**Taulukko 1.** Onnettomuuspaikalle hälytetyt yksiköt.

Tunnus	Hälytetty	Kohteessa	Yksikkö	Toimenpide
RHE601 / Mellunkylän paloasema	20.34.09	Peruttu	Pelastusyksikkö	Ei toimenpiteitä
RHE30 / Kallion paloasema	20.34.09	Peruttu	Johtoyksikkö	Ei toimenpiteitä
RHE6115 / Kontulan paloasema	20.31.58	20.38.58	Kärkiyksikkö	Alueen eristäminen/liikenteen ohjaus
RHE125 / Vallilan raitiovaunuvarikko	20.31.58	20.45.00	Operaattorin raivausyksikkö	Raivaus/siivous
RHE32 / Kallion paloasema	20.31.58	20.42.18	Johtoyksikkö	Pelastustoiminnan johtaminen
RHE105 / Kallion paloasema	20.31.58	20.42.15	Raskas pelastusyksikkö	Tiedustelu/Alueen eristäminen/liikenteenohjaus
RHE701 / Herttoniemen paloasema	20.31.58	20.37.17	Pelastusyksikkö	Tiedustelu/Alueen eristäminen/liikenteen ohjaus
EHE1261 / Mellunkylän paloasema	20.37.33	20.56.48	Ensihoitoyksikkö	Ensihoito

Toisen hätäpuhelun soitti paikalla ollut henkilö. Puhelu kesti noin kolme minuuttia. Puhelun aikana ilmeni kielestä johtuvia kommunikointihaasteita, ja osoitteen selvittäminen oli vaikeaa. Puhelusta kävi kuitenkin ilmi, että yksi henkilö oli loukkaantunut ja valitti kylkikipua. Hätäkeskuspäivystäjä pyysi siirtämään puhelinta henkilölle, joka pystyisi antamaan tarkempia lisätietoja. Puhelin siirtyi paikalla olleelle raitiovaununkuljettajalle, joka antoi tarvittavat lisätiedot hätäkeskuspäivystäjälle. Tilannekuvaa täydensi vielä kolmas hätäpuhelu, jonka soitti liikenteenohjauskeskuksen henkilö.

<sup>6</sup> HAAVA on Pääkaupunkiseudun kaupunkiliikenteen turvalvomosta käytettävä nimitys.

Ensimmäisen ensihoitoyksikön saapuessa matkustajat olivat poistuneet vaunuista ja myös onnettomuuspaikalta, lukuun ottamatta yhtä lievästi loukkaantunutta henkilöä. Törmäys tapahtui rauhallisella alueella, missä ei ollut muuta liikennettä. Tämä helpotti onnettomuusalueen eristämistä. Alueen eristämisen yhteydessä ensihoitoyksikkö evakuoiti loukkaantuneen henkilön ambulanssiin pelastusyksikön avustuksella.

Raitiovaunu 602 oli törmäyksen seurauksena kallistunut noin 10 astetta ja suistunut kiskoilta. Liikenteenohjauskeskus pysäytti muun liikenteen ja poisti ajojohtimen jännitteen. Näillä toimilla varmistettiin pelastusviranomaisten työturvallisuus. Pelastusyksikön RHE701 saavuttua kohteeseen päätettiin laskea vaunujen virroittimet ja varmistaa vaunujen paikallaan pysyminen. Pelastustoimintaa helpotti Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy:n raivausyksikkö HE125:n nopea saapuminen kohteeseen. Raivausyksikkö ryhtyi selvittämään, miten vaunut saataisiin takaisin kiskoille ja liikenne normalisoitua. Pelastustehtävät päättyivät, kun loukkaantunut oli evakuoitu ja lisäonnettomuuksien riski oli poistettu. Ensihoitoyksikkö kuljetti onnettomuuspaikalta yhden potilaan sairaalan päivystykseen.

### 1.2.2 Raitiovaunun törmäys päätymuriin Keilaniemessä 15.11.2024

Keilaniemen onnettomuudesta hätäkeskukseen soitettiin yksi hätäpuhelu. Puhelun soitti Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy:n toimeksiannossa työskennellyt järjestyksenvalvoja. Puhelu kesti noin viisi minuuttia. Järjestyksenvalvoja kertoi puhelun vastaanottaneelle hätäkeskuspäivystäjälle, että tehtävälle oli jo hälytetty Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy:n raivausyksikkö. Puhelun aikana järjestyksenvalvoja ja hätäkeskuspäivystäjä sopivat, että raivausyksikkö pyytää tarvittaessa lisäapua. Hätäkeskuspäivystäjä jätti tämän myötä vasteen mukaiset pelastusyksiköt hälyttämättä. Ensihoidon kenttäjohtaja kuuli tehtävänannon VIRVE-verkossa ja pyysi hätäkeskukselta lisätietoja. Käydyn keskustelun perusteella hätäkeskuspäivystäjä liitti hänet ja kaksi muuta ensihoitoyksikköä sekä pelastuslaitoksen yksikön tehtävälle.

**Taulukko 2.** Onnettomuuspaikalle hälytetyt yksiköt.

Tunnus	Hälytetty	Kohteessa	Yksikkö	Toimenpide
ELU5211 / Sepänkylän paloasema	11.51.22	11.59.06	Hoitotason ensihoitoyksikkö	Ensihoito
ELU5232 / Espoonlahden paloasema	11.52.37	11.55.08	Hoitotason ensihoitoyksikkö	Ensihoito
ELU51 / Sepänkylän paloasema	11.53.15	12.00.47	Ensihoidon kenttäjohtaja	Ensihoidon johtaminen
RLU201 / Matinkylän paloasema	11.56.24	12.01.42	Pelastusyksikkö	Lisähälytys ensihoidon pyynnöstä
ELU5222 / Matinkylän paloasema	12.28.25	12.29.41	Hoitotason ensihoitoyksikkö	Ensihoito

Esitietojen mukaan raitiovaunussa oli noin 25 henkilöä, joista neljä oli lievästi loukkaantunut. Ensihoitoyksiköiden saavuttua kohteeseen suurin osa altistuneista oli jo poistunut paikalta. Ensihoitoyksiköt tarkastivat neljä lievästi loukkaantunutta, joista yksi kuljetettiin sairaalan päivystykseen tarkistettavaksi. Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy:n raivausyksikön saavuttua kohteeseen yksikön henkilöstö arvioi tilannetta yhdessä pelastuslaitoksen henkilöstön kanssa. He totesivat, ettei pelastusyksikölle ole tarvetta onnettomuuspaikalla. Yksikkö vapautettiin tehtävältä ja raivausyksikkö otti onnettomuuspaikan haltuunsa.

## **1.3 Seuraukset**

### **1.3.1 Henkilövahingot**

Itäkeskuksen onnettomuudessa loukkaantui lievästi yksi henkilö, joka oli törmäyksen voimasta iskeytynyt vasten käsikaidetta. Loukkaantunut henkilö oli hieman aikaisemmin noussut ylös istuimeltaan ja siirtynyt lähemmäksi ovea. Ensihoitoyksikkö tutki potilaan. Löydöksinä henkilöllä havaittiin kipua toisessa kädessä ja rintakehällä. Löydöksien, vammamekanismin sekä ensihoitolääkärin konsultaation perusteella potilas kuljetettiin C-vasteella sairaalaan jatkotutkimuksiin. Sairaalassa potilaalle tehtiin laajat tutkimukset ja kuvantamiset ilman merkittäviä vammalöydöksiä.

Keilaniemen onnettomuudessa loukkaantui lievästi neljä henkilöä, joista yksi kuljetettiin sairaalaan tarkistettavaksi rintakehän voimakkaan kivun takia. Henkilö kotiutettiin sairaalasta tutkimusten jälkeen. Rintakehän kipu paheni kuitenkin merkittävästi, minkä vuoksi hän joutui hakeutumaan sairaalaan uudelleen myöhemmin samana päivänä. Kuvantamisen jälkeen hänellä todettiin kylkiluun murtuma.

Molemmissa tapauksissa raitiovaunuissa oli melko vähän matkustajia, ja vaunujen nopeudet olivat alhaisia. Nämä tekijät todennäköisesti vähensivät henkilövahinkoja. Molemmissa onnettomuuksissa osa matkustajista oli vaunujen kydyssä seisovassa asennossa.

### **1.3.2 Kalusto-, rata- ja laitevauriot**

Itäkeskuksen onnettomuudessa molemmat vaunut 602 ja 614 vaurioituivat pahoin. Molempien vaunujen kyljet ja vaunun 602 keula kärsivät vaurioita. Lisäksi molempien vaunujen moduulien liikettä ohjaava järjestelmä vaurioitui törmäyksessä. Vaunun 602 korjauskustannukset olivat noin 100 000 euroa. Vaunu 614 oli tutkinnan aikana vielä korjauksessa, eikä sen korjauskustannuksista ollut saatavilla arviota. Lisäksi rata vaurioitui vaihtealueella, mutta sen korjauskustannuksista ei ollut arviota.

Raitiovaunun törmäyksessä päätymuuriin Keilaniemessä raitiovaunun 618 vahingot rajoittuivat lähinnä vaunun etupään ulkooverhouksen vaurioihin. Raitiovaunun keularakenteeseen on sijoitettu kaksi törmäyksenvaimenninta, jotka toimivat törmäyksessä suunnitellusti ja ottivat vastaan suurimman törmäysenergian ja siten estivät raitiovaunun korirakenteen vahingoittumisen. Vaunu siirrettiin Keilaniemestä Roihupellon varikolle hiljaisella nopeudella ajaen. Vauriokustannukset olivat vaunun osalta noin 4 300 euroa. Lisäksi päätymuurina toimiva graniittikappale siirtyi törmäyksessä pois paikoiltaan, ja sen korjauskustannukset olivat noin 10 000 euroa. Päätymuuri toimi törmäyksessä suunnitellusti.

### **1.3.3 Ympäristövahingot**

Onnettomuuksista ei aiheutunut ympäristövahinkoja.

### **1.3.4 Liikennehäiriöt**

Itäkeskuksen onnettomuuden takia raitiolinjalla 15 peruttiin 32 vuoroa. Liikennettä hoidettiin onnettomuuspaikan raivauksen ajan Keilaniemen ja Roihupellon kääntöpaikan välillä.

Keilaniemen onnettomuuden takia raitiolinjan 15 liikennettä ei pysäytetty. Liikennettä ohjattiin käyttämään Keilaniemessä vapaana ollutta laituria. Onnettomuusvaunun vaurioitumisen takia jäi ajamatta seitsemän kyseiselle vaunulle suunniteltua vuoroa.

## 2 TAUSTATIEDOT

### 2.1 Toimintaympäristö, laitteet ja järjestelmät

#### 2.1.1 Kalusto



**Kuva 7.** Raitiolinjalla 15 käytössä oleva Skoda ForCity Smart Artic X54 -raitiovaunu. (Kuva: Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy)

Raitiolinjalla 15 on käytössä yhteensä 29 raitiovaunua. Vaunujen mallinimi on Skoda ForCity Smart Artic X54. Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy on antanut vaunuille kalustosarjatunnuksen MLPRV1. Kyseessä on Skoda Group Oy:n vuosina 2021–2024 toimittama kalustosarja. Kaluston suunnittelua ohjasi pitkälti Raidejokeri-projektin infrasuunnittelu. Tämän lisäksi vaatimuksena kaluston hankinnan yhteydessä oli vaunujen soveltuvuus myös kantakaupungin raitiotieverkolle. Kantakaupungin raitiotieverkon profiilin vaatimusten takia MLPRV1-tyyppin vaunuihin suunniteltiin kulkuominaisuuksia parantava SCCS<sup>7</sup>-järjestelmä.

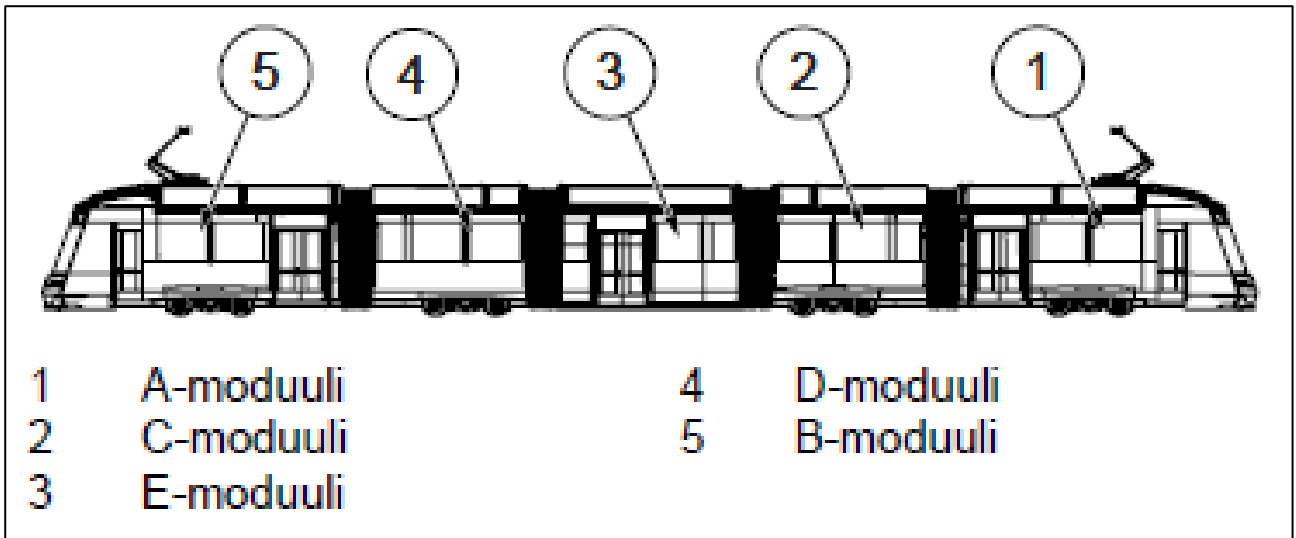
**Taulukko 3.** Raitiolinjan 15 Smart Artic X54 -raitiovaunun tekniset tiedot.

<b>Vaunujen numerot</b>	601–629
<b>Käyttöönottovuodet</b>	2021–2024
<b>Valmistaja</b>	Skoda Group Oy (Skoda Transtech Oy)
<b>Pituus</b>	34 m
<b>Leveys</b>	2,42 m (Pysäkin tasalla 2,32 m) <sup>8</sup>
<b>Korkeus</b>	3,83 m
<b>Omapaino/ Akselipaino</b>	59 t/7,5 t
<b>Matkustajat/Istumapaikat/Seisomapaikat</b>	252/82/170
<b>Pienin radan kaarresäde</b>	14 m
<b>Huippunopeus</b>	80 km/h

<sup>7</sup> SCCS = Symmetrical Car Control System, on vaunun korimoduuleja kääntelevä mekanismi. Mekanismin avulla vaunu pystyy kulkemaan radan jyrkkien kaarteiden läpi.

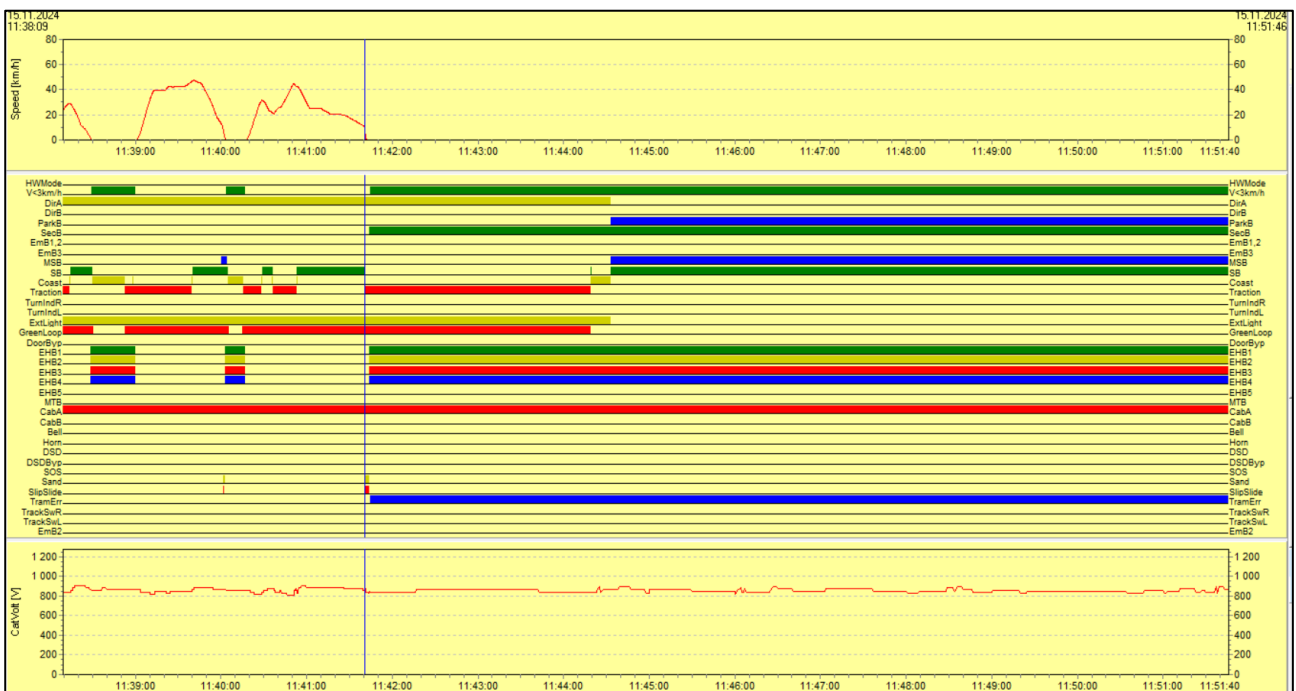
<sup>8</sup> Vaunun korin leveys matkustajaovien kynnyshölkäydellä tulee olla 2,3 m, koska vaunun tulee pystyä liikennöimään myös kantakaupungin rataverkolla. Korin leveys kasvaa 2,4 metriin 0,2 metrin korkeuden kohdalla.

Smart Artic X54 on matalalattiainen kahteen suuntaan ajettava raitiovaunu. Yksi vaunu koostuu viidestä moduulista, jotka on nimetty kirjaimin A-E.



**Kuva 8.** Smart Artic X54 -raitiovaunun moduulit. (Kuva: Skoda Transtech Oy)

Moduulit A ja B ovat keskenään samanlaisia ohjaamolla ja telillä varustettuja moduuleita. Moduulit C ja D ovat vastaavasti keskenään samanlaisia telillä varustettuja moduuleita. Vaunun keskimäinen moduuli E poikkeaa muista moduuleista siinä, että siinä ei ole teliä. E-moduuli sisältää monitoimitilan, jossa on paikkoja lastenvaunujen kanssa matkustaville ja liikuntarajoitteisille matkustajille. Vaunut on varustettu tapahtumatallentimilla, jotka tallentavat ajon aikana ajonopeuden ja 36 eri tilatietoa vaunun järjestelmistä. Keskeisimpiä ovat hätätilajärjestelmien ja ajossa käytössä olevan ajokahvan tilatiedot.

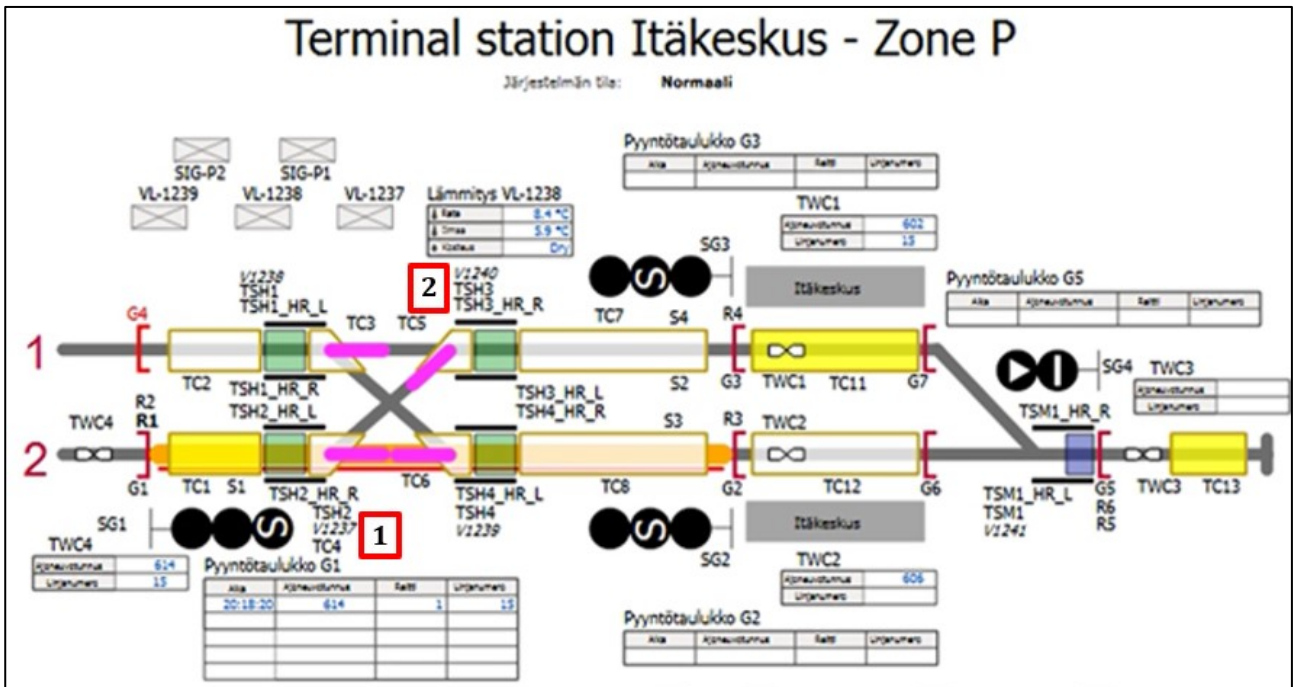


**Kuva 9.** Esimerkkikuva tapahtumatallentimen tiedoista, joita on käsitelty kohdassa 2.3 Tallenteet. (Tallenne: Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy)



### 2.1.3 Turvalaitteet

Raitiotien päätepysäkeillä käytössä oleva asetinlaitejärjestelmä on tšekkiläisen Elektroline Inc:n valmistama alueellinen järjestelmä<sup>9</sup>. Raiteiden vapaana oloa valvotaan järjestelmässä raidevirtapiirein. Järjestelmän toiminnasta ja vaihteiden asennoista viestitään kuljettajille kolmiaukkoisten opastimien avulla. Järjestelmä koostuu neljän sähköhydraulisesti käännettävän vaihteen ja yhden raideristikon muodostamasta raide-elementistä. Itäkeskuksessa järjestelmän vaihteet ja raideristikko on sijoitettu välittömästi matkustajalaitureiden jälkeen. Keilaniemessä etäisyys matkustajalaitureista vaihdejärjestelmään on noin 100 metriä.



**Kuva 11.** Vaihteiden asennot Itäkeskuksen päätepysäkillä onnettomuushetkellä. Vaihte V1237B (numero 1) on kääntynyt suoraan muodostaakseen saapuvalle vaunulle kulkutien laituriiin 32. Vaihte V1240B (numero 2) on vielä oletusasennossaan vasemmalle kääntyneenä, koska laiturissa olevan vaunun lähtölupapyyntö ei ole välittynyt järjestelmälle. Huomioitavaa on, että vaihdejärjestelmän kaavion raidejärjestely poikkeaa todellisuudesta laiturialueen (tekstit *Itäkeskus*) jälkeiseltä osuudelta. Raiteet päättyvät käytännössä laiturien kohdalle. (Kuva: Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy, merkinnät: OTKES)

Järjestelmä muodostaa saapuvalle raitiovaunulle automaattisesti kulkutien vapaaseen laituriiin. Järjestelmä pyrkii oletuksena ohjaamaan päätepysäkille saapuvan vaunun sen kulkusuunnassa vasemmanpuoleiseen laituriiin. Toiminnon tarkoituksena on, että vaunu pääsee näin lähtemään päätepysäkiltä takaisinpäin suoraan oikeaa raidetta pitkin. Jos laiturissa on jo vaunu, järjestelmä tunnistaa sen ja muodostaa vaunulle kulkutien oikeanpuoleiseen laituriiin.

Järjestelmän toimintalogiikassa vaihteilla ei ole perusasentoja, vaan ne jäävät viimeisimmän muodostetun kulkusuunnan mukaiseen asentoon. Näin vaunun saapuessa oikeaa raidetta ja

<sup>9</sup> Zone Control System SIG.

ohjautuessa kulkusuunnassa vasempaan laituriiin, jäävät vaihteet asentoon, jossa ne ohjaavat laiturista lähtevän vaunun vasemmalle raiteelle. Vasta kun pysäkiltä oikeaa raidetta lähtevän vaunun kuljettaja tekee järjestelmälle lähtölupapyyntön, oikean raiteen kulkusuunnassa ensimmäinen vaihde, Itäkeskuksessa vaihde V1240B, käännetään mahdollistamaan lähtevän vaunun kulku suoraan oikeaa raidetta. Tämä toiminto mahdollistaa sen, että pysäkiltä vasten seis-opastetta lähtevä vaunu ohjautuu kulkusuunnassa vasemmalle raiteelle ja aiheuttaa törmäysvaaran. Tätä yhteentörmäyksen riskiä ei ollut tunnistettu järjestelmän suunnittelussa.

Päätepysäkille saavuttaessa järjestelmä tunnistaa saapuvan raitiovaunun, ja opastin antaa kuljettajalle ajoluvan ja näyttää vaihteiden suunnan opastimen alimman aukon opasteella. Opaste voi olla joko pystysuora viiva tai vasemmalle kallistunut viiva sen mukaan ohjataanko raitiovaunu suoraan oikeaa raidetta vai vaihteesta vasemmalle raiteelle. Jos pysäkille ei voi ajaa, opastimen keskimmaisessä aukossa näkyy seis-opaste, valkoinen S-kirjain.

Lähdettäessä päätepysäkiltä kuljettajan tulee pyytää lähtölupa vaunun vaihteenkääntövivulla. Järjestelmä kääntää tämän jälkeen automaattisesti vaihteet, ja kun kulkutie on muodostunut, opasteen keskimmaisessä aukossa oleva valkoinen S-kirjain, eli seis-opaste sammuu ja alimpaan aukkoon syttyy ajon salliva opaste. Ajon salliva opaste voi olla joko pystysuora tai oikealle kallistunut viiva sen mukaan, ohjataanko raitiovaunu suoraan oikeaa raidetta vai vasemmalta raiteelta vaihteesta oikealle raiteelle.



**Kuva 12.** Saapuminen Itäkeskuksen päätepysäkille. Kuvassa betonikannella sijaitsevat vaihteet ohjaavat pysäkille oikeanpuoleista raidetta saapuvan vaunun kulkusuunnassa vasemmalle raiteelle. Opastimen alimmissa aukossa näkyvä vasemmalle kallistunut viiva ilmaisee vaihteen asennon. (Kuva: OTKES)



**Kuva 13.** Kuljettajan näkymä Itäkeskuksen pääte pysäkillä laiturissa 31. Lähtöluvan antava ja vaihteiden asennon ilmaiseva opastin näkyy sivuikkunasta. Kuvassa opastin näyttää seis-opastetta. Vaunu on samassa kohdassa kuin onnettomuuspäivänä ennen onnettomuutta. (Kuva: Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy)



**Kuva 14.** Kuva raitiovaunun ohjaamosta Itäkeskuksen lähtölaiturissa pimeään vuorokauden aikaan. Vaunu on tässä kuvassa kauempana opastimesta kuin onnettomuuden tapahtuessa. Tämän takia opastin näkyy paremmin kuin edellisessä kuvassa. (Kuva: OTKES)

## 2.1.4 Viestintävälineet

Raitiovaunujen kuljettajat viestivät liikenteenohjauskeskuksen kanssa VIRVE<sup>10</sup>-verkon puhelimilla. Puhelimet on asennettu kiinteästi raitiovaunujen ohjaamoihin. Lisäksi kuljettajilla on omissa matkapuhelimissaan Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy:n kuljettajasovellus, jota käytetään ajankohtaisten asioiden tiedottamiseen kuljettajille.

## 2.2 Olosuhteet

### 2.2.1 Sääolosuhteet

Itäkeskuksen onnettomuuden tapahtumahetkellä sää oli selkeä ja lämpötila oli +4 °C. Onnettomuushetkellä kello 20.28 oli pimeää. Sääolosuhteilla ei ollut vaikutusta onnettomuuden syntyyn. Pimeys vaikutti havainnointiin.

Keilaniemen onnettomuuden tapahtumahetkellä sää oli pilvinen ja lämpötila oli +7 °C. Onnettomuus tapahtui kello 11.41, eli valoisaan vuorokauden aikaan. Sää- tai valaistusolosuhteilla ei ollut vaikutusta onnettomuuden syntyyn.

### 2.2.2 Työskentelyolosuhteet

**Raitioliikenteessä kuljettajan rooli** on keskeinen ajotapahtumassa. Raitiovaunun ajaminen tapahtuu näkemäajona, missä kuljettaja vastaa opasteiden ja merkkien noudattamisesta, eikä vaunu- tai ratainfraassa ole turvajärjestelmiä, jotka valvoisivat kuljettajan tekemiä päätöksiä. Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy:n raitiolinjalla 15 käyttämissä raitiovaunuissa ei esimerkiksi ole teknistä järjestelmää, joka jarruttaisi vaunua, jos kuljettaja ohittaa seis-opasteen tai ajaa ylinopeutta. Vaunuissa on ainoastaan kaarrenoikeuksista varoitettava järjestelmä, joka perustuu vaunun 1. telin kääntökulman ja nopeuden mittaukseen. Järjestelmä toimii vain kaarteissa ajettaessa, eli se ei varoita etukäteen tilanteessa, jossa kaarretta lähestytään liian suurella nopeudella.

**Raitiolinjan 15 reitti** koostuu erityyppisistä liikennöintiolosuhteista. Reitillä on linjaosuuksia, jotka muistuttavat rautateitä, liikenteen seassa ajettavia kohtia, joissa raitiovaunu voi olla väistämismuuttainen sekä osuuksia, joissa ajetaan muun liikenteen joukossa, mutta raitiovaunulle luodaan etuajo-oikeus. Tämä luo kuljettajalle paljon keskittymistä ja jatkuvaa mukautumista vaativan työympäristön. Raitiolinjan 15 Keilaniemen päädyn puoleinen osa on luonteeltaan rautatiemaista, jossa reitti kulkee pidemmän aikaa erillään muusta liikenteestä.

**Raitiovaunukuljettajat** ajavat työvuoroissaan raitiovaunua kantakaupungin raitiotien alueella ja raitiolinjalla 15. Näiden lisäksi osa kuljettajista on pätevöitynyt myös metrojunan kuljettajaksi. Kuljettajien työvuorot voivat vaihdella saavutetun kelpoisuuden mukaan sisältäen ajamista joko kantaraitiotiellä, pikaraitiolinjalla tai metrojunalla. Saman työvuoron sisällä ei kuitenkaan yleensä vaihdeta liikennemuodosta toiseen.

**Raitiolinjalla 15 käytetyn Smart Artic X54 -raitiovaunun** ohjaamosta on hyvä näkyvyys eteen ja etuviistoon sivuille isojen ikkunoiden ansiosta. Kuljettajan istuin on sijoitettu raitiovaunun keskilinjalle. Taustapeilejä raitiovaunussa ei ole, vaan niiden tilalla ovat

---

<sup>10</sup> Raitioliikenteen liikenneviestinnässä käytetään kansallisten viranomaisten käyttämää VIRVE-verkkoa. Raitiovaunun kuljettajien ja liikenteenohjauskeskuksen väliseen viestintään käytetään ensisijaisesti VIRVE-ohjaamoradiopuhelinta. VIRVE on TETRA-teknologiaan perustuva verkko, jolla tuotetaan korotetun turvallisuus- ja varautumistason radioviestintäpalveluja viranomaisten ja luvan saaneiden yhteiskunnan kriittisen infrastruktuurin toimijoiden yhteiskäyttöön. TETRA (Terrestrial Trunked Radio) on 380–400 Mhz taajuusalueella toimiva korkean saatavuuden radioverkko.

raitiovaunun sivua ulkoa kuvaavat kamerat. Kameroiden näytöt ovat ohjaamossa kuljettajan pään korkeudella etuviistossa oikealla ja vasemmalla puolella sijoitettuna korin pystysuuntaisten pilareiden kohdalle. Raitiovaunun käyttöön tarkoitetut hallintalaitteet ja käyttökytkimet ovat sijoitettuna istuimen molemmille puolille ja eteen. Ohjaamon ilmanvaihto on portaattomasti säädettävissä, ja ohjaamoon tulevaa ilmaa voidaan lämmittää tai jäähdyttää. Kuljettaja voi itse valita työskentelyolosuhteisiin sopivan ohjaamon lämpötilan.

Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy pyrkii käyttämään raitiovaunukuljettajia ristiin sekä kantakaupungin raitiotiellä että raitiolinjalla 15. Kuljettajien ristiinkäytön helpottamiseksi raitiolinjalle 15 hankittujen Smart Artic X54 -raitiovaunujen ohjaamot on pyritty tekemään mahdollisimman saman kaltaisiksi kuin kantakaupungin raitiotiellä käytettävien Artic X34 -laitteiden kokoonpano. Raitiovaunujen ohjaamoiden hallintalaitteiden sijoittelu ja niiden käyttö on tästä syystä molemmissa vaunutyypeissä pyritty saamaan mahdollisimman identtiseksi. Smart Artic X54 -tyypin raitiovaunujen ohjaamossa on kuitenkin eroja, johtuen muun muassa matkustajaovien sijoittelusta korin molemmille kyljille. Tästä syystä ovien hallintapainikkeet ovat jaettu niin, että kulkusuuntaan nähden vasemman kyljen ovia ohjataan ohjaamon vasemmanpuoleisesta painikeryhmästä ja oikeanpuoleisia oikeasta painikeryhmästä.

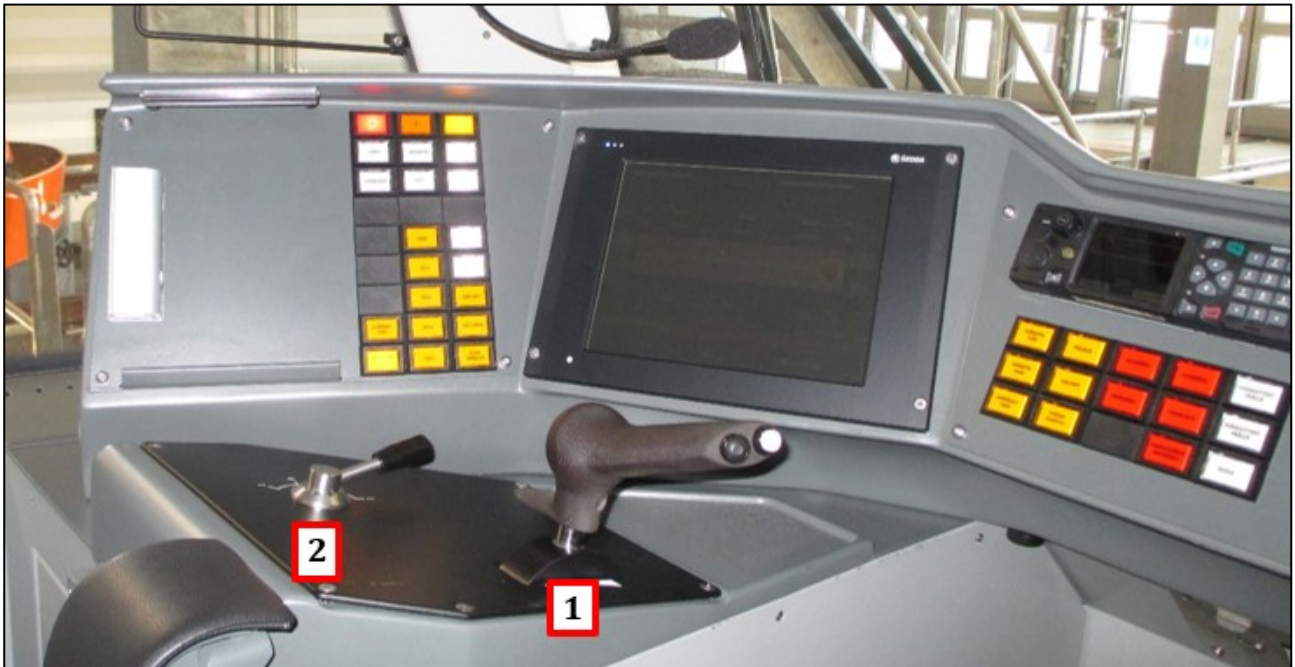


**Kuva 15.** Smart Artic X54-raitiovaunun ohjaamon ohjauspöydän ja jalkatilan laitteet. Kuvassa numero 1 on ajokahva ja numero 2 on turvalaitteen jalalla painettava painike. (Kuva: OTKES)

**Smart Artic X54 -raitiovaunun ajamiseen käytettävät suuntakytkin ja ajokahva** on sijoitettu ohjaamon vasemmalle puolelle kuljettajan istuimen käsinojan viereen, kiinteästi ohjauspöydän rakenteisiin. Näin ollen kuljettajalla ei ole mahdollisuutta siirtää ajokahvaa sopivaan asemaan, vaan ergonomia-asetukset säädetään itselle sopivaksi istuimen ja ajokahvan puolella istuimessa olevan käsituen säädöllä. Suunnitteluratkaisun lähtökohtana oli ajokahvan luotettavuus. Suuntakahvasta valitaan ajosuunta eteen tai taakse. Ajokahvaa liikuttaessa keskiasennosta eteenpäin raitiovaunu lähtee liikkeelle ja vastaavasti kahvaa

liikutettaessa keskiasennosta taaksepäin raitiovaunu jarruttaa. Ajokahvan ollessa keskiasennossa vaunu rullaa vapaasti. Ajokahvassa on myös vakionopeudensäädin-toiminto, eli asettamalla ajokahva haluttua nopeutta vastaavaan kohtaan, vaunun ohjauselektronikka säätää automaattisesti vaunun nopeuden halutuksi.

Ajokahvassa on lisäksi turvalaitetoiminto, eli niin sanottu *kuolleenmiehenkytkin*, jolla valvotaan kuljettajan toimintakykyä. Kahva on painettava alas ja pidettävä alas painettuna aina raitiovaunun liikkuesssa. Mikäli kahvaa ei paineta vaunun liikkumisen aikana, ohjauspöydän sumneri soi ja merkkivalo ohjauspöydässä syttyy. Jos kuljettaja ei reagoi tähän viiden sekunnin aikana, raitiovaunun jarrut kytkeytyvät päälle ja raitiovaunu pysähtyy. Ajokahvan painamisen vaihtoehtona on Smart Artic X54 -raitiovaunuissa kuljettajan jalkatilassa oleva jalalla painettava painike, joka on tyypiltään sähkömekaaninen. Jompikumpi on oltava painettuna aina liikkeelle lähdettäessä ja liikkumisen aikana. Ajokahvan turvalaitetoiminnon aktivoimiseen riittää yleensä, että kuljettaja lepuuttaa kättä ajokahvan päällä.



**Kuva 16.** Smart Artic X54-raitiovaunun ajokahva (1) ja suuntakytkin (2). Turvalaitteen anturi on sijoitettu ajokahvaan (1). Anturi aktivoituu ja resetoituu turvalaitteen, kun ajokahvaa painetaan. (Kuva: OTKES)

Vaikka Smart Artic X54 -vaunujen ohjaamojärjestelyt on pyritty tekemään mahdollisimman samankaltaisiksi kantakaupungin raitiotiellä käytössä olevien Artic X34 -vaunujen kanssa, poikkeaa Smart Artic X54 -raitiovaunujen ajokahva toteutukseltaan Artic X34 -raitiovaunun ajokahvasta. Artic X34 -vaunujen ajokahva on muotoilultaan pyöreä, ja se on sijoitettu pystympään kuin Smart Artic X54 -vaunuissa. Ajokahvaan sijoitettu kuljettajan turvalaitteen anturi on tyypiltään kapasitiivinen<sup>11</sup>, eli se tunnistaa ajokahvalla olevan käden ilman, että ajokahvaa tarvitsee painaa.

<sup>11</sup> Kapasitiivinen anturi toimii havaitsemalla kapasitanssin muutoksia. Anturi luo sähkökentän tunnistusalueellaan, ja kun kohde tulee kenttään, se vaikuttaa kentän kapasitanssiin, eli kykyyn varastoida sähkövarausta. Kapasitanssin muutoksen perusteella anturi tunnistaa kohteen läsnäolon.



**Kuva 17.** Kantakaupungin raitiotiellä käytössä olevan Artic X34-raitiovaunun ajokahva ja ohjauspöytä. (OTKES:in kuvakaappaus Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy:n videolta)

**Raitiovaunun ohjauspöydässä on vaihteenkääntökytkin,** jolla kuljettaja kantakaupungin raitiotiellä kääntää edessä olevan vaihteen asentoa tai vaikuttaa reitillä olevien tiettyjen liikennevalojen toimintaan. Kantakaupungin raitiotiellä yleisimmin käytössä olevassa järjestelmässä komento välittyy vaunun kääntömagneetilta suoraan vaihteenkääntölaitteelle, joka kääntää vaihteen. Kuljettajat seuraavat ajaessaan jatkuvasti raitiotieopastimia sekä vaihteiden asentoa ja varmistavat näin silmämääräisesti vaihteiden oikean asennon ja oikealla reitillä pysymisen.



**Kuva 18.** Smart Artic X54-raitiovaunun ohjauspöydän keskiosan laitteet. Kuvassa numero 1 on vaihteenkääntövipu. (Kuva: OTKES)

Raitiolinjalla 15 kyseisen vaihteenkääntövivun käyttötapa poikkeaa kantakaupungin raitiotien toiminnasta. Raitiolinjalla 15 vaihteenkääntövivua oikealle kääntämällä tilataan raitiolinjan päätepysäkeillä lähtölupa vaihdejärjestelmältä. Lähtölupa näytetään raitiotieopastimella ja lähtöluvan saamisen opastin näyttää siten, että sen keskimmaisessa aukossa oleva S-kirjain sammuu, ja sen alla olevaan aukkoon tulee kulkusuuntaa osoittava viiva. Lähtölupakomento välittyy vaihdejärjestelmälle vain, kun vaunu on lähtövalmiina ja kulkusuunta on valittu. Kuljettaja ei näe vaunun järjestelmistä onko lähtölupapyyntö mennyt vaihdejärjestelmälle, vaan hänen on toimittava ainoastaan opastimia seuraamalla. Lisäksi vaihteenkääntövivua käytetään myös sähköisillä suunnanvaihtopaikoilla.

**Raitiovaunun kuljettaminen** vaatii kuljettajalta jatkuvaa valppautta ja keskittymistä. Raitiolinjan 15 reitti risteää usean kerran sekä kevyenliikenteenväylien, että autoteiden kanssa. Lisäksi väistämisvelvollisuus risteävän liikenteen kanssa vaihtelee reitillä. Valo-opastimet ja muu liikenne havainnoidaan näkemiseen perustuen. Raitiolinjalla 15 liikennöidään paikoin myös kantakaupungin raitiotieitä suuremmalla nopeudella. Kohdissa, missä raitiotie on erillään muusta liikenteestä, nopeusrajoitus on korkeimmillaan 70 km/h. Kuljettajaa tukevia teknisiä ratkaisuja ei juurikaan ole käytössä. Esimerkiksi valo-opasteiden tai nopeusrajoituksen noudattaminen perustuu ainoastaan kuljettajan toimintaan ja valppaaseen liikenteen seuraamiseen. Kun ajetaan Itäkeskuksesta Keilaniemeen useampia kertoja saman työvuoron aikana, voi ajaminen muuttua rutiininomaiseksi suoritukseksi. Tämä saattaa aiheuttaa vaikeuksia ylläpitää tarkkaavaisuutta. Normaali liikenteen tilanteissa esimerkiksi raiteenvaihdolle ei ole tarvetta, vaan ajaminen tapahtuu samaa reittiä koko matkan. Myös tämä virikkeiden monotonisuus haastaa kuljettajan tarkkaavaisuuden ylläpitoa. Työ on toisteista, ja yllättävät tilanteet ja poikkeamat tulevat eteen hyvin nopeasti. Koska kuljettajaa tukevia turvajärjestelmiä on vain vähän verrattuna esimerkiksi rautatieliikenteeseen, ajaminen raitiolinjalla 15 on vaativaa.

**Kuljettajien työvuorojärjestelmä** perustuu jaksotyöhön, jossa työjakson pituus on kolme viikkoa. Työjakson aikana tehtävien työtuntien määrä on noin 115 tuntia. Työvuorosuunnittelu tehdään erikseen kantakaupungin raitiotien kuljettajille ja raitiolinjan 15 kuljettajille. Kantakaupungin raitiotien kuljettajille on mahdollista suunnitella työvuoroluettelot koko ajokauden mittaiseksi, jolloin työvuorot ja vapaapäivät ovat paremmin ennakoitavissa. Raitiolinjan 15 kuljettajille työvuorot suunnitellaan kolmen viikon jaksoissa, ja työvuoroluettelo annetaan kuljettajalle tiedoksi noin viikko ennen sen voimaan astumista. Lisäksi käytetään niin kutsuttuja sijaiskuljettajia. He saavat tiedon seuraavan päivän työvuoron aloitus- ja lopetusajoista sekä töiden aloituspaikasta edeltävänä päivänä kello 14.00 mennessä.

Työvuorosuunnittelun reunaehdot tulevat HSL:n tilaaman liikenteen aikatauluista, työehtosopimuksesta, paikallisesta sopimuksesta sekä työhyvinvointinäkökulmista. Raitiovaunun kuljettajien työvuorot ovat vaihtelevia. Aikaisimmillaan työvuoro voi alkaa aamuyöllä kello 3.30. Kuljettajien on mahdollista saapua töihin julkisen liikenteen liikennöinnin ulkopuolisina aikoina työnantajan järjestämällä kyydityksellä. Sama kyyti ottaa kyytiin useampia kuljettajia heidän kodeistaan, joten ensimmäisenä kyytiin lähtevän työhön siirtyä voi alkaa jopa tuntia ennen työvuoron alkua. Kuljettajien työvuorot voivat olla myös jaettuina vuoroja, jolloin työvuorossa voi olla useamman tunnin palkaton jakso. Työvuorosuunnitteluun vaikuttavat myös taloudelliset tekijät. Helsingin seudun liikenteen (HSL) ja Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy:n välinen raitiolinjan 15 liikennöintisopimus asettaa taloudelliset raamit liikennöinnin toteuttamiseen.

**Raitiovaunun kuljettajien rekrytointi** on monivaiheinen prosessi. Prosessi sisältää hakemusten käsittelyn ja arvioinnin sekä ryhmä- ja yksilöhaastattelun. Jatkoon valituille

tehdään vielä työterveyshuollon työhöntulotarkastus, jossa arvioidaan terveydentilavaatimusten täyttyminen. Tutkinnassa saatujen tietojen mukaan vaihtuvuus erityisesti raitiolinjalle 15 rekrytoitujen kuljettajien parissa on melko suurta. Raitiovaunukuljettajan kurssin keskeyttää noin 10 % opiskelijoista.

Raitiovaunukuljettajat muodostavat Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy:ssä vajaan 600 henkilön operatiivisen työntekijän yksikön. Raitiolinjalle 15 rekrytoituja kuljettajia on vajaa sata. Raitiovaunukuljettajien hallinnollisina esihenkilöinä toimivat ryhmäpäälliköt ja operatiivisina vuoro-esihenkilöinä liikennetyönjohtajat. Ryhmäpäälliköiden ja liikennetyönjohtajien esihenkilöinä toimivat operatiiviset päälliköt.

**Itäkeskuksen onnettomuudessa** Itäkeskuksesta lähdössä ollut raitiovaunukuljettaja oli aloittanut työvuoronsa kello 14.43. Edeltävä vuoro oli alkanut edellisenä päivänä klo 14.43 ja päättynyt onnettomuuspäivän puolella kello 01.14. Tätä vuoroa oli edeltänyt kaksi vapaapäivää. Ennen onnettomuutta hän oli ruokataukonsa jälkeen saapunut laiturin 31 kohdalle pysäköitynä olleelle raitiovaunulle. Kuljettaja oli tuntenut mahdollisesti väsymystä. Hän suoritti normaalit käyttövalmistelut raitiovaunulle ennen ajoon lähtöä. Raitiovaunun ohjauspöydässä on vaihteenkääntökytkin, jolla raitiolinjan 15 päätepysäkiltä lähdeäessä tilataan lähtölupa. Vaihteenkääntökytkimellä valittu toiminto aktivoituu lähtöluvan tilaamiseen vasta kun raitiovaunun ajosuunta on valittu. Kuljettaja oletti tilanneensa vaihteenkääntökytkimellä lähtöluvan, mutta ei huomannut seis-opastetta. Opastimen havainnointia haittaa se, että raitiovaunun pysähtymispaikka Itäkeskuksen laiturissa 31 on toteutettu tilan ahtauden takia epäedulliseen paikkaan. Raitiovaunun pysähtymiskohdasta seuraa se, että raitiotieopastin sijoittuu oikealle ohjaamon kohdalle, jolloin opastimen havaitsemiseksi kuljettajan on kurkotettava istuimeltaan ja opastin on nähtävissä vain sivuikkunasta.

Tapahtuma-aikaan kello 20.28 ulkona oli pimeää. Kuljettajilta saadun palautteen perusteella ohjaamon tuulilasiin ja sivuikkunoihin tulee erilaisia heijastumia, jotka häiritsevät tähyttämistä ulos. Raitiovaunun ohjaamossa olevien kameramonitorien kirkkaus ja raitiovaunun matkustamon sisävalaistuksen heijastuminen ohjaamoon häiritsevät lisäksi pimeään aikaan työskentelyä. Tämä asia on tunnistettu organisaation riskienarvioinnissa, mutta kirkkautta ei toistaiseksi pysty säätämään. Vaihteen väärän asennon havaitsemista vaikeutti myös se, että kuljettaja oletti tilanneensa lähtöluvan ja siten vaihte V1240B olisi ollut kääntyneenä suoralle raiteelle. Lisäksi pimeys ja vastaan tulevan vaunun valot vaikeuttivat vaihteen asennon havaitsemista. Itäkeskuksesta lähdeäessä rata johtaa alamäkeen. Tämä edesauttaa vaunun nopeaa kiihtymistä pysäkiltä lähdeäessä, mikä vaikutti törmäyshetken nopeuteen ja sen myötä vaurioiden suuruuteen.

**Keilaniemen onnettomuudessa** kuljettajan työvuoro alkoi kello 04.42, ja hän oli lähtenyt töihin taksilla kotoaan noin tunti ennen töiden alkua. Edellinen työvuoro oli ollut edeltävänä päivänä ja alkanut kello 3.29. Kuljettaja aloitti työtehtävänsä Roihupellon varikolta ja ajoi Helsingin Itäkeskuksen ja Espoon Keilaniemen väliä yhteensä kolme kertaa. Keilaniemeen saapumisen jälkeen hän olisi ajanut vielä takaisin Itäkeskukseen ja päättänyt siellä työvuoronsa. Hän oli nukkunut huonosti ennen vuoroa ja oli kokenut itsensä väsyneeksi koko vuoron ajan. Keilaniemeä lähestyttäessä rata kulkee erillään muusta liikenteestä, jolloin kuljettajan työssä ei ole merkittävästi seurattavia liikennöintiin liittyviä tapahtumia. Tällä saattoi myös olla vaikutusta kuljettajan alentuneeseen toimintakykyyn.

**Kuljettajan toimintakyvyn menetyksiä** kutsutaan inkapasitaatioksi. Toimintakyvyn menetys voi olla osittainen tai täydellinen. Osittaisessa toimintakyvyn menetyksessä kuljettajan toimintakyky heikkenee, mutta kuljettaja ei menetä täysin raitiovaunun hallintaa. Osittaisen

toimintakyvyn menettämisen syynä voi olla esimerkiksi kuljettajan pitkäaikainen sairaus, joka vaikeutuessaan heikentää toimintakykyä. Toimintakyvyn menetys voi tapahtua äkillisesti tai vähitellen. Äkillisen toimintakyvyn menetyksen sattuessa vaunun pysähtyminen perustuu turvalaitteisiin, koska kuljettaja ei pysty tekemään tietoisia hallintatoimia. Jos toimintakyvyn menetys tapahtuu vähitellen, on kuljettajalla todennäköisesti mahdollisuus reagoida tilanteeseen keskeyttämällä ajaminen ja pyytämällä korvaavaa kuljettajaa jatkamaan ajamista. Vaikka tutkinnassa pystyttiin määrittämään kuljettajan inkapasitaation alku ja kesto, niin sen varsinainen syy jäi epäselväksi.

Tieliikenteestä tehdyn eurooppalaisen selvityksen<sup>12</sup> mukaan ajonaikaisen nukahtamisen tiedetään liittyvän noin 10–30 % liikenneonnettomuuksista. Nukahtamisriskiä suurentaa pitkä ajoaika sekä vuorokaudenaika. Tässä tutkimuksessa erityisen huomionarvoinen löydös oli, että noin kolmanneksessa kuljettajan nukahtamisista taustasyinä oli sekä huonosti nukuttu edellinen yö että pitempiaikainen huonounisuus. Tutkimuksessa tuli myös esiin epäily uniapnean merkitys riskitekijänä ajonaikaiseen nukahtamiseen.

## **2.3 Tallenteet**

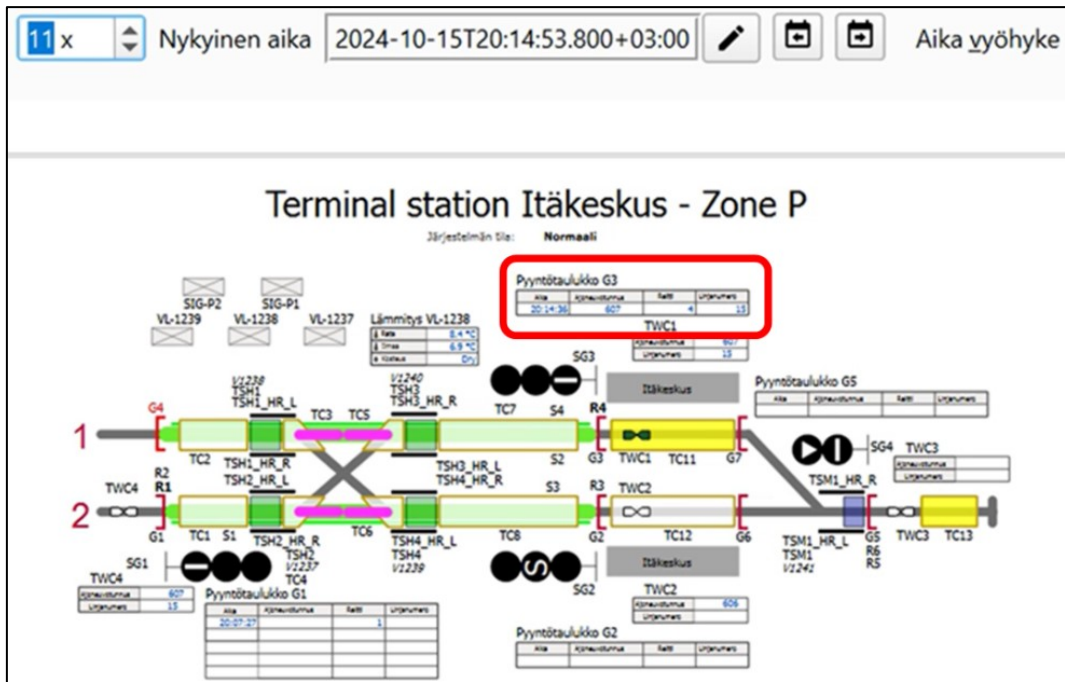
### **2.3.1 Itäkeskuksen onnettomuuden tallenteet**

Tutkintaryhmän käytössä oli raitiovaunujen tapahtumatallentimien tallenteet, vaihteenohjausjärjestelmän tallenne ja useita valvontakameratallenteita. Viestinnän tallenteiden osalta tutkintaryhmän käytössä oli litteroitu VIRVE-puhelintallenne ja hätäkeskustallenteet. Tallenteiden tutkinnan kannalta tärkeimmät sisällöt on muilta osin kerrottu kohdissa 1.1 Tapahtumien kulku ja 1.2 Hälytykset ja pelastustoimet.

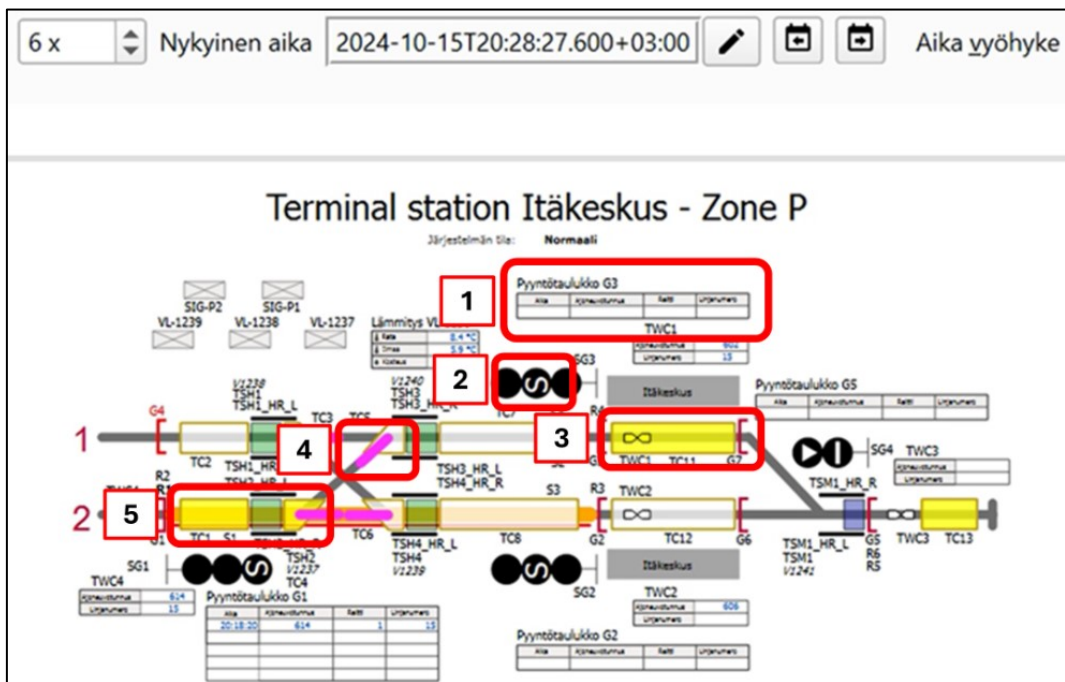
**Vaihteenohjausjärjestelmän tallenteesta** pystyttiin todentamaan, että järjestelmälle ei välittynyt lähtölupapyyntöä vaunulta 602, ja kuljettaja lähti vaunulla liikkeelle vasten seis-opastetta.

---

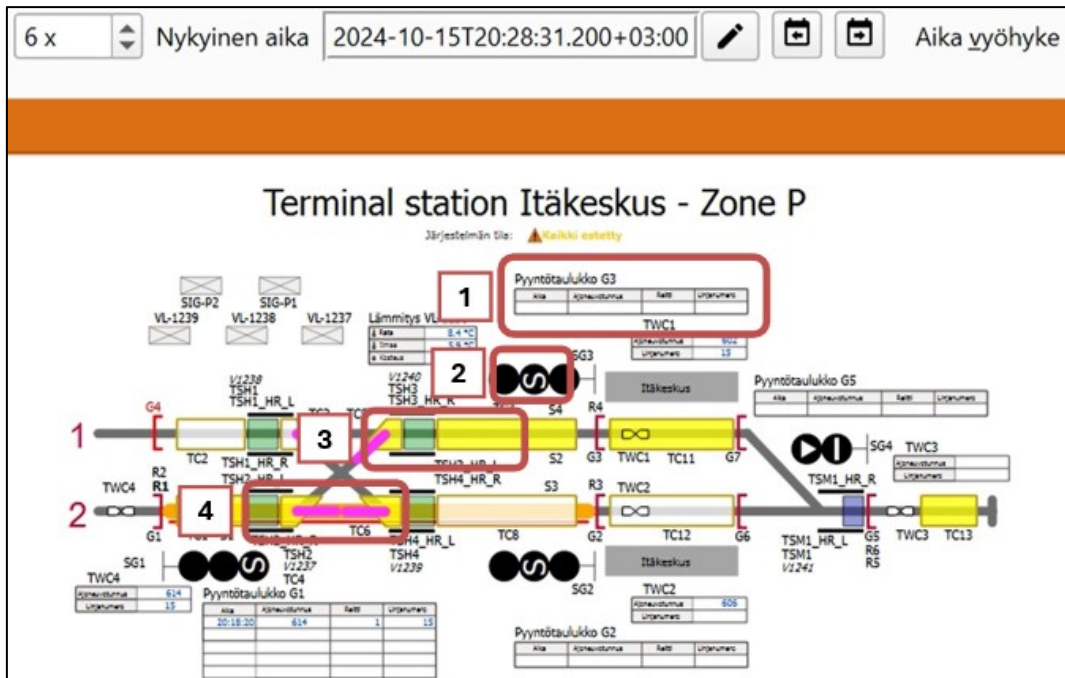
<sup>12</sup> Concalves ym., 2015.



**Kuva 19.** Onnettomuustilannetta edeltävä vaunu lähdössä Itäkeskuksesta. Tapahtumatallenneotteesta punaisella ympyröity taulukko, johon järjestelmään saapunut lähtölupapyyntö rekisteröityy. (Tallenne: Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy, merkinnät: OTKES)



**Kuva 20.** Vaihteenohjausjärjestelmän tapahtumatallenneote tilanteesta, jossa vaunu (3) 602 on lähdössä liikkeelle päätepysäkiltä. (1) Järjestelmässä ei näy lähtölupapyyntöä ja (2) opastin näyttää seis-opastetta. (4) Vaihte V1240B on poikkeavalle raiteelle ja (5) vaunu 614 on lähestymässä Itäkeskuksen päätepysäkkiä. (Tallenne: Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy, merkinnät: OTKES)



**Kuva 21.** Onnettomuushetken tapahtumatallenneotteen (1) lähtölupapyyntötaulukossa ei näy lähtölupapyyntöä, (2) opastin näyttää seis-opastetta, (3) vaihte V1240B on poikkeavalle raiteelle ja (4) vaunu 614 on saapumassa toista raidetta Itäkeskuksen päätepysäkillä. (Tallenne: Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy, merkinnät: OTKES)

**Pysäkiltä lähteneen raitiovaunun 602 tapahtumatallenteen** perusteella vaunun järjestelmät eivät olleet rekisteröineet vaihteenkäntövivulla tehtyä lähtölupapyyntöä ennen vaunun liikkeellelähtöä. Tapahtumatallentimen tiedoista pystyttiin todentamaan, ettei kuljettaja joko ollut tehnyt lähtölupapyyntöä tai oli tehnyt sen ennen ajosuunnan valintaa, jolloin signaali ei välity vivulta järjestelmiin.

Ennen törmäystä raitiovaununohjaamo B ja ajosuunta B olivat valittuna. Ajonopeuden kuvaajan mukaan kuljettaja aloitti kiihdytyksen pysähdyksistä 25 km/h nopeuteen. Raitiovaunu 602 törmäsi vaunuun 614 hieman alle 25 km/h nopeudella. Tämän jälkeen vaunun liike hidastuu noin 25 km/h nopeudesta pysähdyksiin kolmen sekunnin aikana. Onnettomuustutkintakeskuksen laskelmien mukaan vaunun liikkeen hidastuvuus oli keskimäärin 2,3 m/s<sup>2</sup>, joka kohdistui myös matkustajiin. Arvo on hetkellisesti ollut hieman suurempi. Tallenteen tiedot näyttävät ainoastaan vaunun kulkusuunnan nopeustietoja. Törmäyksessä syntyi voimakkaita poikittaissuuntaisia kiihtyvyyksiä, jotka aiheuttivat matkustajien heittelemisen matkustamossa.

Kuljettaja aloitti jarrutuksen noin sekunnin ennen törmäystä. Tallennetietojen perusteella ajokahva on siirtynyt hieman alle sekunnissa pikajarrutusasentoon ja siitä puolen sekunnin sisällä hätäjarrutusasentoon. Törmäyshetkellä raitiovaunun ajokahvan asento heittehti noin kahden sekunnin ajan, käyden välillä nolla-asennossa, vedon puolella ja käyttöjarrun sekä pikajarrun puolella. Lopulta kuljettaja palautti ajokahvan pikajarrutusasentoon. Vaunun järjestelmistä hiekoitus käynnistyi kuljettajan vietyä ajokahvan pikajarrutuksen puolelle ja samoin kiskoajarrut aktivoituvat. Kiskoajarrut aktivoituvat kahteen otteeseen törmäystilanteessa, mikä johtui ajokahvan heittelemisestä. Vaunun järjestelmien vikatilaa ilmaiseva signaali aktivoitui törmäyshetkellä, koska vaunu suistuu osittain kiskoilta. Vaunun liikkeen lopussa aktivoituvat kaikkien telien sähköhydrauliset jarrut.

**Pysäkillä saapumassa olleen raitiovaunun 614 tapahtumatallenteessa** vaunun nopeus tallenteen alussa oli 65 km/h, josta kuljettaja jarrutti käyttöjarrun avulla hieman alle 20 km/h:n nopeuteen, jonka jälkeen tapahtui rullausta. Hetki ennen törmäystä ja törmäyksen aikana kuljettaja oli siirtänyt ajokahvan vedon puolelle. Nopeustiedosta ja ajokahvan käytöstä päätellen vaunulla oltiin lähestymässä pysäkkiä tavanomaisella ajotavalla.

Törmäyksen yhteydessä vaunun kulku hidastui nopeudesta 15 km/h nopeuteen 11 km/h noin 0,6 sekunnissa. Tällöin laskelmien mukainen hetkellinen, 0,6 sekuntia kestänyt hidastuvuus on ollut 1,8 m/s<sup>2</sup>. Tämän jälkeen vaunun liike hidastui nopeudesta 11 km/h pysähdyksiin noin kahden sekunnin aikana. Vaunun hidastuvuus oli arviolta 1,5 m/s<sup>2</sup>.

### 2.3.2 Keilaniemen onnettomuuden tallenteet

Tutkintaryhmän käytössä oli raitiovaunun tapahtumatallentimen tallenne ja useita valvontakameratallenteita. Viestinnän tallenteiden osalta tutkintaryhmän käytössä oli litteroitu VIRVE-puhelintallenne ja hätäkeskustallenteet.

Tallenteiden tutkinnan kannalta tärkeimmät sisällöt on kerrottu kohdissa 1.1 Tapahtumien kulku ja 1.2 Hälytykset ja pelastustoimet.

**Raitiovaunun 618 tapahtumatallentimen** tietojen perusteella vaunun ajokahva on Keilaniemen päätepysäkkiä lähestyttäessä ollut lievästi jarrutuksen puolella (41 %) törmäykseen asti. Aikavälillä 11.41.34–11.41.41 jarrutus on ollut tasaista, joka tarkoittaa, että ajokahva on pysynyt paikallaan samassa asennossa aina päätymuuriin törmäämiseen asti. Ajokahva on äkisti siirtynyt täyden vedon puolelle ajassa 11.41.41, mikä kertoo päätymuuriin törmäämisestä.

Törmäyshetkellä vaunun nopeus oli 10 km/h. Törmäyksessä vaunun nopeus putosi nopeudesta 10 km/h nopeuteen 0 km/h yhden sekunnin aikana. Vaunun hidastuvuus törmäyksessä oli Onnettomuustutkintakeskuksen laskelman perusteella noin 2,8 m/s<sup>2</sup>. Tämä hidastuvuus kohdistui myös matkustajiin. Tallentimen tietojen mukaan vaunun ajokytkin on ollut vedon puolella ajasta 11.41.41 lähtien aina tallenteen loppuun saakka. Vaunun 618 pika- tai hätäjarrua ei käytetty ennen törmäystä. Niin ikään tapahtumatallennin osoittaa, ettei hätäjarrutusta ollut aktivoitu matkustamosta käsin.

Vaunun törmätessä päätymuuriin ajokahva siirtyi nopeasti vetopuolen loppuasentoon, jolloin vaunua alettiin kiihdyttämään kovimmalla mahdollisella voimalla. Ajokahva pysyi vedon puolella kello 11.41.41–11.41.44, eli ajokahva oli vedon puolella kolmen sekunnin ajan vaunun törmättyä pysäkin päätymuuriin. Välittömästi törmäyksen jälkeisen kiihdytyksen alettua, vaunun tehonsäätöjärjestelmä ilmoitti pyörien ympärilyönnistä.

Hiekoitusjärjestelmän päälle kytkeytyminen näkyy signaalin aktivoitumisena. Molemmat signaalit kuitenkin kytkeytyivät nopeasti pois päältä. Tämä johtui todennäköisesti siitä, että vaunun vikatilaa ilmaiseva signaali aktivoitui ajassa 11.41.42. Tämä signaali aktivoituu Smart Artic X54 -tyypin vaunuissa, mikäli tapahtumatallentimelle tulevassa tiedossa on vakavia ristiriitoja. Vaunun nopeustieto oli ristiriidassa vetopyyntötiedon kanssa, koska vaunu oli paikallaan ja ajokahva oli vedon puolella. Vaunun vikatilaa ilmaisevan signaalin aktivoitumisen myötä turvajarrutus kytkeytyi, jolloin kaikkien telien sähköhydrauliset jarrut aktivoituvat. Saman aikaisesti turvajarrutuksen aktivoitumisen kanssa kuljettaja siirsi ajokahvan jarrutusasentoon kello 11.41.45.

## 2.4 Onnettomuuteen liittyvät henkilöt, organisaatiot ja turvallisuudenhallinta

### 2.4.1 Onnettomuudessa osallisina olleet henkilöt

**Itäkeskuksen onnettomuudessa** oli osallisena kaksi kuljettajaa. Pääte pysäkiltä lähtenyt kuljettaja oli toiminut raitiovaunukuljettajana puoli vuotta. Hän oli saanut peruskoulutuksen raitiovaunukuljettajaksi kantakaupungin raitiotielle. Raitiolinjan 15 osalta koulutus oli ollut yhden työpäivän mittainen perehdytys kahden henkilön ryhmässä. Lisäksi hän oli ajanut raitiolinjalla 16 tuntia matkustajaliikenneharjoittelua vanhemman kuljettajan valvomana. Hänellä oli pätevyys sekä kantakaupungin raitiotielle että raitiolinjalle 15. Pääte pysäkillä saapumassa ollut kuljettaja oli toiminut raitiovaunukuljettajana alle kahden vuoden ajan. Myös hänen peruskoulutuksensa oli toteutettu pääosin kantakaupungin raitiotiellä. Raitiolinjan 15 osalta koulutus toteutettiin melko lyhyenä. Myös hänellä oli pätevyys sekä kantakaupungin raitiotielle että raitiolinjalle 15.

**Keilaniemen onnettomuudessa** raitiovaunua kuljetti henkilö, jolla oli kokemusta raitiovaunun kuljettamisesta alle kaksi vuotta. Hän oli saanut peruskoulutuksen raitiovaunun kuljettamiseen kantakaupungin raitiotielle. Lisäperehdytyksen ja koulutuksen jälkeen hän päteväytyi raitiovaunukuljettajaksi myös raitiolinjalle 15.

Kaikille kolmelle kuljettajalle, jotka olivat mukana tutkituissa kahdessa onnettomuudessa, oli tehty työterveyshuollon toimintasuunnitelman mukaiset terveystarkastukset. Tutkittujen onnettomuuksien jälkeen yksi kolmesta onnettomuudessa mukana olleesta kuljettajasta ohjattiin työnantajan toimesta työterveyshuoltoon. Yksi kuljettajista hakeutui työterveyshuoltoon jälkikäteen ja yksi kuljettaja ei asioinut työterveyshuollossa onnettomuuden jälkeen.

### 2.4.2 Organisaatiot

**Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy** on raitiolinjalla 15 sekä liikennöitsijä että rataverkon haltija. Liikenteenohjauskeskus (LOK) valvoo ja ohjaa kaikkea Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy:n raitioliikennettä. Raitioliikenteen häiriöhallinnan osalta turvavalvomo HAAVA ja tekninen valvomo TEKNO ovat liikenteenohjauskeskuksen ohella keskeisiä toimijoita. Raitioliikenteeseen liittyen turvavalvomo HAAVA:

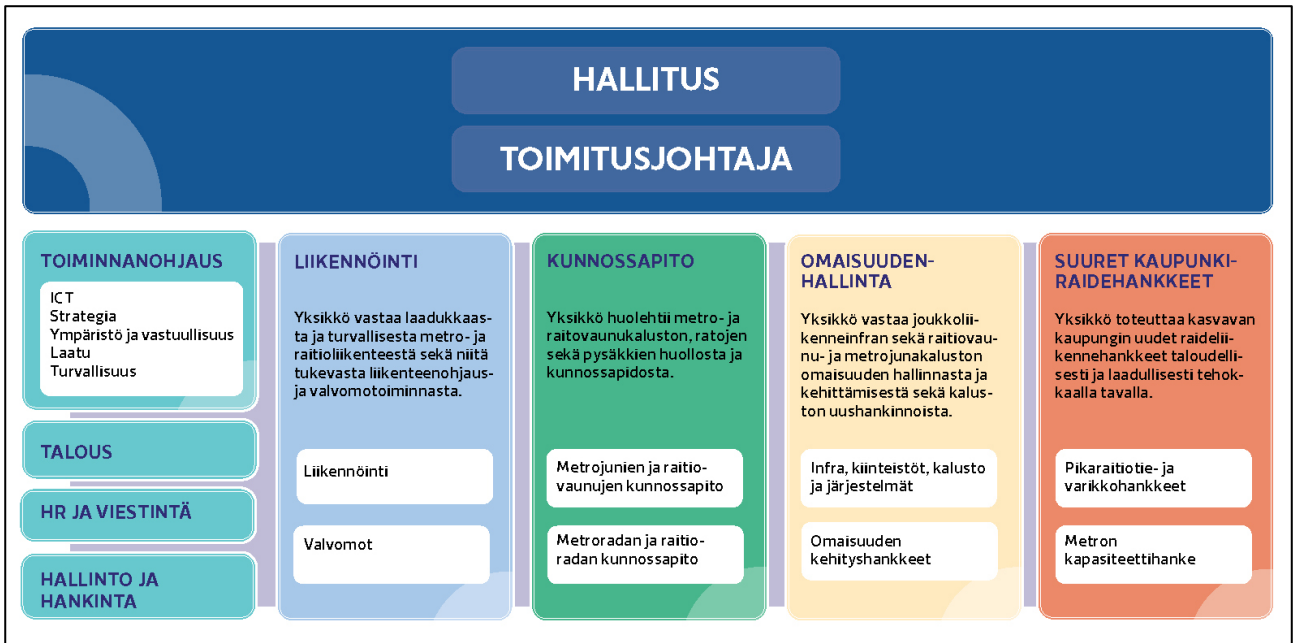
- Ohjaa tarvittaessa metron järjestyksenvalvontaresursseja sekä autopartioita raitioliikenteen tehtäviin käytettäväksi.
- Vastaa kriisiviestintäsuunnitelman mukaisesta hälyttämisestä ja tiedottamisesta.
- Vastaa alue- ja rikosvalvonnan hälytykset sekä vastaa osaltaan kulunvalvonnasta sekä lukituksista myös esimerkiksi raitiovaunuvarikoilla ja muissa liikenteenhoitoon liittyvissä kiinteistöissä.

Raitioliikenteeseen liittyen tekninen valvomo TEKNO:

- Huolehtii raitiorataverkon sähkönsyötönvalvonnasta tarvittaessa, kuten esimerkiksi LOKin pyytäessä tukea isossa häiriötilanteessa.

Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy:n organisaatiossa toiminnot ovat jakautuneet useisiin eri yksiköihin. Raitiolinjan 15 rakentamishankkeen toiminnot toteutettiin isoilta osin Suuret kaupunkiraidehankkeet-yksikön (SKAR) toimesta, mutta hankkeen eri toimintoja toteutettiin myös muissa yksiköissä esimerkiksi kalustohankinnan osalta. SKAR-yksikkö toimii raitiolinjan 15 rakentamishankkeessa allianssin yhtenä osapuolena, Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy:n edustajana. Raitiolinjan 15 rakentamishankkeen kokonaisuuteen ei

kuulunut linjan raitiovaunukaluston hankinta. Kaluston hankki Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy:n omaisuudenhallintayksikkö.



**Kuva 22.** Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy:n organisaatiokaavio. (Kaavio: Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy)

**Helsingin seudun liikenne (HSL)** vastaa Helsingin seudun liikennejärjestelmäsuunnitelman laatimisesta ja järjestää toimialueen joukkoliikenteen sekä varmistaa sen toimintaedellytykset. Raitiolinjalla 15 HSL toimii liikenteen tilaajana. Vastuut tilaajan (HSL) ja palvelun tuottajan (Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy) välillä on määritelty liikennöintisopimuksessa.

**Raitiolinjan 15 suunnittelu ja rakentaminen toteutettiin allianssimallilla.** Työn tilaajana toimi Raidejokeri-hanke, jonka muodostivat Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy, Helsingin kaupunki ja Espoon kaupunki. Toteutuksesta vastasi Raidejokeri-allianssi. Hankkeen suunnittelijakonsulttina toimi Ramboll Finland Oy:n, Sitowise Oy:n ja Swecon Oy:n muodostama ryhmittymä. Urakoitsijana toimi NRC Group Finland Oy:n ja YIT Suomi Oy:n muodostama ryhmittymä. Tilaajaorganisaatio, suunnittelija ja urakoitsija muodostivat yhteisen allianssiorganisaation. Allianssi vastasi raideinfran suunnittelusta, rakentamisesta ja käyttöönotosta. Turvallisuusriskien hallinta toteutettiin allianssin toimesta.

### 2.4.3 Turvallisuudenhallinta

**Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy:n** turvallisuusjohtamisjärjestelmä perustuu yhtiön TLY- eli turvallisuus-, laatu- ja ympäristöjohtamisjärjestelmän käsikirjaan. Käsikirjassa organisaatio määrittelee turvallisuus-, laatu- ja ympäristöasioiden johtamisen periaatteet koko organisaation tasolta yksittäisiin tiimeihin ja yksittäisiin työtehtäviin asti. Käsikirja muodostaa periaatteet organisaation tavoitellulle turvallisuuskulttuurille, riskienhallintamenettelyille, poikkeamamenettelyille ja asettaa turvallisuustavoitteet. Käsikirja ohjeistaa myös periaatteet häiriötilanteiden hallinnasta. Käsikirja kuvaa myös organisaation vaatimustenmukaisuutta ja toiminnan kehittämistä tukevat menettelyt, kuten sisäiset ja ulkoiset auditoinnit sekä omavalvonnan.

TTY-käsikirjan mukaan esihenkilöt ovat vastuussa johdettaviensa perehdyttämisestä tehtävään sekä työpaikan käytänteisiin. Esihenkilöt ovat myös vastuussa siitä, että kussakin tehtävässä henkilöt ovat riittävän päteviä hoitamaan tehtävänsä.

TTY-käsikirja käsittelee matkustajaturvallisuutta sekä liikenneturvallisuuden (*safety*) että yleisen turvallisuuden (*security*) näkökulmasta. Käsikirja ohjeistaa myös pääperiaatteet kalusto-, infra- ja pelastusturvallisuudesta. Käsikirjan mukaan Raitioliikenteen toimintaohjeet (RTO) muodostavat raitioliikenteen raideliikenneturvallisuuteen liittyvän keskeisen ohjekokonaisuuden. Keskeiset raitioliikenteen toimintaohjeet ovat: *RTO2 Organisaatio ja pätevyudet, RTO3 Liikennöinti, RTO4 Onnettomuudet ja häiriötilanteet sekä RTO6 Raitiotoimintojen VIRVE-viestiohje.*

**RTO 2 Organisaatio ja pätevyudet** määrittelee liikenneturvallisuustehtäviin (raitiovaunun kuljettaminen) sekä koulutus- ja liikenteenohjaustehtäviin liittyvien pätevyyksien hallinnan. RTO 2 määrittelee myös liikenteenohjauksen tehtävät, liikennetyönjohdon operatiiviset tehtävät sekä raitioliikenteeseen liittyvät tukitehtävät muissa valvomoissa. Ohjeen mukaan matkustaja-ajolupa on raitiovaunun ajolupa, joka oikeuttaa ajamaan raitiovaunua koko raitiotieverkolla matkustajat raitiovaunun kyydissä. Ajoluvan edellytyksenä ovat:

- 21 vuoden ikä
- *Terveystila-, näkö- ja kuulovaatimukset ajoterveyden ryhmän 2 mukaan*
- *Hyvä suomen kielen taito*
- *Pysyvä suomalainen B-ajokortti*
- *Yleinen soveltuvuus, ml. ajokorttirekisteritiedot (teliikennerekisterin tarkastaminen)*

Matkustaja-ajoluvan koulutus tapahtuu raitiovaununkuljettajakurssilla, jonka koulutusosa kestää noin kaksi kuukautta. Koulutuksen sisältö määritellään opetussuunnitelmassa. Koulutuksen jälkeen raitiovaununkuljettajalla alkaa neljä kuukautta kestävä työssäoppimisjakso. Suoritettuaan raitiovaunun matkustaja-ajoluvan kantakaupungin raitiotielle raitiovaununkuljettajille annetaan erillinen perehdytyskoulutus ennen siirtymistä raitiolinjalle 15. Perehdytys on ollut aiemmin työpäivän mittainen. Kuljettajilta saadun palautteen mukaan työpäivän mittainen perehdytys on koettu riittämättömäksi. Palautteeseen on reagoitu ja perehdytykseen on lisätty toinen harjoittelupäivä. Nykyinen perehdytys on jaettu siten, että toinen osa suoritetaan yöllä hiljaisen liikenteen aikana, jolloin perehdytyksessä voidaan harjoitella suunnanvaihtopaikkojen käyttöä ja opastinjärjestelmän toimintaa. Yleistä kertauskoulutusta järjestetään ainoastaan tarvittaessa tai kuljettajan pyytäessä.

Matkustaja-ajolupa on voimassa enintään 5 vuotta kerrallaan. Uudistamisen ehtona ovat *lääkärintodistus terveystilasta, Liikenne- ja viestintäviraston ote B-luokan ajokortista ja itsearviointiin ja/tai ajotavanseurantaan ja/tai osaamiskartoitukseen perustuva esihenkilön puolto luvan saamiseksi ennen luvan uudistamista.*

RTO2 määrittelee myös liikenteenohjauksen vuorovahvuutta ja kelpoisuusehtoja. Liikenteenohjaajana saa toimia henkilö, jolla on voimassa oleva raitioliikenteen liikenteenohjauslupa. Lisäksi vaatimuksena on psykologisen soveltuvuuskokeen läpäiseminen.

**RTO3 Liikennöinti** antaa määritelmiä liikennöintiin. RTO3 sisältää muun muassa ohjeistuksia kuljettajalle ajotavasta eri kohdissa raitiotieverkkoa ja eri olosuhteissa huomioitavia asioita.

Ohjeessa käsitellään myös liikennevaloetuuden tilaamista vaihteenkääntäjällä. Ohje kuvaa raitiolinjan 15 vaihteenohjausjärjestelmän peruseriaatteet. Vaihteenkääntäjällä tehtävää

lähtölupapyyntöä ei kuitenkaan kuvata. Ohjeistuksessa todetaan pysäkkialueilla ajamisesta seuraavasti: *Kuljettajan on noudatettava pysäkkialueilla erityistä tarkkaavaisuutta sekä sovitettava nopeus riittävän alhaiseksi. Pikaraitiotien pysäkkialueelle saavutaan maksimissaan 30 km/h. Pysäkkiltä lähtiessä voi kiihdyttämisen aloittaa heti.* Ohjeistus antaa tietoja päätepusäkeistä raitiolinjalla 15, mutta ohjeet liittyvät paljolti muihin kuin liikenneturvallisuuteen liittyviin asioihin.

Ohjeistus määrittelee myös toimintaa liikenteen poikkeustilanteissa. Ohjeistuksen mukaan: *Kuljettajan on ilmoitettava LOK matalalla kynnyksellä aina, kun havaitsee normaalitilanteesta poikkeaman, jolla on tai voi olla vaikutusta liikenteen turvallisuuteen tai sujuvuuteen.* Lisäksi annetaan yksityiskohtaisia ohjeistuksia eräistä poikkeustilanteista, mutta kuljettajan omaan toimintakykyyn mahdollisesti vaikuttavista tilanteista ohjeistuksessa ei ole kuvausta.

**RT04 Onnettomuudet ja häiriötilanteet** antaa ohjeita onnettomuus- ja häiriötilanteisiin. Ohjeistuksen mukaan raitiolinjan 15 onnettomuus- ja häiriötilanteisiin on laadittu erillisiä toimintakortteja. Myös raitiolinjan 15 erityiskohteiden osalta on laadittu toimintakortteja evakuoitilanteiden ja erilaisten palotilanteiden varalta.

Raitioliikenneonnettomuuksissa haasteena on, että vaunujen matkustajamääristä ei ole tarkkaa tietoa. Tällöin kuljettajan tekemän matkustajamäärän arvion oikeellisuus on tärkeää hätäilmoitusta tehtäessä, jotta hälytettävä vaste on oikean suuruinen onnettomuuden osallisten määrään nähden. Ohjeistuksessa hätäilmoituksen tekemisestä todetaan seuraavasti:

*Raitioliikenteessä lähtökohtana on, että kuljettaja tekee itse hätäilmoituksen hätäkeskukseen (112) tilanteissa, joissa paikalle tarvitaan poliisia, ensihoitoa tai pelastuslaitosta. Näin tapahtuma- ja sijaintitiedot saadaan välitettyä viranomaisille nopeammin ja tehokkaammin. Hätäilmoitusta tehdessä oleellinen tieto on loukkaantuneiden/apua tarvitsevien määrä, mutta vakavammassa ja/tai epäselvässä tilanteessa myös altistuneiden matkustajien määrällä on merkitystä. Kuljettajan on hyvä osata tarvittaessa muodostaa suuntaa antava, karkea arvio matkustajamäärästä.*

Ohjeistuksessa annetaan myös ohjeita paikallaan pysymisen varmistamiseen: *Onnettomuustilanteen satuttua on tärkeää varmistaa vaunun paikallaan pysyminen: Smart Artic XL:n suuntakahva 0-asentoon. Pelastuslaitoksen rutiineihin kuuluu myös varmistaa vaunun liikkumattomuus onnettomuuspaikalla.*

RT04 antaa myös ohjeita onnettomuustilanteiden jälkikäsitteilyyn. LOK kirjaa liikenneonnettomuuden Winbus-poikkeamienhallintajärjestelmään. Kuljettaja toimittaa täyttämänsä liikennevahinkoilmoituksen apulomakkeen liikennetyönjohtoon. Kuljettaja ja liikennetyönjohto käyvät lisäksi tilanteen suullisesti läpi ja täydentävät yhdessä Winbus-järjestelmään raportin onnettomuudesta. Kuljettaja täyttää lisäksi liikenneonnettomuuden itsearviointilomakkeen, jossa kuljettaja avaa tapahtunutta tarkemmin ja pohtii sitä ennakoivan ajon ja tilanteen välttämisen näkökulmasta. Onnettomuuden jälkeisistä keskusteluista ohjeistetaan seuraavasti: *Kun tilannekuva tapahtuneesta on riittävän selvä, pääasiallisena toimintatapana on, että kuljettajan lähiesihenkilö kutsuu kuljettajan keskusteluun, jossa tilanne käydään läpi. Mikäli onnettomuudesta on käytettävissä videotallenne, jonka katsominen on onnettomuuden luonne huomioiden tarkoituksenmukaista, tallenne pyritään katsomaan keskustelussa. Keskustelu käydään rakentavasti, huomioiden erityisesti seuraavat näkökulmat:*

- *Turvallisuus & ennakoiva ajo: kuinka olisin voinut estää onnettomuuden?*
- *Koulutuksellinen näkökulma: oliko minulla riittävät tiedot ja taidot tilanteeseen?*
- *Terveydelliset näkökulmat: millainen oli toimintakykyäni?*

- *Liikenneympäristö ja havainnot: millaista vaikutusta esimerkiksi infran ominaisuuksilla oli tapahtuneeseen?*

*Esihenkilö dokumentoi tiedon käydystä keskustelusta sekä sen oleelliset johtopäätökset kuljettajan laatukorttiin. Mahdolliset oleelliset havainnot esimerkiksi infran tai kaluston osuudesta tilanteeseen välitetään tiedoksi vastuuhenkilöille. Mikäli kuljettajalle on viimeisen vuoden aikana sattunut useampi kuin yksi liikenneonnettomuus, mikäli yksittäinen onnettomuus on vakava, tai mikäli muuten katsotaan olevan aiheutta, esihenkilö käynnistää keskustelun pohjalta myös muut tarvittavat toimenpiteet kuten järjestää kertauskoulutusta tai lähettää kuljettajan työterveysasemalle tarkempiin tutkimuksiin.*

Kuljettajan jälkihoidosta RTO4 ohjeistaa seuraavaa: *Vakavammassa liikenneonnettomuudessa, sekä aina henkilövahinkoja aiheuttaneen onnettomuuden satuttua, kuljettaja ei saa jatkaa ajamista, vaan hänet toimitetaan työterveyshuoltoon jälkihoitoon (virka-ajan ulkopuolella myös mahdollisuus ulkopuolisen lääkäriaseman päivystykseen). Raivausauto HE125:n miehistö ottaa kuljettajan tilannepaikalla sivuun sekä kuljettaa hänet tilanteen mukaan joko liikennetyönjohdon luokse tai suoraan terveysasemalle jälkihoitoa varten.*

Vakavan onnettomuuden jälkeen kuljettajan töihin paluun ajankohta ja työkyky varmistetaan yhteistyössä työterveyshuollon kanssa. Työhön paluun jälkeen kuljettajan tukena toimii tukikuljettaja.

Kuljettajalla on myös mahdollisuus keskeyttää työvuoro kesken ajotehtävän, jos ei koe itseään työkuuntoiseksi. Tästä ei ole kuitenkaan tutkinnassa saatujen tietojen perusteella olemassa kirjallista ohjeistusta kuljettajille. Lisäksi työvuoron kesken jättäminen ei aina onnistu.

**Matkustajaturvallisuutta** arvioitiin osana Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy:n riskien arviointia syksyllä 2023. Siinä arvioitiin, että riski raitiovaunun suistumiseen, matkustajan loukkaantumiseen, raitiovaunu-raitiovaunu-kolariin, raitiovaunun törmäämiseen esteeseen tai raitiovaunun ajaminen väärään suuntaan oli vähäinen. Toisaalta tällaisen onnettomuuden mahdolliset seuraukset on arvioitu vakaviksi. Kuljettajan toiminnan aiheuttama riski matkustajaturvallisuudelle on arvioitu kohtalaiseksi. Lisäksi Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy on riskien arvioinnissa todennut, että kuljettajan toiminnasta aiheutuva onnettomuus, kuten suistuminen tai törmäys, on mahdollinen. Jäännösriskin on prosessissa todettu olevan hyväksyttävällä tasolla.

Kuljettajan toimintavirheen osalta riskienhallinnaksi on pohdittu riittävää koulutusta ja toisaalta myös kaluston turvalaitetta. Esimerkiksi Itäkeskuksen vaihteen V1240B perusasennon muuttamista tai erilaisia näkemäajon rajoitteita tukevia teknisiä toteutuksia ei ole tunnistettu riskienhallintakeinoina.

Riskienarvioinnissa on pohdittu väsymyksen mahdollisuutta, mutta asiaa on lähestytty pikemmin työssä jaksamisen kuin liikenneturvallisuuden kannalta. Väsymyksen aiheuttamaa riskiä on pyritty hallitsemaan riittävällä tauotuksella. Työvuorojärjestelyjen, kuten varhaisten aloitusaikojen suhteen, ei ollut tehty muutoksia. Väsymyksen aiheuttama riski on tunnistettu myös vuonna 2019 toteutetussa raitiovaunukuljettajan työhön kohdistuneessa työterveyshuollon työpaikkaselvityksessä. Väsymyksen aiheuttaman terveydellisen merkityksen ja työkykyriskin arvioitiin olevan kohtalainen. Toimenpidesuosituksena työterveyshuolto suositteli organisaatiota huomioimaan Työterveyslaitoksen raitiovaunukuljettajan työhön kohdistuneen tutkimuksen suosituksia.

Riskienarvioinnissa on pohdittu myös koulutuksen riittävyttä, mutta esimerkiksi säännöllisen kertauskoulutuksen toteuttamista ei ole harkittu. Kuljettajien perehdytykseen liittyvä jäännösriski on arvioitu vuonna 2023 pieneksi. Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne

Oy:n aineistojen mukaan syksyllä 2023 raitiolinjalla 15 operoivilla raitiovaunukuljettajilla on ollut keskimäärin 24 tuntia harjoitteluajoa linjalla. Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy arvioi harjoittelumäärän kasvaneen edelleen tästä lukemasta.

**Seisominen raitiovaunussa altistaa loukkaantumiselle** onnettomuuden tai äkkijarrutuksen sattuessa. Raitiovaunu voi joutua pika- tai hätäjarruttamaan esimerkiksi jalankulkijan tai muun esteen vuoksi. Helsingissä liikennöivien raitiovaunujen jarruttaminen tapahtuu normaalisti käyttöjarrulla, jolloin hidastuvuus on alhainen ja matkustajien kaatumisvaara on pieni etenkin, jos matkustaja pitää jostain kiinni. Pikajarrua tai hätäjarrua käytettäessä hidastuvuus on suurempi ja tällöin todennäköisyys seisovien matkustajien kaatumiselle ja siitä johtuvalle loukkaantumiselle on suurempi. Hidastuvuuden muutosta kuvataan nykäyksellä. Nykäyksen huomioiminen on oleellista, sillä se on fyysikaalinen ilmiö, joka saa muun muassa käden otteen irtoamaan tukitangosta<sup>13</sup>.

Helsingin raitiovaunujen eri jarrutustavoista syntyvät suurimmat sallitut hidastuvuudet ja nykäykset ovat määritetty kaluston hankinta-asiakirjoissa ja katsastusohjeistuksessa. Nämä hidastuvuudet löytyvät taulukosta 4.

**Taulukko 4.** MLPRV1 (Smart Artic X54) -tyypin kaluston keskimääräiset hidastuvuusarvot<sup>14</sup>.

Selite	Arvo
Käyttöjarru. Suurin sallittu hidastuvuus	1,3 m/s <sup>2</sup>
Käyttöjarru. Suurin sallittu nykäys	1 m/s <sup>3</sup>
Pikajarru. Hidastuvuus vähintään	3,0 m/s <sup>2</sup>
Pikajarru. Suurin sallittu nykäys	1,0 m/s <sup>3</sup>
Hätäjarru. Hidastuvuus vähintään	3,0 m/s <sup>2</sup>
Hätäjarru. Nykäys vähintään	6,0 m/s <sup>3</sup>

Vaikka raitiovaunuissa on tukitankoja ja kädensijoja, seisova matkustaja altistuu suuremmalle loukkaantumisriskille kuin istuva matkustaja. Toisaalta myös istuva matkustaja on vaarassa loukkaantua jarrutuksen yhteydessä, sillä raitiovaunussa ei ole turvavöitä, kuin ainoastaan kuljettajalla. Tukitangoille tai kädensijoille ei suoranaisesti ole yleistä standardia, mutta muun muassa Helsingin raitiovaunuissa valmistaja on pyrkinyt sijoittamaan matkustamoon mahdollisimman paljon kädensijoja.

Raitiovaunussa seisovien matkustajien loukkaantumisriski kasvaa pika- tai hätäjarrutuksessa. Raitiovaunussa matkustaminen seisten on sallittua. Seisomapaikat mahdollistavat suuremman matkustajakapasiteetin, mikä on tärkeää sujuvan joukkoliikenteen kannalta. Raitiovaunujen matkustajakapasiteettiin lasketaan istuvat ja seisovat matkustajat. Raitiovaunut kulkevat yleensä kaupunkialueilla alhaisilla nopeuksilla. Tämä vähentää kaatumisesta johtuvien loukkaantumisten todennäköisyyttä. Raitiolinjalla 15 on osuuksia,

<sup>13</sup> Standardina SFS-EN 13452-1. Kiskoliikenne. Jarrut. Joukkoliikenteen jarrujärjestelmät. Osa 1: Suorituskykyvaatimukset. SFS-EN 13452-2. Kiskoliikenne. Jarrut. Joukkoliikenteen jarrujärjestelmät. Osa 2: Testimenetelmät.

<sup>14</sup> Pika- ja hätäjarrutukset aiheuttavat hidastuvuuksia ja nykäyksiä, jotka altistavat matkustajan kaatumisriskille. Näitä jarrutustapoja ei käytetä kuin hätätilanteissa estämään vakavampia tilanteita, kuten törmäyksiä. SFS-EN 13452-1. Kiskoliikenne. Jarrut. Joukkoliikenteen jarrujärjestelmät. Osa 1: Suorituskykyvaatimukset.

joilla voidaan liikennöidä 70 km/h. Nämä osuudet ovat erillään muusta liikenteestä, jolloin pika- ja hätäjarrutukset ovat harvinaisempia.

Seisominen heikentää ihmisen mahdollisuutta hallita raitiovaunun kiihtyvyyksiä ja hidastavuuksia. Seisova matkustaja on kaatuessaan vaarassa satuttaa erityisesti päänsä<sup>15</sup>. Kaiteesta kädellä kiinnipitäminen lisää mahdollisuuksia vastustaa vaunun aiheuttamaa liikettä<sup>16</sup>. Raitiolinjan 15 vaunuissa matkustajia ohjeistetaan ohjekyltein pitämään kiinni matkan aikana. Kuulutuksiin ei sisälly tietoa seisomisen riskeistä tai muita turvallisuustiedotuksia.

**Yhteistyöfoorumi**, missä Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy käsittelee raitiolinjan 15 onnettomuuksia ja riskipaikkoja Helsingin ja Espoon katusuunnittelun toimijoiden kanssa on myös osa turvallisuuden hallintaa. Yhteistyöfoorumi on koettu hyväksi tavaksi edistää turvallisuutta monia toimijoita sisältävässä toimintaympäristössä. Foorumi kokoontuu noin kolmen viikon välein. Siinä käydään läpi kertyneitä liikenneturvallisuuspoikkeamia, sovitaan toimenpiteistä ja nimetään niille vastuutaho sekä seurataan jo sovittujen toimenpiteiden toteutumista.

**HSL:n rooli** raitiolinjan 15 turvallisuuden hallinnasta on välillisesti suuri, vaikka varsinaisia turvallisuuteen liittyviä asioita on HSL:n ja Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy:n välisessä liikennöintisopimuksessa käsitelty melko vähän. HSL:n ja Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy:n välisen liikennöintisopimuksen mukaan Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy:llä on oltava lainsäädännön ja viranomaissäätelyn mukainen turvallisuusjohtamisjärjestelmä. Lisäksi Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy:n on raportoitava HSL:lle turvallisuuspoikkeamat ja raitioliikenteen onnettomuudet ja vaaratilanteet. Liikennöintisopimuksessa määritellään myös yleisiä asioita liikennöinnistä ja kuljettajan toiminnasta sekä kuljettajakoulutuksesta.

HSL:n ja Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy:n välinen liikennöintisopimus asettaa taloudelliset raamit kaikille liikennöintiin liittyville asioille. Sopimuksen toteutumista arvioidaan 10 erilaisella mittarilla. Sopimuksessa on määritelty bonus- ja sanktiomallit, joiden perusteella HSL maksaa Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy:lle korvauksen liikennöinnistä mittarien toteutumisen perustella. Tärkein mittari sopimuksessa on liikenteen täsmällisyys. Liikenneturvallisuus ei lukeudu sopimuksessa mainittuihin mittareihin.

**Raitiolinjan 15 raideinfran** osalta turvallisuuteen ja toimivuuteen tehdyt ratkaisut suunniteltiin ja toteutettiin allianssin toimesta. Suunnittelun ja rakentamisen aikana tehtiin kattavasti riskien kartoitusta ja hallintaa. Tässä yhteydessä nyt tutkittaviin onnettomuuksiin liittyviä riskejä oli tunnistettu väsymisen, matkustajien kaatumisen, puutteellisten valvontajärjestelmien ja opastimien näkyvyyden osalta. Kuljettajan työergonomian yhteydessä oli käsitelty väsymyksen vaikutuksia ja työvuorojen aiheuttamaa kuormittumista. Riskienhallintatoimenpiteet oli käsitelty liikennöinnin riskityöpajassa. Riski matkustajan kaatumisesta oli huomioitu arvioinnissa mahdollisten äkkijarrutusten osalta kovemmasta nopeudesta. Käsitelyssä oli kuitenkin todettu, että kaatumisen kannalta olennaisin on loppunykäys, joka ei niinkään eroa muusta raitioliikenteestä. Liikennöintiin vaikuttavien riskien tunnistamiseen oli mahdollisesti vaikuttanut se, että liikennöinnistä vastaavat tahot eivät olleet kattavasti edustettuna riskien arvioinnin eri vaiheissa.

Puutteelliset valvontajärjestelmät on huomioitu riskinä tilanteessa, jossa kuljettaja toimii ohjeiden vastaisesti. Työpajakäsittelyssä riskin on tunnistettu eroavan raitiolinjan 15 ja muun

---

<sup>15</sup> Robert ym., 2007.

<sup>16</sup> Sarraf ym., 2014.

raitioliikenteen välillä. Riskin on todettu korostuvan alussa uuden ohjeistuksen sekä uusien kuljettajien osalta ja riskienhallintatoimenpiteet on käsitelty riskityöpajassa.

Opastimien näkyvyyteen liittyvää riskiä on käsitelty pysäkkien välisillä osuuksilla ajettaessa. Lähtöpaikalta lähdetessä tapahtuvaa seis-opasteen ohittamista ei ole erikseen käsitelty opastimen huonon sijoittelun osalta. Seis-opasteen ohittaminen on käsitelty kuljettajan toiminnasta aiheutuvana riskinä.

Itäkeskuksen tulovaihteen perusasennon vaikutusta liikenneturvallisuuteen ei ole riskienarvioinnissa tunnustettu. Itäkeskuksen pysäkki- ja vaihdejärjestelyiden toteutukseen on vaikuttanut se, että alun perin pysäkki suunniteltiin pidemmälle idän suuntaan. Nykyinen pysäkki ei siis sijaitse alun perin suunnitellussa paikassa. Keilaniemen päätymuurin osalta tilaaja oli päätenyt ratkaisuun, ettei päätepysäkkejä varusteta päätepuskimilla ja/tai raidejarruilla. Päätepuskimien suunnittelua vaikeutti se, että raitioteiden päätepuskimille ei ole olemassa yksityiskohtaista suomalaista tai kansainvälistä ohjeistusta. Allianssi päätyi toteuttamaan päätepuskimet niin, että riskitasoksi valittiin seuraava: *vaurioita syntyy sekä pysäyttimeen että vaunuun, mutta vaunun kulku aukion yli estetään*<sup>17</sup>. Valitun päätepuskimien toimintaperiaate on hidastaa, mutta ei estää pitkäksi ajavan raitiovaunun liikettä. Riskiarvion mukaan: *Todennäköisin tapahtumaketju raitiovaunun törmätessä pysäyttimeen on: vaunun puskin joustaa kykynsä mukaan. Yhdistelmä rakenteen vaarnat siirtävät kapasiteettinsa mukaisesti voimaa kivistä betoniin. Pysäytinrakenne liikahtaa. Kivipaasi kaatuu vaunun alle. Jokainen liike eli muodonmuutos imee törmäysenergiaa eli vaunun liike-energiaa. Tarkkaa arvioita pysäyttimen kapasiteetista tai törmäystilanteessa syntyvistä vaunun vaurioista ei ole pystytty määrittämään.*

Kokonaisuudessaan raideinfran suunnittelua ja riskien hallintaa on vaikeuttanut se, että rata rakennettiin valmiiseen kaupunkiympäristöön. Tämä aiheutti rajoituksia raideinfran suunnittelulle ja toteutukselle. Lisäksi infran suunnittelu ja toteutus tapahtui ympäristössä, jossa vastuut ja omistajuudet ovat hajautuneet. Tämä vaikeutti turvallisuusnäkökohtien parasta mahdollista huomiointia. Lisäksi kattavallakaan ennakoivalla riskien arvioinnilla ja hallinnalla ei voida varautua kaikkiin mahdollisiin tapahtumakulkuihin.

**Työterveyshuollon** merkitys korostuu ammattikuljettajien ajoterveyden arvioinnissa. Tällöin tarvitaan säännöllisiä ajoterveyden tarkastuksia, joiden tarkastusväleissä huomioidaan henkilön ikä. Työterveyshuollon kannalta on haasteellista samanaikaisesti huolehtia sairauksien ennaltaehkäisystä toiminnasta, koska säännöllisissä tarkastuksissa käyvä kuljettaja saattaa kokea riittäväksi tarkastusten läpäisemisen minimivaatimukset täyttäen. Kuljettajan tarkastuksissa tulee työterveyshuollon tehdä kokonaisarvio kuljettajan ajoterveydestä ja tämän perusteella muun muassa pystyä määrittämään tarvittaessa tarkastusvälin lyhentäminen. Työterveyshuollon tulee myös riskiarvion perusteella tunnistaa erityistä vaaraa aiheuttava työ<sup>18</sup>. Tällaiseksi voidaan luokitella työ, jossa on erityinen tapaturman tai sairastumisen vaara. Tällöin työn terveysvaatimukset ja terveystarkastusväli voidaan arvioida työnkuvaperusteisesti.

Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy:n raitiovaunukuljettajien työterveyshuollon toteuttama alkutarkastus tapahtuu työterveyshoitajan käyntiin perustuen. Tarkastuksen yhteydessä tarkastettava muun muassa täyttää esitetokyselyn aiemmista mahdollisista sairauksista. Tämän lisäksi tutkitaan laboratoriokokeita sekä tehdään kuulo- ja näkötestit. Saadun tiedon perusteella lääkäri kirjoittaa soveltuvuuslausunnon. Lääkäri voi oman arvionsa

---

<sup>17</sup> Raidejokeri projektipankki päätös: Päätepuskimien periaate.

<sup>18</sup> Työturvallisuuslaki 738/2002, 11§).

mukaan tavata tarvittaessa tarkastettavan. Alkutarkastukseen ei liity psykologin tekemää soveltuvuusarviota. Ajolupaterveystarkastuksissa huomioidaan henkilön ikä sekä henkilön terveydentilasta syntyvä tarve tarkastusvälin lyhentämiseen.

Työterveyshuollon merkitys korostuu myös kuljettajan arvioinnissa vakavien onnettomuuksien jälkeen. Tällöin työterveyshuollon tehtävänä on selvittää mahdollinen sairauden osuus tapaturmaan sekä tarjota tukea tapaturman aiheuttamaan henkiseen stressitilanteeseen. Rautatieliikenteessä on vakiintunut käytäntö, jossa tähän arviointiin osallistuu työterveyslääkärin lisäksi työterveyspsykologi, joka tuntee ammatin erityisvaatimukset. Työhön paluu on mahdollinen vakavan tapaturman jälkeen vasta kun riittävä arviointi on tehty työterveyshuollon toimesta.

## 2.5 Viranomaisten ennalta ehkäisevä toiminta

Liikenne- ja viestintäviraston ennaltaehkäisevät toimet kaupunkiraideliikenteen osalta perustuvat pitkälti kaupunkiraideliikennemääräykseen. Määräyksessä edellytetään, että toiminnanharjoittaja sisällyttää toimintaansa yleiset turvallisuustavoitteet.

Toiminnanharjoittajalla on myös oltava turvallisuusjohtamisjärjestelmä. Lisäksi kaupunkiraideliikennemääräys velvoittaa toiminnanharjoittajan ilmoittamaan välittömästi Liikenne- ja viestintävirastolle liikenne- tai matkustajaturvallisuuteen vaikuttavista merkittävistä ja vakavista tapahtumista. Toiminnanharjoittajan on myös laadittava Liikenne- ja viestintävirastolle puolivuositain raportti onnettomuuksista ja vaaratilanteista, jotka vaikuttivat matkustaja- ja liikenneturvallisuuteen.

Poiketen rautatieliikenteestä, kaupunkiraideliikenteen harjoittaminen ei edellytä rataverkon haltijalta Liikenne- ja viestintäviraston myöntämää turvallisuuslupaa eikä raideliikennettä harjoittavalta toimijalta turvallisuustodistusta. Kaupunkiraideliikenteessä noudatetaan näiltä osin ilmoitusmenettelyä. Näin ollen valvovalla viranomaisella ei ole käytettävissä vastaavia sanktiokeinoja kuin rautatieliikenteessä, missä viranomaisella voi turvallisuuspuutteita havaitessaan keskeyttää toiminnan perumalla turvallisuusluvan tai -todistuksen voimassaolon. Raideliikennelain 154 § perusteella viranomaisella voi kuitenkin puutteita havaitessaan *kieltää rataverkon haltijaa jatkamasta toimintaansa toistaiseksi tai määräajaksi, jos puutteellisuutta on pidettävä toiminnan turvallisuuden kannalta olennaisena.*

Liikenne- ja viestintävirasto valvoo kaupunkiraideliikenteen toimijoita vuosittaisen auditointien kautta. Auditoinnit pohjautuvat pääosin dokumenttien läpikäyntiin sekä henkilöiden haastatteluun ja yhteiseen keskusteluun. Kaupunkiraideliikenteen sääntely on niukkaa ja Liikenne- ja viestintäviraston mahdollisuudet toteuttaa valvontatoimia ovat rajalliset. Esimerkiksi turvallisuusjohtamisjärjestelmiä auditoidaan vain pistekokein. Kuvaavaa on, että eräässä turvallisuusjohtamisjärjestelmän auditoinnin raportissa Liikenne- ja viestintävirasto toteaa: *Liikenne- ja viestintävirasto Traficom ei voi taata havainneensa kaikkia kaupunkiraideliikenteen toimijan toimintaan liittyviä poikkeamia suoritetussa auditoinnissa.*

Raitiolinjaa 15 suunniteltaessa Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy olisi halunnut käsitellä raitiolinjan 15 rakentamista ja liikennöinnin aloittamista olemassa olevan kantakaupungin raitiotieverkoston laajenuksena. Liikenne- ja viestintävirasto kuitenkin edellytti, että raitiolinjan 15 rakentamista ja raitiorataverkon haltijuutta käsitellään uutena raideliikennejärjestelmänä. Perusteluna tähän oli muun muassa se, että raitiolinja 15 on täysin erillään kantakaupungin raitiotieverkostosta.

Liikenne- ja viestintävirasto on toteuttanut Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy:lle turvallisuuskeskustelun 9/2023. Tapaaminen on järjestetty valvovan viranomaisen aloitteesta, koska sille ei ollut muodostunut selkeää käsitystä organisaation riskienhallinnasta

raitiolinjan 15 osalta. Valvovan viranomaisen tietojen mukaan raitiolinjan 15 kokonaistoimintaan liittyi noin 200 avointa riskiä, joihin liittyvät vastuut olivat vaikuttaneet epäselviltä. Valvovalla viranomaisella ei myöskään ollut riittävää varmuutta riskienhallinnan riittävästä resurssoinnista ja siitä, että organisaatiolla oli kyky suorittaa riskienhallintaa kattavasti ja siten, ettei turvallisuus vaarannu.

Turvallisuuskeskustelusta laaditusta raportista ei käy ilmi, saiko valvova viranomainen tyydyttävällä tasolla tietoa organisaation riskienhallinnan tilasta. Raportin jatkotoimenpiteet -kohdassa mainitaan, että organisaation edustajat tekevät koosteen riskien tilanteesta sekä yhteenvedon seuraavaan kokoukseen. Seuraavassa 10/2023 käydyssä kokouksessa Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy oli esitelletty riskienhallinnan toimiaan. Kokouksen muistion mukaan liikenneturvallisuusriskejä oli lähdetty aktiivisesti ratkaisemaan, ja riskienhallinnan resursseja oli vahvistettu. Kuljettajakoulutuksen riittävyttä oli myös pohdittu. Kuljettajien palautteena kokousmuistiossa mainittiin kuljettajien kokeneen kahden päivän perehdytyksen raitiolinjan 15 liikennöintiin liian lyhyenä.

Liikenne- ja viestintävirasto on auditoinut Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy:n raitioliikenteen kuljettajien osaamisen ja pätevyyksien hallinnan 10/2023. Auditoinnissa ei todettu poikkeamia, mutta siinä on nostettu esille kuljettajan suuri vastuu liikenneturvallisuudesta raitiolinjalla 15. Lisäksi siinä todetaan, että kantakaupungin raitiotien kuljettajille annetaan kahden päivän koulutus siirryttäessä ajamaan raitiolinjalle 15. Auditoinnissa todetaan ilmeisesti organisaation omaan kokemukseen viitaten, että ero ei ole niin merkittävä, ettei tämä kahden päivän koulutus olisi riittävä.

Auditointiraportissa suositellaan:

- Järjestämään suunniteltuja ja kohdistettuja kertauskoulutuksia.
- Laatimaan menettelyt pätevyyksien ylläpidolle sekä lisäämään pätevyysrekisteriin tiedot suoritetuista kertauskoulutuksista.
- Kuljettajien ohjeistuksien ajantasaisuuden ja lainmukaisuuden tarkistaminen suhteessa esimerkiksi tieliikennelakiin.

Liikenne- ja viestintävirasto on auditoinut Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy:n turvallisuusjohtamisjärjestelmän 9/2024. Auditoinnin havaintojen mukaan organisaatiolla ei ole yleistä poikkeamienhallinnan ohjetta, ja poikkeamien hallinta on jakautunut moneen eri organisaatioon, vastuuhenkilöön, ohjelmistoon ja ohjeeseen. Liikenne- ja viestintävirasto on auditointiraportissa suositellut myös ohjeistusta sekä koulutusta kaikille poikkeamien käsittelijöille. Etenkin esihenkilöiden perehdyttämistä kuljettajien kanssa käytävään turvallisuuskeskusteluun.

Auditoinnissa havaittiin myös, että organisaatio ei ole päivittänyt viime vuosina turvallisuusjohtamisjärjestelmänsä mukaista omavalvontasuunnitelmaa. Organisaation turvallisuusjohtamisjärjestelmän mukaan omavalvontasuunnitelmassa tulisi huomioida erityisesti tunnistettujen riskien ja sattuneiden poikkeamien kannalta keskeiset teemat.

Auditoinnin havaintojen mukaan organisaation turvallisuusjohtamisjärjestelmästä ei ilmene selkeästi, mitä raportoidaan eri viranomaisille ja miten prosessit etenevät. Vakavien vaaratilanteiden määrittely ei myöskään ole ollut selvää, eikä turvallisuusjohtamisjärjestelmä ole sisältynyt selkeää kuvausta, missä tilanteissa myös vaaratilanteisiin tulisi reagoida välittömästi.

Auditoinnissa on tarkasteltu myös organisaation turvallisuuskulttuurin toteutumista. Auditointihavaintojen mukaan inhimillisten ja organisatoristen tekijöiden (HOF) huomiointi on viety turvallisuusjohtamisjärjestelmään hyvin, mutta eri poikkeama- ja

havaintoilmoituslomakkeissa oli kuitenkin vaihtelua eikä auditoinnin aikana ollut saatu selkeää kuvaa siitä, kuinka hyvin HOF-tekijöiden huomioiminen on saatu integroitua aidoksi osaksi toimintaa organisaation eri tasoille.

Auditointiraportissa on huomautettu, että kuljettajien esihenkilörajapinta toimii tärkeänä linkkinä kuljettajien ja ylemmän johdon välillä. Tähän on raportin mukaan hyvä kiinnittää huomiota, jotta turvallisuuteen liittyvät asiat toisaalta siirtyvät toimintaan, ja toisaalta kuljettajatoiminnasta saataisiin mahdollisimman laadukasta tietoa toiminnan kehittämiseksi. Liikenne- ja viestintävirasto on myös suositellut edistämään tiedonsaantia kuljettajilta esimerkiksi panostamalla oikeudenmukaiseen turvallisuuskulttuuriin (just culture), jossa luottamuksen ilmapiiriä rakentamalla voidaan edistää turvallisuustiedon avoimempaa jakamista.

Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy toimittaa Liikenne- ja viestintävirastolle puolivuositain raportin onnettomuuksista ja vaaratilanteista, jotka vaikuttivat matkustaja- ja liikenneturvallisuuteen. Raportit ovat varsin kattavia, ja ne sisältävät organisaation raportointia metro- ja raitiovaunuliikenteestä. Raitiolinjaa 15 käsitellään raporteissa omana kokonaisuutenaan. Organisaation omien havaintojen mukaan raitiolinjan 15 kaltainen liikennejärjestely on osoittautumassa turvalliseksi liikenteen muodoksi. Organisaatio käyttää törmäystaajuutta mittarina liikenneturvallisuudessa, ja törmäystaajuus on organisaation raportoinnin mukaan selkeästi alhaisempaa raitiolinjalla 15 kuin kantakaupungin raitiotiellä.

**Kaupunkiraideliikenteen kuljettajien terveysvaatimukset ja terveyden seuranta** poikkeavat merkittävästi esimerkiksi rautatieliikenteestä. Koska kaupunkiraideliikenteen kuljettajien terveydentilalle ja sen seurannalle ei ole kansainvälisiä vaatimuksia, perustuvat vaatimukset kansallisiin säännöksiin. Taulukossa 5. on esitetty vertailevasti pääpiirteissään terveysvaatimukset sekä Suomen että Norjan kaupunkiraideliikenteessä ja Suomen rautatieliikenteessä. Norjan kaupunkiraideliikennettä on käytetty vertailukohteena, koska siellä toimintaolosuhteet kaupunkiraideliikenteessä ovat olennaisilta osin samantyyppiset kuin Suomessa.

Suomessa kaupunkiraideliikenteessä terveysvaatimukset ovat vähemmän vaativia verrattuna Norjan kaupunkiraideliikenteeseen. Sen sijaan Norjan kaupunkiraideliikenne vaatimukset ovat hyvin samanlaiset kuin Suomen rautatieliikenteen terveysvaatimukset. Suomen kaupunkiraideliikenteessä alkutarkastuksessa edellytetään lääkärin todistusta mutta ei lääkärin tarkastusta. Lisäksi alkutarkastuksessa Suomen kaupunkiraideliikenteessä ei edellytetä psykologin soveltuvuusarviota. Suomen kaupunkiraideliikenteessä ei ole myöskään tarkemmin määritetty jatkotarkastuksien ajankohtaa eikä edellytetä onnettomuuden jälkeen lisätarkastusta. Kaupunkiraideliikenteessä edellytetään Suomessa ajokorttilain<sup>19</sup> ryhmän 2 terveysvaatimusten täyttymistä, jotka ovat käytännössä suppeampia kuin Norjan kaupunkiraideliikenteen ja Suomen raideliikenteen terveysvaatimukset.

---

<sup>19</sup> 386/2011.

**Taulukko 5.** Vertailu terveydentilan ja psykologisen soveltuvuuden kansallisista vaatimuksista.

Tarkastus/ vaatimus	Suomen kaupunkiraideliikenne	Norjan esikaupunkiraideliikenne	Suomen rautatieliikenne
<b>Alkutarkastus</b>	Lääkärin todistus	Lääkärin tarkastus ja psykologin soveltuvuusarvio (kognitio, psykomotoriset taidot ja käyttäytyminen)	Lääkärin tarkastus ja psykologin soveltuvuusarvio
<b>Jatko-tarkastukset</b>	Riittävän usein	≤ 40 viiden vuoden välien 41–62 kolmen vuoden välein > 62 vuoden välein	≤ 55 kolmen vuoden välein >55 vuoden välein
<b>Onnettomuuden jälkeinen tarkastus</b>	Ei ohjeistusta	Ylimääräinen täydentävä terveystarkastus	Ylimääräinen täydentävä terveystarkastus
<b>Vaatimukset</b>	-Laki liikenteen palveluista 320/2017 65§ -Ajokorttilain (386/2011) sekä sen nojalla ajoterveydestä annettujen ajoterveysohjeiden ryhmää 2 koskevat terveystarkastukset	Raitioiteita, metroja, esikaupunkirautateitä jne. koskevat määräykset 19.12.2016 n:o 1736	-Laki liikenteen palveluista 320/2017 72§ -Raideliikenteen kuljettajien terveydentila- ja soveltuvuusvaatimukset

## 2.6 Pelastustoimiin osallistuneet organisaatiot ja niiden toimintavalmius

**Itäkeskuksen onnettomuus** tapahtui Helsingin sosiaali-, terveys- ja pelastustoimialan alueella. Hyvinvointialueista poiketen Helsingin kaupunki on vastannut sosiaali- ja terveydenhuollon sekä pelastustoimen järjestämisestä 1.1.2023 alkaen 674 500 asukkaalleen. Pelastustoimi kuuluu sisäministeriön hallinnonalaan ja kansalliseen ohjaukseen, mutta organisatorisesti se kuuluu Helsingin kaupungin sosiaali-, terveys- ja pelastustoimen (Sotepe) toimialaan. Erikoissairaanhoidon palvelut tuottaa HUS-yhtymä. Helsinki omistaa HUSin yhdessä muiden Uudenmaan hyvinvointialueiden kanssa. Pelastustoimen alueen rajat ylittävistä yhteistoiminnasta on sovittu Helsingin ja Itä-, Keski- ja Länsi-Uudenmaan pelastuslaitosten kanssa.

Pelastustoimen palveluihin kuuluvat pelastustoiminta, ensihoito, onnettomuuksien ehkäisy, turvallisuusviestintä, väestönsuojelu, valvonta ja palotarkastukset, sekä rakenteellisen paloturvallisuuden neuvonta.

Helsingin pelastuslaitoksella on 12 pelastusasemaa, 4 meriasemaa, öljyntorjunta-asema, tekninen tukikohta ja harjoitusalue. Sopimuspalokuntia alueella toimii 15. Pelastusasemalla toimivan pelastusryhmän henkilövahvuus on minimissään 1+3, eli yksi esimies ja kolme miehistöön kuuluvaa palomiestä. Vuodesta 2020 lähtien Helsingin pelastuslaitoksella on ollut valmiudessa myös kärkiyksiköitä, joiden vahvuus on 0+2, eli yksiköissä on kaksi miehistöön kuuluvaa pelastajaa, mutta ei esihenkilöä. Helsingin kaupungin pelastuslaitoksen henkilöstömäärä vuonna 2023 oli 752 (palomies-ensihoitajia ja ensihoitajia). Vuonna 2023 suoritettiin 61 000 ensihoitotehtävää, 8 840 hälytystehtävää (pelastustoimi) ja 9 700 onnettomuuksien ehkäisyn valvonnallista tehtävää.

Helsingin alueen vuosien 2024–2026 palvelutasopäätöksessä muutostekijöiksi on tunnistettu muun muassa maan alla kulkeva metro ja tiheä lähijunaverkosto, raitiotieverkosto ja vilkkaat matkustajasatamat. Helsingille on ominaista, että julkinen liikenne pitää sisällään laajan raitiotieverkoston ja metron. Lisäksi Helsingin rautatieasemalta kulkee Pasilan kautta lähijunaliikenne ja kaukojunaliikenne muualle Suomeen. Raitiovaunuissa kulkee vuosittain 57 miljoonaa matkustajaa, päivittäin noin 160 000. Vuonna 2019 Helsingin alueella metroon nousi päivittäin 250 000 matkustajaa.

**Keilaniemen onnettomuus** tapahtui Länsi-Uudenmaan hyvinvointialueen alueella. Länsi-Uudenmaan hyvinvointialue on järjestänyt sosiaali- ja terveystalvet sekä pelastustoimen talvet 1.1.2023 alkaen Espoon, Hangon, Inkoon, Karkkilan, Kauniaisten, Kirkkonummen, Lohjan, Raaseporin, Siuntion ja Vihdin alueilla. Pelastuslaitoksen palveluihin kuuluvat pelastuspalvelu, ensihoito, lakisääteinen valvontatoiminta, kemikaalivalvonta, palontutkinta, turvallisuuskoulutus, viestintä ja sopimuspalokuntatoiminta. Pelastustoimella on 12 miehitettyä asemaa, joista jokaisessa on pelastusyksikkö vahvuudella paloeshenkilö ja 3 pelastajaa. Lisäksi ympärivuorokautisessa valmiudessa toimii muun muassa kolme päivystävää palomestaria, kaksi puomitikasyksikköä, yksi säiliöyksikkö ja kaksi tilannekeskuspäivystäjää. Pelastustoimintaan osallistuvan henkilöstön minimivahvuus on 58.

Pelastuslaitos on selvittänyt toimintavalmiuden kannalta haastavia alueita ja kehittänyt seurantaan onnettomuuskehityksen sekä toimintavalmiuden osalta. Länsi-Uudenmaan hyvinvointialueen palvelutasopäätöksessä 2021–2024 haastaviksi alueiksi on tunnistettu Otaniemen ja Etelä-Espoon alueet. Uudenmaan alueella rautateiden matkustajaliikenne painottuu pääkaupunkiseudun lähiliikenteeseen. Raideliikenteen onnettomuusriskien kannalta Uudenmaan erityispiirteitä ovat muun muassa suuret matkustajamäärät, pääkaupunkiseudun joukkoliikenteen painottuminen metro- ja rautatieliikenteeseen, tiheä raideliikenneverkosto, raideliikenteen sijoittuminen tiheään asutun alueen keskelle sekä kauppakeskusten ja asuinrakentamisen keskittyminen radan varteen, asemien välittömään läheisyyteen sekä niiden päälle. Raideliikenteen määrä on viime vuosina kasvanut lähijunaliikennettä Vantaalla palvelevan Kehäradan sekä Espooseen sijoittuvan Länsimetron ja Helsingin ja Espoon alueille sijoittuvan raitiolinjan 15 myötä.

Suuronnettomuus- ja häiriötilanneskenaariot perustuvat riskianalyysissä vuonna 2018 valmistuneeseen Suomen kansalliseen riskiarvioon sekä Uudenmaan alueelliseen riskiarvioon (2023). Alueellinen riskiarvio toimii kansallista riskiarviota täydentävänä asiakirjana, jonka tarkoitus on kartoittaa esimerkein alueellisesti merkittävimmät riskit, joiden hallitseminen edellyttää toteutuessaan normaalista poikkeavaa toimintaa, ja joilla olisi merkittäviä alueellisia vaikutuksia. Kansallisessa riskiarviossa ei käsitellä raideliikenneonnettomuutta. Uudenmaan alueellisessa riskiarviossa (2023) on kuvattu 14 erilaista skenaariota onnettomuus- ja häiriötilanteiden riskeistä, joiden hallitseminen toteutuessaan vaatisi normaalista poikkeavaa toimintaa. Yksi näistä skenaarioista on raideliikenneonnettomuus.

Alueellisessa riskinarvion skenaariossa mahdollisia vakavan raideliikenneonnettomuuden toteutumistapoja ovat erilaiset suistumis-, törmäys-, ja tasoristeysonnettomuudet. Vakavan rautatieliikenneonnettomuuden, johon ei sisälly raitioliikenne todennäköisyydeksi arvioidaan kerran 10–100 vuodessa. Merkittäviä henkilövahinkoseurauksia aiheuttavat skenaariot ovat selvästi epätodennäköisempiä kuin lievemmat. Pääosin aineellisia vahinkoja aiheuttavia suistumisia tai törmäyksiä ennakoitaan tapahtuvan metro- ja rautatieliikenteessä muutamia kappaleita vuosikymmenessä. Todennäköisimpänä törmäykseen tai suistumiseen liittyvänä tapahtumakulkuna voidaan pitää teknisen vian ja ihmisen toiminnan aiheuttamaa yhteisvaikutusta, joka ilmenee jollakin tavalla normaalista poikkeavassa tilanteessa. Raideliikenneonnettomuuksissa tapahtuvat kuolemat ovat pääasiassa yksittäisiä junan tai

metron alle jäämisiä. Alueellinen riskiarvio huomioi myös pikaraitiolinjan erityispiirteet, mutta riskiarviossa keskitytään laajemmin vain metro- ja rautatieliikenteeseen. Tätä perustellaan näiden liikennemuotojen korkeammilla keski- ja huippunopeuksilla sekä suuremmilla potentiaalisilla matkustajamäärillä.

**Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy:llä** on käytössään kaksi raitiotieonnettomuuksien pelastus- ja raivaustoimintaan tarkoitettua ajoneuvoa, RA1 ja RA2. RA1 on ensisijainen ja aina valmiudessa. Vaikka nykyisin raivausyksiköt eivät operoi enää hälytysajoneuvoina, RA1 on edelleen mukana pelastustoimen järjestelmissä hälytettävänä resurssina ja tietyissä vasteissa.

Raivausyksiköt vastaavat teknisen asiantuntijatuen ja liikenteen palauttamisen kannalta olennaisen raivauskyvykkyyden tuottamisesta. Raivausyksikkö miehitetään kalustokunnossapidon henkilöstöllä, kuten koulutetuilla raitiovaunun korjaajilla, joiden ammattiosaaminen ja perustehtävä liittyvät raitiovaunukaluston kunnossapitoon. Ryhmää johtaa etuhenkilö, joka omaa kokemusta raivaustoiminnasta. Kunnossapito on laajentanut raivaustoimintaan sisäisesti koulutetun henkilöstön määrää, jotta osaaminen ei keskittyisi liian pieneen ryhmään. Tämä mahdollistaa tarvittaessa, esimerkiksi haastavina lumipyrypäivinä, kahden erillisen raivausryhmän muodostamisen, mikä on yhä tarpeellisempaa toiminta-alueen laajentuessa.

LOK toimii ensisijaisena hälyttäjänä kaikissa tilanteissa, ja suurin osa raivausauton tehtävistä ei johda pelastustoimen toimenpiteisiin. Niissä tilanteissa, jotka vaativat pelastustoimen osallistumista, LOK yleensä hälyttää raivausauton ensimmäisenä liikkeelle, mutta yksikkö saa lisäksi hälytyksen hätäkeskuksesta. Raivausyksikön toiminta-alueena toimii koko pääkaupunkiseudun raitiotieverkko.

RA1:n tehtävänä onnettomuuspaikoilla on:

- *varmistaa akuuttien pelastustoimien turvallinen hoitaminen*
- *tukea pelastuslaitosta kalustollaan ja osaamisellaan*
- *toimia linkkinä LOKin ja pelastustoiminnan johtajan välillä sekä varmistaa tiedonkulku molempiin suuntiin*
- *tehdä tarvittavat raivaus- ja siirtotoimet vaunun saamiseksi turvallisesti pois tilannepaikalta*
- *arvioida vaunun kunto ja liikennekelpoisuus.*

## **2.7 Säädökset, määräykset ja ohjeet**

Kaupunkiraideliikenteeseen ei kohdistu rautatieliikenteen kaltaista kansainvälistä sääntelyä. Tästä syystä kansallisen lainsäädännön ja turvallisuudesta vastaavan viranomaisen määräysten rooli on kaupunkiraideliikenteessä merkittävästi suurempi kuin rautatieliikenteessä.

Kaupunkiraideliikenteen kansallinen sääntely on Suomessa suhteellisen uutta. Kaupunkiraideliikenne on määritelty lainsäädännössä viranomaisvalvonnan piiriin kuuluvaksi liikennemuodoksi ensimmäisen kerran vuoden 2016 alussa voimaan tullessa laissa kaupunkiraideliikenteestä 1412/2015. Tätä ennen kaupunkiraideliikennettä on käsitelty pitkälti Helsingin kaupungin sisäisenä asiana. Helsingin kaupungin liikennelaitos (HKL) perustettiin vuonna 1945. Se on vastannut ensin raitioliikenteestä ja vuodesta 1982 alkaen myös metroliikenteestä. Toimintaan liittyvä sääntely ja valvonta on kehittynyt osana HKL:n sisäistä toimintaa. HKL:n toimintaa ovat määrittäneet raitioliikenteessä Raitioliikennesääntö ja Raitioliikenteen toimintaohjeet (RTO). Liikelaitosmuotoinen HKL

yhtiöitettiin 2020-luvun alussa, ja 1.2.2022 alkaen yhtiön nimeksi muutettiin Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy, joka vastaa nykyisin kaupunkiraideliikenteen ohjeistuksesta.

Erotuksena rautatieliikenteeseen, myös kaupunkiraideliikenteeseen liittyvä tekninen standardointi on merkittävästi vähäisempää. Tämän takia toimijat ovat joutuneet kehittämään omia toimintamalleja ja osin soveltamaan rautateillä standardoituja toimintamalleja kaupunkiraideliikenteeseen.

Liikenne- ja viestintäministeriö on pyrkinyt kehittämään kaupunkiraideliikenteeseen kohdistuvaa lainsäädäntöä. Ministeriön linjana on, että kaupunkiraideliikenteen sääntelyssä otettaisiin mahdollisuuksien mukaan mallia rautatieliikenteen EU-sääntelystä. Sääntelytaakka on kuitenkin haluttu pitää rautatieliikennettä kevyempänä, ja tästä syystä ministeriö ei ole ottanut kaupunkiraideliikennettä täysimittaisten EU-lainsäädännön mukaisten vaatimusten piiriin.

### 2.7.1 Lait ja asetukset

**EU-lainsäädäntö** ei velvoita kaupunkiraideliikennettä. Kuitenkin esimerkiksi Euroopan komission turvallisuusjohtamisjärjestelmään liittyvä delegoitu asetus 2018/762 ja asetus riskin arviointia koskevasta yhteisistä turvallisuusmenetelmistä 402/2014 olisivat hyvin sovellettavissa myös kaupunkiraideliikenteeseen.

Suomessa tapahtuvasta raideliikenteestä määrätään raideliikennelaissa<sup>20</sup> ja laissa liikenteen palveluista<sup>21</sup>.

**Raideliikennelain** tarkoituksena on edistää raideliikennettä, sen turvallisuutta, rautatiejärjestelmän yhteentoimivuutta ja rataverkon tehokasta käyttöä. Lisäksi lain tarkoituksena on luoda tasapuoliset edellytykset raideliikennemarkkinoiden toiminnalle. Lakia sovelletaan Suomen rautatiejärjestelmään ja kaupunkiraideliikenteen rataverkon hallintaan.

Lain 21. luku käsittelee kaupunkiraideliikenteen rataverkon hallintaa. Luvussa on määritelty muun muassa kaupunkiraideliikenteen metro- tai raitiorataverkon haltijaa koskevat vaatimukset.

Kaupunkiraideliikenteen rataverkon haltijalla on lain 154 §:n mukaan oltava turvallisuuden takaava organisaatio ja turvallisuusjohtamisjärjestelmä. Turvallisuusjohtamisjärjestelmän avulla rataverkon haltija voi varmistaa rataverkon turvallisen suunnittelun, rakentamisen, kunnossapidon ja hallinnan. Turvallisuusjohtamisjärjestelmän on myös varmistettava järjestelmällinen vaarojen tunnistaminen ja riskien hallinta. Lisäksi on pystyttävä varmistamaan, että tunnistettujen vaarojen ja riskien hallintatoimet ovat tehokkaita. Turvallisuusjohtamisjärjestelmällä on varmistettava kaikkien organisaation toimintaan kuuluvien riskien hallinta.

Metro- ja raitiotierataverkon liikenteenohjauspalvelujen järjestämisestä vastaa lain mukaan rataverkon haltija, kaupunkiliikennettä harjoittava kunnallinen liikelaitos, yhtiö tai muu yhteisö toiminnanharjoittajana. Toiminnanharjoittaja voi itse järjestää liikenteenohjauspalvelut tai hankkia ne toiselta toiminnanharjoittajalta taikka muilta palveluntuottajilta.

---

<sup>20</sup> 1302/2018.

<sup>21</sup> 320/2017.

**Laissa liikenteen palveluista** säädetään kaupunkiraideliikenteen harjoittamisesta. Kaupunkiraideliikenteen harjoittajana voi olla kunnan liikelaitos tai yhtiö taikka muu yhtiö tai yhteisö, joka harjoittaa liikennettä metro- tai raitiorataverkolla. Liikenteenharjoittajan on tehtävä toiminnastaan ilmoitus Liikenne- ja viestintävirastolle. Kaupunkiraideliikenteen harjoittajalla on oltava turvallisuuden takaava organisaatio ja turvallisuusjohtamisjärjestelmä, joiden tulee taata se, että liikenteenharjoittaja voi varmistaa turvallisen liikenteen harjoittamisen. Turvallisuusjohtamisjärjestelmän täytyy varmistaa järjestelmällinen riskien tunnistaminen ja hallinta. Turvallisuusjohtamisjärjestelmällä on varmistettava kaikkien organisaation toimintaan kuuluvien riskien hallinta.

Kaupunkiraideliikenteen kuljettajien on täytettävä säädetyt kelpoisuusvaatimukset, ja heidän on oltava ammatillisesti päteviä. Metrojunan, raitiovaunun ja rataverkon kunnossapidossa käytettävän kalustoyksikön kuljettajalta edellytetään, että hän on tehtävään sopiva, hänen terveydentilansa täyttää asetetut vaatimukset sekä osaa ja ymmärtää riittävästi liikenteenhoidossa käytettävää kieltä. Lisäksi hänen on oltava iältään vähintään 18-vuotias. Liikenteenharjoittaja vastaa siitä, että sen palveluksessa tai toiminnassa mukana olevat kuljettajat täyttävät asetetut kelpoisuusvaatimukset.

**Tieliikennelaissa**<sup>22</sup> käsitellään raitiovaunun kuljettamista liikenteessä ja esimerkiksi väistämissääntöjä suhteessa ajoneuvoliikenteeseen. Raitiovaunukuljettajaa koskevat esimerkiksi tieliikennelain 5 § mukaiset velvoitteet, kuten muun muassa vaatimus siitä, että raitiovaunu on voitava pysäyttää edessä olevan tien näkyvällä osalla ja kaikissa ennakoitavissa tilanteissa.

**Liikenne- ja viestintäministeriössä** on ollut valmistelussa muutokset raideliikennelakiin ja lakiin liikenteen palveluista. Lausuntokierroksella olleen hallituksen esityksen<sup>23</sup> keskeisenä tavoitteena on ollut täydentää kaupunkiraideliikenteen säätelyä. Rakennettaessa uutta kaupunkiraideliikenteen rataverkkoa erityisesti sellaiselle alueelle, jossa ennestään ei ole kaupunkiraideliikennettä, olisi tästä tehtävä ilmoitus Liikenne- ja viestintävirastolle. Ilmoitukseen olisi liitettävä rataverkon/radan rakentamista koskeva, turvallisuusnäkökohdat ja erilaiset liikennejärjestelyt huomioiva suunnitelma vaikutusarvioineen. Lisäksi turvallisuusnäkökohdat tulisi huomioida niin, että kaupunkiraideliikenteen harjoittajalla ja rataverkon haltijalla olisi koulutuksen seurantarjestelmä. Tällä varmistetaan se, että kaupunkiraideliikenteen parissa palvelevaa henkilöstöä koulutetaan uuden rataverkon ja uuden kaluston edellyttämällä tavalla. Lisäksi turvallisuusjohtamisjärjestelmässä olisi otettava huomioon henkilökunnan jatkuva kouluttaminen turvallisuutta edellyttävällä tavalla. Lisäksi laissa säädettäisiin esimerkiksi häiriötilanteisiin varautumisesta ja tiedottamisesta sekä kyberturvallisuuden huomioon ottamisesta. Esitetyt muutokset koskevat kaikkia kaupunkiraideliikenteen toimijoita.

### 2.7.2 Liikenne- ja viestintäviraston määräykset

Liikenne- ja viestintävirasto säätelee kaupunkiraideliikennemääräyksellä kaupunkiraideliikenteen toteuttamista. Määräyksessä edellytetään, että toiminnanharjoittaja sisällyttää toimintaansa yleiset turvallisuustavoitteet. Toiminnanharjoittajalla on myös oltava turvallisuusjohtamisjärjestelmä, joka kattaa muun muassa toiminnan kuvauksen, johtamisen, riskien tunnistamisen ja hallinnan, turvallisuuteen vaikuttavia tehtäviä hoitavan henkilöstön

---

<sup>22</sup> 729/2018.

<sup>23</sup> HE 65/2025.

kelpoisuuksien hallinnan, inhimillisten ja organisatoristen tekijöiden huomioinnin, toimintojen suunnittelun ja hallinnan sekä varautumisen hätätilanteisiin.

Kaupunkiraideliikennemääräyksen mukaan toiminnanharjoittajan on ilmoitettava välittömästi Liikenne- ja viestintävirastolle liikenne- tai matkustajaturvallisuuteen vaikuttavista merkittävistä ja vakavista tapahtumista. Lisäksi toiminnanharjoittajan on puolivuositain laadittava raportti onnettomuuksista ja vaaratilanteista, joilla on ollut vaikutusta matkustaja- ja liikenneturvallisuuteen. Raportissa on analysoinnin perusteella esitettävä sattuneet tapahtumat, niiden syyt sekä seuraukset ja mahdolliset suunnitellut ja toteutetut korjaavat toimenpiteet. Raportissa on käsiteltävä turvallisuuden kehittyminen. Raportin tulee sisältää raportoivalta puolen vuoden jaksolta: *vaaratilanteiden yhteenveto ja kokonaisanalyysi tapauksista, onnettomuuksien yhteenveto ja kokonaisanalyysi tapauksista, omavalvonnan tulokset sekä toimenpiteet, joihin on ryhdytty omavalvonnan tulosten pohjalta turvallisuuden ja turvallisuusjohtamisen kehittämiseksi sekä tiivistelmä riskienhallintaprosessissa esiin tulleista merkittävistä havainnoista.*

### 2.7.3 Standardit ja kansainväliset ohjeet

**SFS-EN standardi 50668**<sup>24</sup> käsittelee opastimia ja liikenteen ohjaus- ja hallintajärjestelmiä raitioteillä, joilla ei ole käytössä junakulunvalvontajärjestelmää, eli joita liikennöidään näkemäajolla. Standardin luvussa 5.5 käsitellään pikaraitiotien päätepysäkkien läheisyydessä sijaitsevien vaihtealueiden kaltaisia reititykseen perustuvia asetinlaitejärjestelmiä. Koska järjestelmän turvallisuus perustuu opastimiin ja kuljettajan toimintaan, keskittyy standardi tältä osin ainoastaan järjestelmän tekniseen toimintaan. Itäkeskuksen onnettomuuden kaltainen liikkuminen opastetta vasten on standardissa tunnistettu riski, mutta sitä vastaan ei ole teknisiä suojakeinoja. Standardi ei käsittele raitioliikenteessä käytettävän kaluston teknisiä turvajärjestelmiä, kuten kuljettajan turvalaitetta.

**Rautatiealaan liittyvät standardit** kuten EN 50126-1, EN 50126-2, EN 50129, EN 50128 ja EN 50159 soveltuvat hyvin myös kaupunkiraideliikenteen järjestelmien toiminnallisen turvallisuuden ja elinkaaren hallintaan liittyvien prosessien kehittämiseen. Näitä standardeja onkin sovellettu kaupunkiraideliikenteessä esimerkiksi kalusto- ja turvalaitehankinnoissa.

**Saksan liittotasavallan säädöstä raitioteiden rakentamisesta ja operoinnista**<sup>25</sup> on kansainvälisen ja kansallisen sääntelyn vähäisyyden takia sovellettu raitioteiden rakentamisessa ja kaluston suunnittelussa useissa Euroopan maissa. Säädöstä on viimeksi päivitetty 1.10.2019. Säädöksessä kuvataan kattavasti peruseriaatteet ja vaatimukset raitiotieverkoston rakentamiselle, raitiovaunukalustolle ja liikennöinnille. Lisäksi säädöksessä määritellään raitiotien infrastruktuurin ja kaluston kunnossapidon peruseriaatteet ja vähimmäisvaatimukset. Huomioitavaa on, että vaikka tämä saksalainen säädös ei ole Suomessa millään tavalla velvoittava, on siitä muun säätelyn ja standardoinnin puuttuessa muodostunut myös Suomessa raitioliikenteen suunnittelua, rakentamista ja liikennöintiä laajalti ohjaava dokumentti.

Säädöksen 49 §:ssä on määritelty, että ilman junakulunvalvontajärjestelmää toimivalla, eli näkemäajoon perustuvalla raitioteillä maksiminopeus on 70 km/h. Lisäksi todetaan, että tällaisilla raitioteillä ei yksiraiteisella raideosuudella saa olla liikennettä vastakkaisiin suuntiin, mikä tulee säädöksen mukaan varmistaa opastinjärjestelmällä.

---

<sup>24</sup> SFS-EN 50668:2019 Railway applications. Signalling and control systems for non UGTMS Urban Rail systems.

<sup>25</sup> Verordnung über den Bau und Betrieb der Straßenbahnen (Straßenbahn-Bau- und Betriebsordnung - BOStrab).

Vaatimukset raitiotiellä käytettäville opastimille on esitetty 51 §:ssä, jossa on käsitelty myös vaihteiden ohjauksen ja opastimien liitäntää. Säädöksen mukaan on käytettävä siinä kuvattuja opastimia, jos sallittu nopeus vaihteessa on yli 15 km/h. Vaihteiden ohjauksen ja opastimien toteutukseen ei säädöksessä ole esitetty tarkempia määrittelyjä.

Kuljettajan turvalaitetta käsitellään säädöksen 38 §:ssä. Siinä on määritelty, että kaikessa henkilökuljetukseen käytettävässä kalustossa on oltava turvalaite, joka pysäyttää kaluston, jos kuljettaja on toimintakyvytön. Tarkempia määrittelyä turvalaitteen toteutukselle ei säädöksessä ole esitetty. Säädöksessä ei myöskään käsitellä päätepuskimien rakennetta ja mitoitus.

## 2.8 Muut selvitykset

### 2.8.1 Kysely raitiovaunukuljettajille

Onnettomuustutkintakeskus teki osana tutkintaa kyselyn Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy:n kuljettajille. Kyselyn tavoitteena oli selvittää muun muassa kuljettajien näkemyksiä raitiolinjan 15 liikennejärjestelyistä, linjalla käytettävästä raitiovaunukalustosta sekä organisaation turvallisuuden hallinnasta. Kysely toteutettiin anonyyminä kyselynä Webropol-ohjelmistolla ja se koostui 33 kysymyksestä. Kysymykset jakautuivat viiteen osa-alueeseen: taustakysymykset, koulutus ja osaaminen, infrastruktuuri ja kalusto, työssä jaksaminen sekä työkuultuuri ja ilmapiiri. Kysely oli avoinna 2.4.2025–17.4.2025 ja siihen vastasi 179 kuljettajaa. Kyselyn tuloksia tarkasteltaessa on huomioitava, että vastaajat edustavat noin 30 % Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy:n raitiovaunukuljettajista.

Kyselyyn vastanneista 179 kuljettajasta noin puolet oli työskennellyt kuljettajan tehtävässä alle kolme vuotta. Vastaajien aiempi työhistoria ja koulutustausta vaihteli vastausten perusteella suuresti. Osalla vastaajista oli edeltävää työkokemusta liikennealalta, mutta suuri osa oli myös tullut tehtävään muilta aloilta.

Suurimman osan, noin 2/3 vastaajista työtehtävät käsittivät raitiovaunun ajoa sekä kantakaupungin raitiotieverkostolla että raitiolinjalla 15. Huomionarvoista on, että vaikka 1/3 vastaajista kertoi ajavansa raitiolinjalla 15 useita kertoja viikossa, 2/3 kuljettajista ajoi raitiolinjalla 15 vain kuukausittain tai harvemmin.

Raitiovaunukuljettajien koulutuksen saaneet kokivat annetun koulutuksen antavan riittävät tiedot ja taidot raitiovaunun kuljettamiseen kantakaupungin alueella. Sen sijaan suuri osa (70 %) koki, että raitiolinjalla 15 ajamiseen annettu perehdytys ei ollut riittävä, vaan perehdytyksen määrää olisi huomattavasti lisättävä. Koulutusjakson jakaantuminen teoriajaksoon ja ajoharjoittelujaksoon koettiin toimivaksi. Koulutusjaksoa pidetään tiiviinä ja opeteltavien asioiden määrä on suuri. Joiltakin osilta koettiin kuitenkin, että opetuksen laatu oli vaihtelevaa.

**Poikkeustilanteiden hallinnan** osalta suurin osa vastaajista tuntee kuljettajan roolin onnettomuustilanteessa ja osaa evakuoida matkustajat, mutta moni kokee, että koulutus ei anna riittävä osaamista hätätilanteiden hallintaan. Alkusammutusta ja ensiapua on käsitelty, mutta käytännön harjoituksia on vastauksien mukaan liian vähän, ja ensiapukoulutuksen uusiminen ei ole järjestelmällistä. Simulaatioita ääritilanteista, kuten tulipaloista ja liikenneonnettomuuksista, ei ole vastaajien mukaan riittävästi. Poikkeustilanteiden hallinnassa kuljettajalla on suuri vastuu ja vastaajat kokevat, että koulutus ei täysin vastaa tähän tarpeeseen. Vastauksien mukaan koulutuksen rakenne ei tue valmistautumista onnettomuuksiin, sillä se on liian lyhyt ja nopeampainen, painottuen asiakaspalveluun turvallisuuden sijaan.

**Vaihteenkääntökahvalla** ajoluvan tilaaminen aiheuttaa epävarmuutta erityisesti satunnaisesti raitiolinjalla 15 ajaville. Ajoluvan tilaaminen voi herkästi unohtua lähtöpaikalta ja vastaavasti linjaosuudella voi epähuomiossa tilata kulkutien varikon raiteistolle. Satunnainen käyttö ei tue toiminnallisuuksien oppimista ja aiheuttaa unohduksia sekä virheellisiä toimia liikennöinnissä.

**Raitiolinjalla 15 käytettävän Smart Artic X54 -raitiovaunun ergonomia** koetaan kyselyn vastausten perusteella yleisesti ottaen melko hyväksi. Avoimissa vastauksissa korostuu tyytymättömyys turvalaitteen käytettävyyteen ja hallintalaitteiden sijaintiin tai niiden etäisyyden säädön puuttumiseen.

Vastausten perusteella Smart Artic X54 -raitiovaunun kahvan jatkuva painaminen turvalaitetoiminnon vuoksi aiheuttaa yläraaja- ja olkapään alueen rasitusta sekä kipua. Vastaajat ovat tunnistanee painamisesta aiheutuvan riskin tilanteessa, jossa kuljettaja menettää toimintakykynsä, tällöin kahva voi jäädä tahattomasti painettuna ala-asentoon eikä turvalaite siten valvo kuljettajan todellista toimintakykyä. Monissa vastauksissa oli tuotu esille kantakaupungin raitioliikenteessä käytettävän Artic X34 -raitiovaunun turvalaitteen kevyt käyttäminen, koska sen toiminta perustuu kosketukseen<sup>26</sup> eikä se edellytä ajokahvan painamista.

Haasteena kuljettajat kokevat eri hallintalaitteiden sijainnin ja niiden käytettävyyden, koska käyttäjät ovat eri kokoisia, jolloin istuimen etäisyys hallintalaitteista vaihtelee. Monissa vastauksissa tulee esiin toive, että ajokahva olisi kiinnitettynä istuimen käsitukeen. Näissä vastauksissa näkyy kuljettajien hyvät kokemukset aiemmin käytössä olleen Variotram<sup>27</sup>-raitiovaunun vastaavasta toteutuksesta.

Ohjaamon takaosaan toivotaan tummennuskalvoa, koska matkustamon valot aiheuttavat tähystämistä vaikeuttavia heijastuksia kuljettajan näkökenttään. Ohjaamon puutteellinen äänieristys nousee esiin vastauksissa sekä matkustamosta ohjaamon tulevat hajut koetaan häiriötekijöiksi. Nämä vaikeuttavat liikennetilanteisiin keskittymistä.

Ohjaamon ikkunoiden puhtauteen tulisi kiinnittää enemmän huomiota, vastauksien perusteella likaiset ikkunat ovat vaikeuttaneet tähystämistä. Tähystämistä haittaa myös lasinpyyhkijöiden liikeradan päättyminen kuljettajan näkökenttään, jolloin tuulilasin keskelle jää alue, joka ei puhdistu.

**Opastinten** sijoittelussa on vastausten perusteella parannettavaa useissa eri kohdissa. Opastimet ovat vaikeasti havaittavissa esimerkiksi edessä olevan pylvään vuoksi ja osa ongelmapaikoista tulee esiin puiden lehdelliseen aikaan. Tietyt paikat korostuvat vastauksissa ja esimerkiksi Itäkeskuksen opastimen sijainti on koettu erityisen hankalaksi. Itäkeskuksesta lähdetessä opastin jää herkästi havaitsematta ja voi siksi johtaa luvattomaan liikkeellelähtöön.

Opastinjärjestelmä on käyttäjälle vaativa myös siksi, että työvuorot sisältävät esimerkiksi kantakaupungissa sellaisia tilanteita, joissa noudatetaan muun liikenteen liikennevaloja ja toisaalla noudatetaan raitioliikenteelle tarkoitettuja opasteita. Opastinjärjestelmän yhdenmukaisuus sekä linja-ajon että varikkojen osalta koetaan tärkeäksi.

---

<sup>26</sup> Helsingin kantakaupungin raitioliikenteessä käytettävän Artic X34-vaunun turvalaite perustuu kapasitiiviseen anturiin joka havaitsee onko kuljettajan käsi ajokahvalla. Tässä ratkaisussa kuljettajan ei tarvitse erikseen painaa kahvaa.

<sup>27</sup> Variotram-raitiovaunut olivat Adtranz:in/Bombardier:in valmistamia raitiovaunuja joita käytettiin Helsingin kantakaupungin raitioliikenteessä vuosina 1998-2019. Vaunut korvattiin Artic X34-vaunuilla.

Opastimien opasteet ovat väriltään valkoiset ja niiden valoaukon muodon havaitseminen koetaan hankalaksi erityisesti pimeään aikaan. Vastauksissa tulee esiin värillisten opasteiden havaittavuuden edut verrattuna nyt käytössä olevaan järjestelmään.

**Työssä jaksamisen ja vireystilan** kannalta keskeisinä ongelmina koettiin, että työvuorojen välit ovat liian lyhyitä, jolloin työvuorojen välinen aika ei riitä palautumiseen ja riittävään lepoon. Pääkaupunkiseudun työssäkäyntialue on suhteellisen laaja ja työmatkoihin kuluva aika voi entisestään lyhentää kotona vietettävää lepoaikaa, jolloin tosiasialliseen lepoon käytettävän ajan koetaan jäävän riittämättömäksi. Samoin yhden yksittäisen vapaapäivän sijoittaminen kahden työvuoron väliin koettiin olevan liian lyhyt palautumiseen ja sen varmistamiseen, että kuljettajan vireystila on riittävä seuraavalle työvuorolle. Työvuoro voi myös päättyä aamuyöllä ja seuraava työvuoro voi alkaa seuraavana vuorokautena jo aamuyöllä, eikä niiden väliin jäävää lepoaikaa koeta riittäväksi.

Työvuorot suunnitellaan käytännössä ympärivuorokautisesti toimivan liikennejärjestelmän ehdoilla. Kolmivuorotyölle tyypillistä työvuorojen käyttöä ilta-, aamu- ja yövuorotyypillisesti rytmitettyä ei toteuteta. Vuorot muodostuvat epäsäännöllisistä työvuoroista vaihdellen iltavuoron, päivävuoron ja osittaisen yövuoron välillä. Tämän koetaan haittaavan unirytmien sopeuttamista vuorotyön vaatimuksiin ja aiheuttavan univajetta. Yleisesti koetaan, että unirytmien jatkuva muuttaminen vaikeuttaa nukkumista ja palautumista työvuorojen välillä. Työvuorosuunnittelussa ei ole riittävästi mahdollista huomioida kunkin kuljettajan luontaista unirytmää.

Osa kuljettajista kokee, että työvuoron enimmäispituus, 10 tuntia, on kuljettajatyön keskittymisen kannalta liian pitkä. Työpäivän pituutta voi lisätä myös se, että ruoka-aikaa ei lasketa työaikaan kuuluvaksi. Työvuoro voi myös olla jaettu kahteen osaan siten, että osien välissä on useamman tunnin tauko, jolloin niin sanottu työhönsidonnaisuus vuorokauden aikana voi olla hyvinkin suuri. Työvuorojen osien välistä aikaa ei lasketa työajaksi, joten jokainen huolehtii silloin ajankäytöstään parhaaksi katsomallaan tavalla. Asuinpaikan sijainnin takia kaikilla ei ole kuitenkaan mahdollisuutta viettää työvuoron osien välistä aikaa kotonaan.

Kyselyvastausten perusteella kantakaupungin raitiovaunukuljettajien työvuorosuunnittelu koetaan onnistuneemmaksi ja siinä on mahdollista huomioida kuljettajien toiveita työn rytmittämisestä. Järjestelmään kuuluu myös se, että kuljettajat voivat työvuosikertymänsä perusteella valita haluamiaan ajotehtäviä. Kyselyn perusteella merkittävä osa raitiovaunukuljettajista kokee itsensä niin väsyneeksi työssään, että sillä on vaikutusta työsuoritukseen, osa jopa päivittäin.

Yleisesti kyselyn ja tutkinnan perusteella voidaan todeta, että organisaation ilmapiiri ei kannusta ilmoittamaan turvallisuuspoikkeamia ja läheltä piti -tapahtumia. Taustalla on muun muassa se, että suhtautuminen ilmoitettuihin turvallisuuspoikkeamiin vaihtelee organisaatiossa suuresti. Vaikka poikkeamiin suhtaudutaan organisaatiossa pääosin asiallisesti, on esille tullut tapauksia missä esihenkilöiden suhtautuminen ilmoitettuihin turvallisuuspoikkeamiin on ollut välinpitämätöntä tai jopa asiasta raportoivaa kuljettajaa syyllistävä. Ilmiössä on taustalla osittain myös organisaatiossa tunnistettu kahtiajako työntekijätason sekä esihenkilö- ja johtotason välillä. Suurin poikkeamien ilmoittamiseen liittyvä ongelma on kuitenkin tutkinnan perusteella se, että henkilöstö kokee, että poikkeamista ilmoittaminen ei yleisesti johda muutoksiin. Positiivisena asiana voidaan todeta, että organisaation ilmapiiri kannustaa kysymään neuvoa, jos itse on epävarma jostain menettelytavasta.

## 2.8.2 Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy:n poikkeamailmoitusten analysointi

Tutkinta-aineisto sisälsi raitiolinjan 15 poikkeamailmoitukset syyskuulta 2023 vuoden 2024 loppuun. Ilmoitusten kokonaismäärä oli yli 6 000. Aineiston perusteella lähtölupa jää tilaamatta noin kerran kuussa. Vaihteenohjausjärjestelmän vikoja ilmenee noin 90 kertaa kuukaudessa. Liikennevalohäiriöitä ilmoitusten perusteella on keskimäärin 22 kertaa kuukaudessa. Merkittävä osa liikennevalohäiriöstä on sellaisia, että jostain syystä opastimeen ei tule ajon sallivaa opastetta.

## 2.8.3 Tampereen raitiotien vertailua raitiolinjaan 15 nähden

Tampereen raitiotie aloitti liikennöinnin elokuussa 2021. Vuoden 2025 alussa rataverkon pituus oli 24,6 km. Raiteiston raideleveys on 1 435 mm ja ajojohtimen jännite 750 VDC. Vaunujen suurin sallittu nopeus raiteistolla on 70 km/h ja keskinopeus linjoilla on 19–22 km/h. Raitiotien suunnittelu ja rakentaminen on toteutettu allianssimallilla.

**Tampereella käytettävät raitiovaunut** ovat Skoda Transtechin valmistamia Smart Artic X34 -tyyppisiä raitiovaunuja, jotka ovat leveämpää raideleveyttä lukuun ottamatta teknisesti hyvin pitkälti vastaavia kuin raitiolinjalla 15 käytetyt Smart Artic X54 -raitiovaunut. Tampereen raitiovaunukalustossa on kuitenkin otettu käyttöön enemmän turvallisuutta parantavia ja kuljettajaa avustavia järjestelmiä kuin raitiolinjalla 15:

- Vaunuissa on alkolukko, joka vaatii kuljettajaa suorittamaan hyväksytysti puhalluskokeen aina ennen vaunun käyttöötoa. Toimintamalli on sama kuin maantieliikenteessä esimerkiksi koulukuljetuksissa.
- Vaunuissa on GPS-pohjainen nopeusrajoituksen osoitusjärjestelmä, joka näyttää vaunun nopeusmittarissa voimassa olevan suurimman sallitun ajonopeuden.
- Vaunun kuljettajan turvalaite on toteutettu siten että se on kuitattava 20 sekunnin välein nostamalla käsi ajokahvalta. Turvalaitetta käytetään vain ajokahvalla, jalkapainiketta ei ole.

Tampereen raitiotien vaunukaluston ohjaamoiden suunnittelua on helpottanut se, että kalustoa ei ole ollut tarve tehdä käyttötavaltaan samanlaiseksi vanhemman kaluston kanssa tai yhteensopivaksi vanhan ratainfrastruktuurin kanssa. Näin esimerkiksi vaihteen ohjaus on Tampereella voitu toteuttaa suoraan vaunun kosketusnäytöltä. Vaunun ohjausjärjestelmän käyttöliittymä on myös edellä mainitusta syystä pystytty suunnittelemaan liikennöinnin kannalta havainnolliseksi ja selkeäksi.

**Tampereen raitiotien rataverkon** päätepysäkeillä raiteelta toiselle siirtymisen mahdollistavat vaihteet on toteutettu ennen ja jälkeen päätepysäkkejä. Tällöin voidaan liikennöidä tilanteen mukaan joko vaihteen kautta suoraan lähtölaituriin tai ajaa tulolaiturin kautta pysäkin takaiselle raiteenvaihtopaikalle suunnan vaihdokseen. Matkustajat poistuvat aina tulolaiturille eikä matkustajia ole kyydissä, kun raiteiden päätösکوhtiin ajetaan.

**Tampereen raitiotien liikennöinnistä** vastaa VR-Yhtymä Oy, joka vastaa myös muun muassa kuljettajien valinnasta ja koulutuksesta. Yhtiö on ottanut näiltä osin käyttöön useita rautatieliikenteessä käytössä olevia toimintamalleja.

Kuljettajien valinta toteutetaan vastaavalla prosessilla, mitä VR-Yhtymä Oy käyttää myös veturinkuljettajien valinnassa. Hakemuksien jälkeen jatkoon valitut tekevät itsenäisesti muun muassa kognitiivista toimintakykyä ja persoonallisuutta arvioivat psykologiset testit. Lisäksi tehdään sekä yksilö- että ryhmähaastattelu. Tämän jälkeen tarkastetaan terveydentilavaatimusten täyttyminen työterveyshoitajan ja rautatielääkärin lähivastaanoitoilla. Tässä vaiheessa hakijat suorittavat myös psykologisen

soveltuvuusarvioinnin ulkopuolisen palveluntuottajan toteuttamana. Tampereen raitiotiellä kuljettajakoulutukseen on erittäin paljon hakijoita. Yleisesti alle 10 % hakijoista hyväksytään koulutukseen. Kuljettajien vaihtuvuus on toistaiseksi ollut erittäin vähäistä.

Tampereen raitiotiellä on töissä 122 kuljettajaa. Työvuorojärjestelyissä on pyritty huomioimaan kuljettajien jaksaminen. Käytössä on muun muassa vapaavalintaisesti itselle sopiva joko aamu- tai iltavuoropainotteinen tai näitä yhdistelevä sekavuoro. Kuljettajan työvuorot eivät sisällä työajan katkeamista, eli palkatonta ja työvelvoitetta sisältämätöntä osuutta, työvuoron sisällä.

Kuljettajien koulutus on toteutettu oppisopimuskoulutuksena VR-Yhtymä Oy:n ja Tampereen seudun ammattiopiston kanssa yhteistyössä. Ennen kuin kuljettaja aloittaa itsenäisen työskentelyn, hänen täytyy suorittaa 30 tuntia ohjattua harjoittelua, eli niin sanottua pariajtoa. Valmistumisen jälkeen kuljettajille annetaan vuosittain säännöllistä kertauskoulutusta, joka sisältää muun muassa liikenneturvallisuuteen ja raitiovaunun kuljettamiseen liittyviä asioita.

VR-Yhtymä Oy on laatinut onnettomuustilanteiden jälkeisestä toiminnasta ohjeistuksen, joka pohjautuu pitkälti rautatieliikenteessä käytössä olevaan toimintamalliin. Sen pääperiaate on, että onnettomuudessa osallisena ollutta kuljettajaa ei jätetä yksin, vaan esihenkilöt ja työterveyshoito huolehtivat, että hän pääsee aina keskustelemaan tapauksesta. Lisäksi ennen kuin kuljettaja palaa itsenäiseen työskentelyyn, hän suorittaa ensimmäiset ajot tutorkuljettajan kanssa. Näin varmistetaan, että kuljettaja on työkykyinen palaamaan täysipainoiseen työskentelyyn.

Liikennöinnin ohjeistus on Tampereella laadittu pitkälti VR-Yhtymä Oy:n ja Tampereen raitiotien yhteistyössä. Häiriötilanteiden ohjeistus on jaettu toimintaohjekortteihin. Yleistä raitiovaunun kuljettamista ohjeistaa Tampereen ratikan liikennöintiohje. Turvallisuutta korostetaan sekä ohjeistuksessa että koulutuksessa, lähtien perusasioista kuten turvavyön kiinnittämisestä ennen ajoon lähtöä.

#### **2.8.4 Raitiovaunujen turvajärjestelmät ja kuljettajaa avustavat järjestelmät**

Kuljettajaa avustavien ja turvallisuutta parantavien järjestelmien hyödyntäminen kaupunkiraideliikenteessä ja erityisesti raitiovaunukalustossa on vähäistä. Onnettomuustutkintakeskus selvitti tällaisten järjestelmien saatavuutta. Selvitystyö pohjautui Skoda Transportation Group:iin kuuluvalta Skoda Transtechilta saatuihin tietoihin. Muilla raitiovaunuvalmistajilla on käytössä vastaavia järjestelmiä.

Skoda Transtech on valmistanut sekä Helsingin kantakaupungin raitiotiellä käytössä olevat Artic X34 -raitiovaunut sekä raitiolinjalla 15 käytössä olevat Smart Artic X54 -raitiovaunut. Lisäksi yhtiö on valmistanut Tampereen raitiotiellä käytössä olevat Smart Artic X34 -raitiovaunut.

Tampereen raitiotien ja raitiolinjan 15 raitiovaunut pohjautuvat samaan perusrakenteeseen. Niiden vetovoiman ohjausjärjestelmä mahdollistaa kuljettajan vireystason seurannan ajokahvan liikkeiden ja turvalaitteen painikkeiden kautta. Viiveet ovat järjestelmässä mahdollista asettaa yhden millisekunnin tarkkuudella. Samoin turvalaitteen merkkivaloa, äänihälytystä ja hätäjarrutuksen aloitusviivettä pystytään määrittelemään lähes rajattomasti. Turvalaite on ohjelmallisesti mahdollista määritellä toimimaan esimerkiksi kuten rautatiekalustossa, jossa pelkkä napin/polkimen painaminen ei riitä, vaan turvalaite on säännöllisin väliajoin kuitattava nostamalla nappi/poljin. Turvalaitteen toiminnalle on kuitenkin käytännössä aina asetettava viive, jonka jälkeen turvalaite ensin hälyttää ennen kuin hätäjarrutus alkaa. Käytännössä viiveen on oltava minimissään noin viisi sekuntia, mikä

on kaupunkiraideliikenteen hektisessä toimintaympäristössä usein liian pitkä aika, jotta voitaisiin estää kuljettajan toimintakyvyttömyydestä aiheutuvat onnettomuudet.

Tampereen raitiotien Smart Artic X34:ssa on käytössä GPS-pohjainen nopeusrajoitusjärjestelmä, joka näyttää koko ajan suurimman sallitun ajonopeuden raitiovaunun nopeusmittarissa ja helpottaa näin kuljettajaa valvomaan ajonopeuttaan. Järjestelmään on syötetty Tampereen raitiovaunuraiteisto ja sillä voimassa olevat nopeusrajoitusalueet. GPS-paikannuksen avulla järjestelmä osaa näin yhdistää vaunun sijainnin raiteistolla voimassa olevaan nopeusrajoitusalueeseen. Järjestelmä on toistaiseksi vain kuljettajaa avustava, eli se ei estä ylinopeudella ajamista.

Skoda Transportation Group on kehittänyt turvallisuutta parantavan ACS (Anti Collision System) -törmäyksenestojärjestelmän. Se perustuu raitiovaunun keulassa olevaan laserkeilaimen ja kameroihin. Järjestelmälle opetetaan raitiovaunun reitit ja määritellään samalla suurimmat sallitut nopeudet reitin osille. Järjestelmän elektroniikka muodostaa niin sanotun virtuaalisen tunnelin, joka on raitiovaunun turvalliseen liikkumiseen tarvittava tila vaunun edessä ja sivuilla. Tämä tila on riippuvainen vaunun nopeudesta. Laserkeilain ja kamerat skannaavat jatkuvasti vaunun liikesuuntaa ja varoittavat ensin kuljettajaa vaunun eteen tulevista esteistä ja ylinopeudesta. Jos kuljettaja ei ryhdy toimenpiteisiin vaunun hidastamiseksi, voidaan järjestelmä ohjelmoida jarruttamaan vaunua automaattisesti. ACS-järjestelmä on otettu viimevuosien aikana käyttöön useissa Euroopan kaupungeissa uudessa raitiovaunukalustossa. Se on myös mahdollista asentaa jälkiasennuksena olemassa olevaan vaunukalustoon. Suomessa ACS-järjestelmä on testikäytössä Tampereen raitiotien *Lyyli living lab* -raitiovaunussa.

**Taulukko 6.** Esimerkkejä eri liikennemuodoissa käytössä olevista turvajärjestelmistä.

Liikennemuoto	Turvajärjestelmät	Turvajärjestelmien toiminnot
<b>Raitioliikenne</b>	Kuljettajan turvalaite	Kuljettajan turvalaitteen toimintaa ei ole standardoitu.
<b>Rautatieliikenne</b>	Kuljettajan turvalaite	Kuljettajan turvalaite pysäyttää junan, jos kuljettaja ei paina turvalaitteen painiketta ja vapauttaa painiketta määrävälein.
	Junakulunvalvonta (JKV)	JKV jarruttaa junaa, jos kuljettaja ajaa ylinopeutta tai ei noudata opastimia. Tarvittaessa JKV pysäyttää junan.
<b>Linja- ja kuorma-autoliikenne</b> (6.7.2022 alkaen kaikkien EU:ssa uutena tyyppihyväksyttävien ja 1.7.2024 alkaen kaikkien EU:ssa ensirekisteröitävien ajoneuvojen on ollut oltava EU:n uuden liikenneturvallisuusdirektiivin eli yleisen turvallisuusasetuksen (GSR) mukaisia.)	Katvealueen varoitusjärjestelmä	Katvealueen varoitusjärjestelmä varoittaa kuljettajaa mahdollisesta törmäyksestä ajoneuvon vieressä olevien jalankulkijoiden ja/tai polkupyörien kanssa. Järjestelmä on aktiivinen pienellä ajonopeudella.
	Liikkeellelähdön varoitusjärjestelmä	Liikkeellelähdön varoitusjärjestelmä varoittaa kuljettajaa mahdollisesta törmäyksestä ajoneuvon etukatvekulman läheisyydessä olevien jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden kanssa.
	Kuljettajan vireystuki	Kuljettajan vireystuki varoittaa kuljettajaa, mikäli se havaitsee, että kuljettaja ei ole enää valpas, tai hän saattaa olla väsynyt.
	Nopeusrajoitustieto	Nopeusrajoitustieto varoittaa kuljettajaa nopeusrajoituksen ylittämisestä kameroiden ja GPS:ää hyödyntävien karttatietokantojen avulla.

ACS-järjestelmä olisi Skoda Transtechin arvion mukaan todennäköisesti voinut estää nyt tutkitun raitiovaunun törmäämisen päätymuuriin Keilaniemessä. Itäkeskuksessa tapahtunutta vaunujen törmäämistä se ei todennäköisesti olisi ehtinyt kokonaan estää, mutta järjestelmä olisi mahdollisesti havainnut törmäysvaaran kuljettajaa nopeammin ja ehtinyt aloittaa jarrutuksen aikaisemmin. Tämä olisi todennäköisesti vähentänyt törmäyksestä aiheutuneita vahinkoja.

Lisäksi useita muita moderneja järjestelmiä voitaisiin hyödyntää raitiovaunuliikenteen turvallisuuden parantamiseksi ja myös pelastustoimien helpottamiseksi. Esimerkiksi matkustajien laskentalaitteiden avulla saadaan koko ajan reaaliaikainen tieto vaunun matkustajamäärästä osastoittain, jolloin onnettomuustilanteessa pelastustoimen vaste voidaan suhteuttaa altistuneiden henkilöiden määrään.

Edellä kuvatut järjestelmät ovat monilta osin vasta tulossa markkinoille. Niiden yleistymisen esteenä ovat pääosin kustannustekijät, mutta osin myös velvoittavan sääntelyn puute. Toisaalta tutkinnassa saatujen tietojen mukaan raitioliikenteen toiminnanharjoittajat kokevat, että uudet turvallisuusjärjestelmät eivät vielä toistaiseksi täysin vastaa kaupallisen liikennöinnin tarpeita.

### **2.8.5 Tutkittujen tapauksien kaltaisia raitioliikenneonnettomuuksia muissa maissa**

**Marraskuussa 2016 tapahtui raitiovaunuonnettomuus Wimbledonin ja New Addingtonin välisellä linjalla Croydonissa, Britanniassa.** Onnettomuudessa raitiovaunu ajoi merkittävää ylinopeutta ennen Sandilandin risteystä olleeseen kaarteeseen suistuen kiskoilta ja kaatuen. Onnettomuudessa menehtyi seitsemän ja loukkaantui 62 ihmistä, joista 19 vakavasti. Kaikki menehtyneet ja loukkaantuneet olivat raitiovaunun matkustajia. Myös raitiovaununkuljettaja loukkaantui.

Britannian onnettomuustutkintaviranomainen (Rail Accident Investigation Branch, RAIB) selvitti tutkinnassa, että onnettomuuden välittömänä syynä oli mahdollisesti kuljettajan nukahtaminen lyhyeksi hetkeksi ajon aikana. Tätä kutsutaan mikrounekseksi. Kyseessä on hyvin lyhyt, noin 30 sekuntia kestävä, unijakso. Vaihtoehtoisesti kuljettaja oli saattanut herätessään erehtyä raitiovaunun kulkusuunnasta, sillä nukahtamisen hetkellä raitiovaunu kulki tunnelissa, jonka pituus on 243 metriä. Tämän takia hän ei mahdollisesti aloittanut jarrutusta.

Kuljettaja oli kokenut. Hän oli ylittänyt Sandilandin risteysten työurallaan tuhansia kertoja. Tutkinnassa selvisi, että kuljettaja ei ollut nukkunut kuin muutaman tunnin ennen aikaiseen työvuoroon lähtöä. Kuljettaja oli herännyt työvuoroonsa onnettomuusaamuna kello 03.30. Työvuoro alkoi kello 05.00 ja onnettomuus sattui kello 06.00 aikaan. Onnettomuuden taustatekijöiksi RAIB nosti kuljettajien ja työnjohton välisen ilmapiirin, jonka seurauksena esimerkiksi väsymyksestä saatettiin jättää ilmoittamatta leimautumisen pelossa.

Radan opasteet lähestyvistä, jyrkästä kurvista eivät olleet riittävät. Onnettomuushetkellä oli pimeää ja satoi rankasti. Sääolosuhteilla katsottiin olleen vaikutusta onnettomuuden syntyyn. Radan opasteiden ja ajoprofiilin osalta RAIB myös huomautti, että vaunu saapui 20 km/h nopeusrajoitusalueelle suoraan 80 km/h ajonopeudella. Nopeusrajoitusalueen alkamisesta ilmoitettiin ainoastaan yhdellä, valkoisella kohtalaisen pienellä liikennemerkillä. Koska kuljettaja ei ehtinyt juurikaan jarruttaa, onnettomuusraitiovaunun nopeus oli suistumishetkellä ollut yli 70 km/h. Turvalaite ei reagoinut kuljettajan inkapasitaatioon, sillä järjestelmä oli integroitu ajokahvaan. Tässä onnettomuudessa kuljettajan käsi lepäsi ajokahvan päällä, jolloin turvalaite ei voinut havaita kuljettajan nukahtamista.

Sama kaarre oli aiheuttanut aikaisemminkin vaaratilanteita ja hätäjarrutuksia oli jouduttu tekemään usein. RAIB selvitti tutkinnassaan myös liikennöitsijän organisaation

toimintatapoja ja havaittiin, ettei riskienarvioinnissa kyseisellä linjalla ollut huomioitu ollenkaan onnettomuutta, jossa raitiovaunu kaatuisi. Lisäksi rataprofiilin riskejä ei ollut tunnistettu riittävällä tasolla.

Raitiovaunun kaatuessa oikealla kyljelleen, sen kaikki maata vasten päätyneet ikkunat särkyivät. Matkustajia putosi avonaisista ikkuna-aukoista ulos ja ruhjoutui vaunun ja radan väliin. Onnettomuudessa kaikki seitsemän kuollutta matkustajaa tippuivat ulos vaunun ikkunoista. Vaunun matkustamon ikkunat olivat karkaistua lasia, jonka ominaisuutena on, ettei lasi jää lainkaan kantamaan hajotessaan, vaan murenee hyvin pieniksi palasiksi. Esimerkiksi laminoidut lasit jäisivät kantamaan välissä olevan kalvon avulla. Tämä olisi voinut estää matkustajia putoamasta ulos vaunusta kaatumisen jälkeen, kun vaunu liikkui kyljellään ennen pysähtymistään.

Vaunun sisäpuolelle jääneiden matkustajien evakuointi ei onnistunut vaunun vasemman kyljen kautta, sillä vaunun ovia ei saatu auki hätäkahvoista. Tähän oli pitkälti syynä ovien väärä asento (90-astetta kallistuneena) normaalitoimintaoloihin verrattuna. Kyseisessä ovimallissa ovien vapautus suoritetaan hätäkahvalla, ja ovilehdet täytyy käsivoimin työntää auki. Ovilehdet liikkuvat vaunun kylkien suuntaisesti. Matkustajien evakuointi toteutettiin lopulta raitiovaunun molemmissa päädyissä sijainneiden ohjaamoiden tuulilasien kautta.

**Australian Melbournessa Monee Pondsien alueella sattui onnettomuus varhain 27.3.2018.** Onnettomuudessa raitiovaunu suistui raiteilta katuristeyksessä, jyrkässä kaarteessa, Melbournen keskusta-alueella. Onnettomuus ei aiheuttanut kuolonuhreja eikä kukaan loukkaantunut. Infrastruktuuriin ja onnettomuusraitiovaunuun syntyi merkittäviä vaurioita.

Australian onnettomuustutkintaviranomainen The Chief Investigator, Transport Safety (CITS) totesi tutkinnassaan onnettomuuden syyksi kuljettajan nukahtamisen noin kymmenen sekunnin ajaksi, jolloin vaunu liikkui kontrolloimattomana ylinopeutta kaarteeseen. Vaunun nopeus oli suistumishetkellä 45 km/h, kun suurin sallittu nopeus kaarteessa oli 13 km/h. Ylinopeus johti vaunun suistumiseen kiskoilta.

Onnettomuusraitiovaunun kuljettajalla oli todettu uniapnea, mihin hän kuitenkin sai hoitoa. Tutkinnassa todettiin, että onnettomuutta edeltävinä päivinä kuljettaja oli nukkunut melko hyvin. Tutkinnassa CITS kuitenkin nosti esiin, että kumulatiivinen univaje oli voinut osaltaan myötävaikuttaa kuljettajan nukahtamiseen. Kuljettaja teki vuorotyötä, jolloin hänen vuorokausirytmensä saattoi häiriintyä.

CITS selvitti myös, ettei raitiovaunun kuljettajan turvalaite toiminut suunnittelua vastaavalla tavalla, vaan kuljettaja pystyi lepuuttamaan jalkaansa turvalaitteen polkimella. Näin ollen turvalaite ei toiminut oikein onnettomuushetkellä.

CITS suositti, että kalustoon tulisi lisätä kuljettajan toimintakykyä valvova järjestelmä. Lisäksi CITS suositti, että Australian raitioliikennöintiä harjoittavat tahot kehittävät toimintansa riskienarviointia niin, että kuljettajan inkapasitaation mahdollisuuteen kiinnitetään huomiota.

**Norjan Bergenissä tapahtui raitiovaunuonnettomuus 28.3.2023 Bybanen-linjalla (raitiovaunulinja 2), joka kulkee Bergenin keskustan ja Fyllingsdalenin välillä.**

Onnettomuudessa raitiovaunu törmäsi Bergenissä Fyllingsdalenin pääteasemalla radan päättymiskohdassa olleeseen betoniesteeseen. Onnettomuudessa loukkaantui seitsemän matkustajaa ja raitiovaunun kori kärsi vaurioita. Infrastruktuurille aiheutui vähäisiä vaurioita. Vaunulla oli törmäyshetkellä nopeutta 16 km/h. Norjan onnettomuustutkintaviranomainen Statens Havarikommissjon (SHK) suoritti tapahtuneesta turvallisuustutkinnan.

SHK:n onnettomuusvaunulle suorittamissa teknisissä tarkastuksissa ei havaittu, että vaunun järjestelmissä olisi ollut vikaa tai virhetilaa onnettomuushetkellä. Myöskään kuljettajan toiminnassa tai vireystilassa ei havaittu sellaisia seikkoja, jotka olisivat olleet suoraan syynä onnettomuuteen. SHK toteaaakin raportissaan, ettei tutkinnassa löydetty selkeää juurisyytä onnettomuudelle. Tutkinnassa voitiin vain todeta, ettei kuljettaja onnistunut pysäyttämään raitiovaunua Fyllinsdalenin pysäkille, vaan jarrutus meni pitkäksi, ja vaunu törmäsi päätyesteeseen.

Vaunu törmäsi radan päädyssä olleeseen massiiviseen, betonista valmistettuun esteeseen. Esteen massiivisuutta selittää se, että Bybanenin rataosuus oli onnettomuushetkellä suunniteltu jatkettavaksi, ja lisäksi rata päättyi korotetulle kannelle. Betoniesteen jälkeen on monen metrin pudotus maahan. Tutkinnassa SHK totesi, että Fyllinsdalenin pääteaseman yhteyteen, radan päättymiskohtaan, rakennetun massiivisen esteen tarkoituksena oli estää mahdollinen vaunun tippuminen radalta sekä siitä koituva suuronnettomuus. Esteen suunnittelussa ei ollut huomioitu törmäyksiä alhaisella nopeudella. Onnettomuudessa matkustajien loukkaantumiset ja vaunun vauriot syntyivät äkkipysähdyksestä, raitiovaunun osuessa massiiviseen betoniesteeseen.

SHK havaitsi tutkinnan yhteydessä liikennöitsijän ja infrastruktuurin omistajan turvallisuusjohtamisessa, etenkin riskienhallinnassa, kehitystarpeita. Riskienarviointia oli kyllä tehty, mutta siinä ei ollut otettu riittävän laaja-alaisesti huomioon liikennöinnin riskejä. Tässä onnettomuudessa matkustajien loukkaantumiset ja vaunun vauriot syntyivät törmäämisestä joustamattomaan esteeseen. Toisaalta SHK havaitsi myös kuljettajien kalustotuntemuksen puutteelliseksi, koska kurssilaisilla ei jäänyt tarpeeksi aikaa perehtyä kuljettajakurssin sisältöön. Tämä ilmeni kuljettajien epävarmuutena kalustotekniikasta.

SHK päätyi antamaan yhden virallisen suosituksen. Suositus kohdistettiin Norjan raideliikenneviranomaiselle, jonka tehtäväksi jäi arvioida liikenneoperaattorin kuljettajakoulutusjärjestelmää.

**Oslossa, Norjassa tapahtui raitiovaunuonnettomuus 29.10.2024.** Linjalla 19 liikennöinyt raitiovaunu suistui kiskoilta Nygatan ja Storgatan risteyksessä ja törmäsi liiketilaan. Kuljettaja ja kolme matkustajaa saivat lieviä vammoja, mutta liiketilassa ei loukkaantunut kukaan. Raitiovaunu ja liiketila kärsivät merkittäviä vahinkoja. Norjan onnettomuustutkintaviranomainen Statens Havarikommisjon (SHK) suoritti tapahtuneesta turvallisuustutkinnan.

Suistumista edelsi vaunun nopeuden kiihtyminen. Tämän myötä nopeus oli 37 km/h vaihteessa, jossa suurin sallittu nopeus oli 15 km/h. Onnettomuuden välittömänä syynä oli ylinopeus vaihteessa. Ylinopeus johtui kuljettajan akuutista, noroviruksen aiheuttamasta sairaudesta, joka aiheutti tajunnan menetyksen. Lääketieteellisten arvioiden mukaan norovirus aiheutti vagushermon voimakkaan aktivoitumisen, mikä johti sydämen sykkeen hidastumiseen, matalaan verenpaineeseen ja tajunnan menetykseen. Samalla, kun kuljettaja menetti tajuntansa, ajokahva oli täyden vedon asetuksessa ja kuolleenmiehenkytkin eli kaluston turvalaite oli aktivoimattomassa tilassa.

Onnettomuudessa käytössä ollut raitiovaunutyyppi SL18 on varustettu turvalaitteella, jonka tarkoituksena on pysäyttää vaunu, jos kuljettaja menettää toimintakykynsä. Järjestelmä toimi tarkoitettulla tavalla, mutta tapahtumien kulku oli hyvin nopea. Törmäys tapahtui noin 8 sekuntia turvalaitteen painamisesta tai vapauttamisesta. Vaunussa käytössä oleva turvalaite aktivoi jarrut 10 sekunnissa, mikä oli tässä tapauksessa liian pitkä aika. SL18-mallissa ei ole törmäyksenestojärjestelmää tai automaattista nopeudenvälvontää.

Turvallisuustutkinnassa ei ilmennyt sellaisia puutteita esimerkiksi raitiovaunun huollossa tai organisatorisia puutteita, joita voitaisiin pitää onnettomuuden kannalta merkityksellisinä.

SHK ei antanut tapauksessa turvallisuussuosituksia, mutta korostaa noroviruksen aiheuttamaa tajunnan menetystä yleisenä huomioitavana asiana.

### **2.8.6 Onnettomuustutkintakeskuksen teematutkinta kaupunkiraideliikenteestä**

Onnettomuustutkintakeskus toteutti vuonna 2022 teematutkinnan kaupunkiraideliikenteessä tapahtuneista onnettomuuksista ja vaaratilanteista (R2021-S1)<sup>28</sup>. Tutkinnassa todettiin, että raitioliikenteessä tapahtuu huomattavan paljon pieniä onnettomuuksia ja vaaratilanteita. Useimmissa tapauksissa muut tienkäyttäjät eivät tiedosta raitioliikenneonnettomuuksien riskien vakavuutta ja toimivat jollain tavalla liikennesääntöjen vastaisesti. Vahingot jäävät kuitenkin useimmissa tapauksissa vähäisiksi raitioliikenteen verrattain alhaisen nopeuden takia.

Pikaraitioteiden yleistyessä nopeudet raitioliikenteessä tulevat lähitulevaisuudessa kasvamaan merkittävästi. On todennäköistä, että muiden tienkäyttäjien toiminta ei muutu raitioliikenteen nopeuksien kasvaessa. Nopeuksien kasvattaminen lisää vakavien onnettomuuksien todennäköisyyttä.

Tutkinnassa annettiin neljä raitioliikennettä koskenutta turvallisuussuositusta:

- 1) Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy selvittää mahdollisuutta estää teknisesti ovien avaus väärältä puolelta metro- ja raitioliikennekalustossa.
- 2) Kaupungit, joiden alueella on raitioliikennettä, huomioivat katujen ja kevyenliikenteen väylien suunnittelussa raitioliikenteen erityispiirteet ja pyrkivät suunnittelemaan liikennejärjestelyt siten, että ne ohjaavat muut tienkäyttäjät toimimaan turvallisesti ja sääntöjen mukaan.
- 3) Liikenne- ja viestintävirasto varmistaa, että kaupunkiraideliikenteen poikkeamien ilmoitus- ja käsittelymenettelyissä toimijat erottelevat turvallisuuteen liittyvät asiat selkeästi vikailmoituksista ja että turvallisuuspoikkeamat käsitellään ja analysoidaan järjestelmällisesti.
- 4) Liikenne- ja viestintävirasto määrittelee turvallisuustavoitteet sekä niiden seurantatavat metro- ja raitioliikenteelle.

### **2.8.7 Työterveyslaitoksen tutkimus raitiovaununkuljettajien työoloista**

Työterveyslaitos toteutti metro- ja raitiovaununkuljettajien työstä Työajat, työhyvinvointi ja kuljetusten turvallisuus -tutkimushankkeen, jonka loppuraportti julkaistiin vuonna 2019. Loppuraportissa annettiin viisi suositusta raitiovaunun- ja metrojunankuljettajien työhyvinvoinnin ja kuljetusten turvallisuuden kehittämiseen. Kolme ensimmäistä suositusta liittyivät työaikoihin ja kaksi jälkimmäistä olivat yleistasoisempia. Suositukset olivat seuraavat:

- 1) Selvitys yövuoron käyttöönotosta aikaisten aamuvuorojen ja myöhäisten iltavuorojen vähentämiseksi.
- 2) Biomatemaattisen vireysmallinnuksen hyödyntäminen työvuorosuunnittelussa ja työterveyshuollossa.
- 3) Työvuorokohtaisten kyselyjen ja kenttäkelpoisten mittausmenetelmien hyödyntäminen kuormittumisen ja palautumisen arvioinnissa.

---

<sup>28</sup> [R2021-S1 Teematutkinta kaupunkiraideliikenteessä tapahtuneista onnettomuuksista ja vaaratilanteista - Onnettomuustutkintakeskus.](#)

- 4) Kuljettajien vaikutusmahdollisuuksien vahvistaminen työhön.
- 5) Vaaratilanteista ilmoittamisen kehittäminen.

### **2.8.8 Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy:n omat tutkimukset onnettomuuksista**

Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy teki **raitiovaunujen törmäyksessä Helsingin Itäkeskuksessa 15.10.2024** oman sisäisen tutkinnan. Tutkintaraportin tiivistelmän mukaan raitiolinjan 15 päätepysäkillä Itäkeskuksessa sattui kahden raitiovaunun välinen törmäys. Pysäkiltä lähtenyt vaunu törmäsi vaihdealueella vastaantulevan vaunun kylkeen. Raportin mukaan onnettomuuden välittömänä syynä oli kuljettajan lähteminen pysäkiltä liikkeelle ajon kieltävää seis-opastetta päin. Kulkusuunnassa ensimmäinen vaihde oli vaunun aiemman saapumisen jäljiltä yhä kääntyneenä poikkeavaan suuntaan kohti toista raidetta ja vastaan tulevaa vaunua.

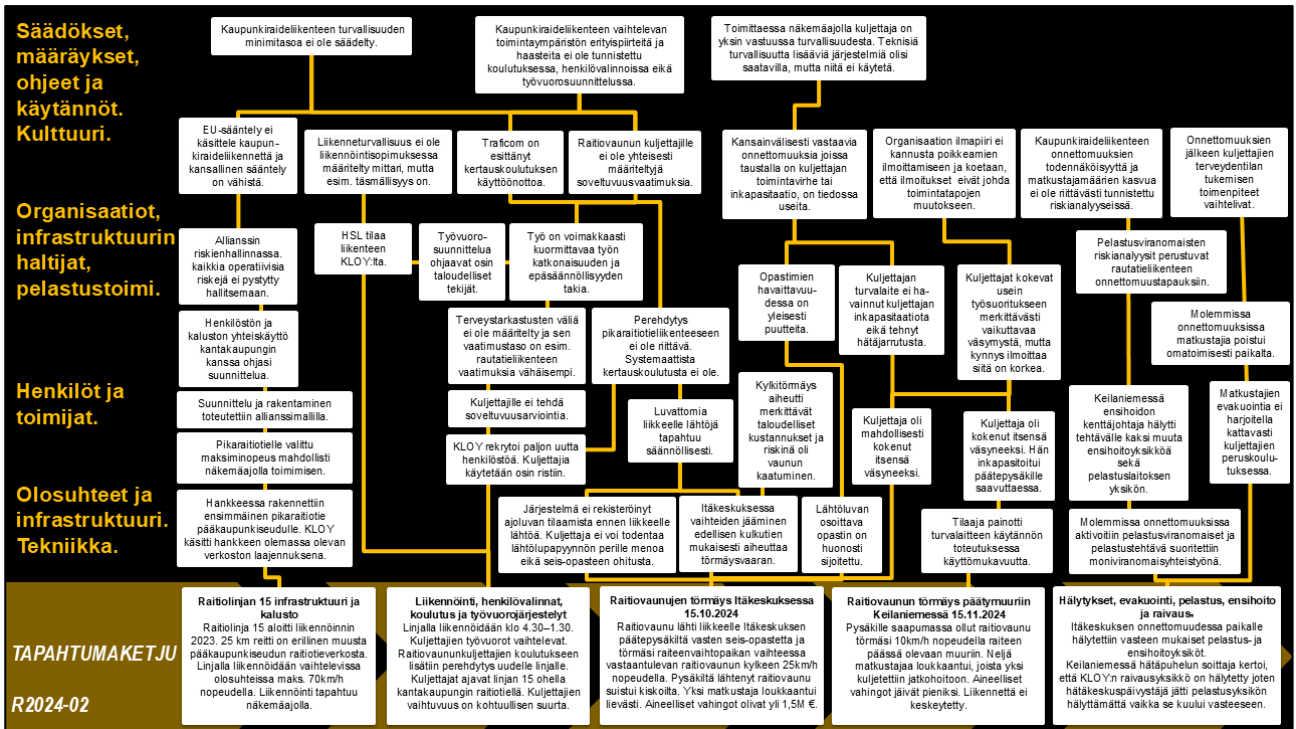
Tutkintaraportin mukaan kuljettaja ei ollut tilannut tarvittavaa lähtölupaa vaihteenkääntäjällä, mikä olisi kääntänyt vaihteen ja antanut ajon sallivan opasteen. Kuljettaja ei ollut myöskään visuaalisesti havainnut vaihteen väärää asentoa. Kuljettaja oli kokenut viireystilansa normaaliksi. Raportissa arviottiin kuljettajan havainnoinnin olleen mahdollisesti keskittynyt erityisesti peilikameroihin ja ovien operointiin viimeisen matkustajan noustessa kyytiin.

Raportissa todetaan onnettomuuden syntyyn myötävaikuttaneen muun muassa lähtöopastimen huono sijoittelu sekä vaihteenohjausjärjestelmän logiikan määrittely siten, ettei vaunuille turvattujen reittien sivusuojaa maksimoida vaihteiden asennoilla. Lisäksi oli havaittu, että pikaraitiolinjalla on esiintynyt muutoinkin poikkeamia seis-opasteiden noudattamattomuuteen sekä vaihteenohjausjärjestelmän häiriöihin ja osaamiseen liittyen.

Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy teki **15.11.2024 Espoon Keilaniemessä tapahtuneesta raitiovaunun törmäyksestä päätepuskimeen** poikkeustilanneraportin, vakavan onnettomuuden raportin ja lisäksi onnettomuutta käsiteltiin sidosryhmien yhteisessä turvallisuusfoorumissa. Näiden raporttien mukaan raitiovaunu törmäsi päätepuskimeen noin 10 km/h nopeudella. Törmäys johtui kuljettajan torkahtamisesta juuri ennen pysäkillä saapumista. Raporttien mukaan päätepuskimen toteutuksessa ei olisi juurikaan pohdittu törmäyksen vaimentamisen näkökulmaa. Raporteissa todetaan myös, että kuljettajan toimintakykyyn liittyviä riskejä on vaikea hallita infraratkaisuilla raitiotieympäristössä. Raporttien mukaan junakulunvalvonta tai kaluston turvalaite ei olisi todennäköisesti ehkäissyt onnettomuutta, johtuen vaunun matalasta nopeudesta.

### 3 ANALYYSI

Tapahtuman analysoinnissa on käytetty Onnettomuustutkintakeskuksen edelleen kehittämää Accimap<sup>29</sup>-menetelmää. Analyysitekstin jäsentely perustuu tutkinnassa laadittuun Accimap-kaavioon. Onnettomuus kuvataan kaavion alaosassa tapahtumaketjuna. Tapahtumaketjun taustalta paljastuvia tekijöitä puretaan kaaviossa eri analyysitasoilla.



Kuva 23. R2024-02 ACCIMAP-analyytikaavio. (Kuva: OTKES)

### 3.1 Tapahtumien analysointi

#### 3.1.1 Raitiolinjan 15 infrastruktuuri ja kalusto

Raitiolinja 15 aloitti liikennöinnin vuonna 2023. Linjan reitti on ympäristöltään voimakkaasti vaihteleva ja sisältää muun muassa muun liikenteen joukossa kulkevia Helsingin kantakaupungin raitiotietä muistuttavia osuuksia, mutta myös täysin erillään muusta liikenteestä kulkevia rautatieliikennettä muistuttavia osuuksia.

Raitiolinja 15 oli ensimmäinen niin kutsuttu pikaraitiotie pääkaupunkiseudulla. Radan enimmäisnopeudeksi asetettiin 70 km/h. Tämä on yleisesti käytetyn kansainvälisen ohjeistuksen mukaan korkein nopeus, jolla voidaan liikennöidä näkemäajona, eli kuljettaja vastaa kaikilta osin liikennöinnin turvallisuudesta. Tällöin radalla ei tarvitse olla turvalaitteita, kuten junakulunvalvontaa tai vastaavaa järjestelmää.

Henkilöstön ja kaluston yhteiskäyttö yhdessä kantakaupungin raitiotien kanssa ohjasi vahvasti raitiolinjan 15 kaluston suunnittelua. Tästä aiheutui toiminnallisia eroavaisuuksia raitiolinjan 15 erityyppisten ratalaitteiden kanssa vaihteiden ohjauksen ja lähtölupapyyntö-

<sup>29</sup> Rasmussen, J. & Svedung, I. (2000) *Proactive Risk Management in a Dynamic Society*. Karlstad, Sweden: Swedish Rescue Services Agency.

toimintatavassa. Kaluston teknistä kehityksen mahdollisuuksia ei hyödynnetty täysimittaisesti turvallisuuden ja toiminnallisuuden parantamisessa.

Suunnittelun ja rakentamisen aikaista riskien hallintaa tehtiin allianssiorganisaatiossa. Kaikkia liikennöinnin aikaisia riskejä ei kuitenkaan kyetty tunnistamaan. Riskien hallintaan vaikutti myös se, että hankkeen tilaaja pyrki hankkeen aikana käsittelemään raitiolinjan 15 rakentamista olemassa olevan raitioliikenneverkoston laajenuksena, eikä uutena raideliikennehankkeena. Liikenne- ja viestintävirasto esitti huolensa tästä tulkinnasta, ja edellytti, että radan rakentamista tulee käsitellä uutena raideliikennehankkeena ja toteuttaa turvallisuustoimenpiteet sen edellyttämässä laajuudessa. Hankkeen aikana Liikenne- ja viestintävirasto oli myös ilmaissut yleisesti huolensa toimijan riskien hallinnan puutteista.

Liikennöinti raitiolinjalla 15 on toteutettu siten, että HSL tilaa liikenteen ja Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy toteuttaa sen, eli toimii kaupunkiraideliikenteen harjoittajana. Liikenteen ehdoista ja kustannuksista sovitaan HSL:n ja Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy:n välisessä liikennöintisopimuksessa. Tärkein mittari sopimuksessa on liikenteen täsmällisyys. Liikenneturvallisuus ei lukeudu sopimuksessa mainittuihin mittareihin. Tällaisessa tilanteessa on tyypillistä, että taloudelliset seikat ohjaavat toiminnan painopistettä.

Raitioliikenteen sääntely EU- ja kansallisella tasolla on vähäistä verrattuna esimerkiksi rautatieliikenteeseen. Myös raitioliikenteen standardointi on vähäistä. Näistä syistä raideliikennehankkeiden käytännön toteutus jää lähes kokonaan tilaajan ja tämän turvallisuusjohtamisjärjestelmän vastuulle. Käytännössä tämä näkyy siinä, että jopa Suomen sisällä on suuria eroja teknisissä toteutuksissa ja turvallisuuden huomioimisessa kaupunkiraideliikenteessä eri kaupungeissa.

Sääntelyn puute aiheuttaa myös sen, että valvovan viranomaisen edellytykset valvoa ja puuttua mahdollisiin riskeihin kaupunkiraideliikenteeseen liittyvässä toiminnassa ovat lähes olemattomat. Koska turvalliselle kaupunkiraideliikenteelle ei ole määritelty edes minimikriteerejä, on viranomaisen käytännössä mahdotonta vaatia toimijoita toimimaan turvallisemmin tai esimerkiksi ottamaan käyttöön kuljettajia tukevia järjestelmiä, jotka rautatieliikenteessä ovat olleet laajasti käytössä jo hyvin pitkään.

### **3.1.2 Liikennöinti, henkilövalinnat, koulutus ja työvuorojärjestelyt**

Raitiolinja 15 liikennöi päivittäin kello 4.30–1.30 välisenä aikana. Raitiovaunukuljettajien työvuorot ovat vaihtelevia. Työvuorot voivat olla myös jaettuja vuoroja, jolloin yhden työvuoron sisällä voi olla useamman tunnin palkaton jakso. Kuljettajat kokevat yleisesti työn kuormittavaksi juuri sen epäsäännöllisyyden ja katkonaisuuden takia.

Raitiolinjalle 15 rekrytoidut raitiovaunun kuljettajat työskentelevät pääosin eri työvuorojärjestelmässä kuin kantakaupungin raitiotien kuljettajat. Kuljettajat molemmista työntekijäryhmistä ajavat kuitenkin sekä kantakaupungilla että raitiolinjalla 15. Kuljettajien keskuudessa pääosin kantakaupungin raitiotiellä ajavien kuljettajien työvuorojärjestelyt koetaan yleisesti paremmin toimiviksi kuin pääosin raitiolinjalla 15 ajavien kuljettajien.

Kuljettajien rekrytointiprosessi ei sisällä psykologista soveltuvuusarviointia, kuten esimerkiksi veturinkuljettajilta edellytetään. Kuljettajien yleisille soveltuvuusvaatimuksille ei ole olemassa yleisesti käytettyjä kriteerejä, vaan toimija määrittelee soveltuvuuden ja koulutuksen kriteerit turvallisuusjohtamisjärjestelmässään.

Työhöntulotarkastuksen osalta kuljettajilta edellytetään lääkärintodistusta terveydentilavaatimusten toteutumisen todentamiseksi. Prosessi sisältää työterveyshoitajan tarkastuksen, mutta ei välttämättä lääkärintarkastusta.

Huomioiden raitiolinjan 15 liikenneympäristön eroavaisuus kantakaupungin raitiotiestä sekä kaluston ja opastinjärjestelmän toiminnalliset erot yhdistettynä raitiolinjan 15 merkittävästi suurempaan nopeuteen, voidaan perehdytystä pitää hyvin suppeana. Myös kuljettajat kokevat yleisesti tämän perehdytyksen liian lyhyeksi. Raitiolinjan 15 erityispiirteiden osaamisen tärkeys korostuu kuljettajilla, jotka ajavat harvoin tällä linjalla. Tutkinnassa selvisi, että suurin osa Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy:n kuljettajista ajaa raitiolinjalla 15 vain kuukausittain tai harvemmin.

Peruskoulutuksen ja ajoluvan myöntämisen jälkeen säännöllisiä kertauskoulutuksia ei Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy:n raitiovaununkuljettajilla ole. Kertauskoulutuksia järjestetään vain tarvittaessa, jos kuljettajan toiminnassa on havaittu huomautettavaa tai kuljettajan pyynnöstä. Kuljettajien kokemusten mukaan kertauskoulutukset koetaan tällaisissa tilanteissa pikemminkin rangaistuksina, kuin osaamisen vahvistamisena. Raideliikennealalla vuosittaiset kertauskoulutukset liikenneturvallisuusasioista ovat muissa organisaatioissa vakiintunut käytäntö. Liikenne- ja viestintävirasto on havainnut kertauskoulutusten puutteen Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy:n koulutusjärjestelmässä ja on ohjeistanut toimijaa ottamaan käyttöön säännölliset kertauskoulutukset.

Liikenne- ja viestintäviraston kaupunkiraideliikennemääräys edellyttää, että raitiotieliikenteen harjoittajalla tulee olla turvallisuusjohtamisjärjestelmä, jossa tulee olla määritelty muun muassa kuljettajien valintaprosessi, koulutus, osaamisen ylläpito ja terveydentilan seuranta. Tutkinnan perusteella vaikuttaa kuitenkin siltä, että toimija ei ole täysin kyennyt tunnistamaan raitiolinjan 15 kuljettajiin kohdistuvia vaatimuksia rekrytoinnin ja soveltavuuden määrittelyissä eikä terveydentilan seurannassa. Myös koulutuksen kattavuuden voidaan todeta olevan riittämätön raitiolinjan 15 erityispiirteiden ja kuljettajien osaamisen ylläpidon osalta. Kohdassa 3.1.1. mainittu sääntelyn puute vaikeuttaa myös näiltä osin valvovaa viranomaista puuttumaan havaittuihin epäkohtiin.

### **3.1.3 Raitiovaunujen törmäys Itäkeskuksessa 15.10.2024**

Laiturista 31 lähtenyt raitiovaunu törmäsi onnettomuudessa pysäkillä saapumassa olleen vaunun kylkeen kello 20.28 raitiolinjan 15 Itäkeskuksen päätepysäkin läheisyydessä sijaitsevalla raiteenvaihtopaikalla. Tilanteessa kuljettaja lähti päätepysäkiltä liikkeelle ilman lähtölupaa, vasten seis-opastetta. Yksittäinen inhimillinen virhe mahdollisti raitiovaunujen törmäyksen, koska yhteentörmäyksen riskiä ei ollut tunnistettu päätepysäkin raiteenvaihtopaikan vaihejärjestelmän suunnittelussa. Kuljettajan toimintaan vaikutti mahdollisesti väsymys. Lisäksi lähtöluvan antava opastin oli sijoitettu huonosti niin, ettei sitä pystynyt näkemään kuljettajan istuimelta riittävän hyvin, vaan kuljettajan täytyi kurkottaa nähdäkseen opastimen. Myös pimeällä vaunun ohjaamon ikkunoihin osuvat heijastukset muun muassa ohjaamon näytöistä ja matkustamon valoista hättäsivät havainnointia.

Itäkeskuksen laiturista 31 lähdetäessä ensimmäisen vaihteen perusasento on poikkeavalle kulkutielle, eli vasemmalle raiteelle. Vaihte ei käänny järjestelmän ominaisuuksien takia automaattisesti suoralle raiteelle, vaan edellyttää kuljettajan tekemän lähtölupapyynnön. Raitiolinjan 15 raitiovaunussa lähtölupapyyntö on toteutettu vaihteenkääntövivulla. Kuljettajan ei ole mahdollista nähdä onko hän tehnyt lähtölupapyynnön ja onko pyyntö välittynyt vaihteenohjausjärjestelmälle. Lisäksi lähtölupapyyntö välittyy järjestelmälle vasta

kun vaunun ajosuunta on valittu, eli jos kuljettaja tekee lähtölupapyyntöä ennen ajosuunnan valintaa, se ei välity eteenpäin.

Raitiolinjan suunnittelun ja rakentamisen sekä toimijan liikennöinnin aikaisessa riskien arvioinnissa edellä mainittua vaihteen perusasennon riskiä ei ollut tunnistettu. Lisäksi Itäkeskuksen lähtöpysäkin vaihde- ja opastinjärjestelmässä oli ollut onnettomuutta ennen paljon vikatilanteita. Tällaisissa tilanteissa liikenteenohjaus oli usein antanut kuljettajille luvan lähteä liikkeelle vasten seis-opastetta. Toiminnasta olikin voinut muodostua kuljettajille rutiinin kaltainen toimintamalli.

Luvattomia, eli vasten seis-opastetta tapahtuneita lähtöjä oli tapahtunut raitiolinjalla 15 ennen onnettomuutta sekä Itäkeskuksen että Keilaniemen päätepysäkeillä. Useista ilmoitetuista turvallisuuspoikkeamista huolimatta raitiovaunujen yhteentörmäyksen riskiä raiteenvaihtopaikalla ei ollut tunnistettu. Seis-opasteen ohitus oli yksittäisenä riskinä tunnistettu, mutta sitä ei pidetty merkittävänä, koska organisaation periaatteen mukaan kuljettaja vastaa toiminnasta näkemäajon periaatteiden mukaan. Riskienarvioinnissa ei ollut huomioitu, että näkemäajolla tapahtuvassa liikennöinnissä raitiotiellä ei ole lainkaan kuljettajan erehdykseltä suojaavia teknisiä turvajärjestelmiä.

Raitiovaunun kuljettajien kynnys ilmoittaa turvallisuuspoikkeamia koetaan osittain korkeaksi. Tämän perusteella on todennäköistä, että kaikkia turvallisuuspoikkeamia ei organisaatiossa ilmoiteta. Tämä voi johtua organisaatiossa paikoin koetusta yksilöä syyllistävästä turvallisuuskulttuurista, mikä aiheuttaa sen, että erityisesti omasta erehdyksestä johtuvat turvallisuuspoikkeamat jätetään ilmoittamatta rangaistuksen pelossa. Tällainen toimintakulttuuri saattaa pahimmillaan aiheuttaa sen, että vakavatkin turvallisuusuhat voivat jäädä havaitsematta.

Raitiolinjan 15 kaltaisella pikaraitiolinjalla vaunujen massat ovat suuria ja nopeudet perinteistä kaupunkikeskustojen raitioliikennettä suuremmat. Vaunut pyritään matkustajakapasiteetin maksimoimiseksi suunnittelemaan mahdollisimman avariksi, mikä tekee matkustajien liikenneturvallisuuden huomioimisen haasteelliseksi. Raitiovaunuissa ei edellytetä kuljettajilta turvavyön käyttöä, eikä matkustajilla ole käytettävissään turvavöitä. Lisäksi erityisesti ruuhka-aikoina ja pysäkkien läheisyydessä seisoen matkustaminen on yleistä. Turvavöiden käyttämättömyyden ja seisoen matkustamisen takia matkustajien loukkaantumisen riski onkin suuri jo pienissä törmäysnopeuksissa. Nopeuksien kasvaessa riskit kasvavat. Törmäyksen lisäksi riskinä on vakavimmissa tapauksissa vaunun kaatuminen.

Henkilövahinkojen ohella Itäkeskuksen onnettomuuden kaltaisen kahden raitiovaunun törmäyksen aineelliset vahingot nousevat usein satoihin tuhansiin ja jopa miljooniin euroihin kuten tutkitussa tapauksessa. Lisäksi ne aiheuttavat laajoja häiriöitä alueen joukkoliikenteeseen. Myös näistä syistä onnettomuusriskien tunnistaminen ja hallinta on tärkeää.

### **3.1.4 Raitiovaunun törmäys päätymuriin Keilaniemessä 15.11.2024**

Keilaniemen päätepysäkille saapumassa ollut raitiolinjan 15 raitiovaunu törmäsi radan päättymiskohdassa olevaan päätymuriin kello 11.41 nopeudella 10 km/h. Tutkinnan perusteella törmäys johtui kuljettajan inkapasitaatiosta, eli toimintakyvyn menetyksestä. Tarkkaa syytä kuljettajan inkapasitaatiolle ei pystytty tutkinnassa selvittämään.

Kaluston turvalaite ei havainnut kuljettajan inkapasitaatiota. Turvalaite on suunniteltu siten että riittää, jos kuljettajaa lepuuttaa kättään ajokahvalla tai jalkaa painikkeella. Turvalaitetta ei raitiolinjan 15 vaunuissa tarvitse määrävälein kuitata nostamalla käsi pois ajokahvalta tai jalka pois painikkeelta. Tämän tyyppinen turvalaite on käytössä kaikissa Pääkaupunkiseudun

Kaupunkiliikenne Oy:n raitiovaunuissa ja se poikkeaa muussa raideliikennekalustossa Suomessa käytettävistä kuitattavista turvalaitteista. Valittuun turvalaitteen toteutustapaan on todennäköisesti vaikuttanut se, että vaunun teknisissä määrittelyissä oli tilaamisen yhteydessä haluttu painottaa erityisesti turvalaitteena toimivan ajokahvan käyttömukavuutta.

Kuitattavakaan turvalaite ei tässä tilanteessa olisi todennäköisesti estänyt törmäystä, koska käytännön toimivuuden takia turvalaitteeseen on aina asetettava viive. Raitioliikenteen nopeasti muuttuvassa toimintaympäristössä viiveen aika on usein liian pitkä onnettomuuksien estämiseksi.

Raitiovaunukalustoon on tullut markkinoille uusia teknisiä kuljettajaa tukevia järjestelmiä, jotka estävät muun muassa ylinopeuden ajamisen ja kiinteään esteeseen törmäämisen. Näiden järjestelmien yleistymisen esteenä on toisaalta niiden hintataso, mutta osaltaan myös velvoittavan sääntelyn puuttuminen, minkä takia viranomaisen ei voi vaatia turvallisuutta parantavien järjestelmien käyttöä edes täysin uusissa raitioliikennehankkeissa. Tästä syystä raitioliikenne onkin jäänyt merkittävästi muita liikennemuotoja jälkeen turvallisuutta parantavan ja kuljettajaa avustavan tekniikan käyttöönotossa.

Keilaniemen onnettomuudessa kuljettaja oli kokenut itsensä väsyneeksi työvuoron aikana. Hän ei ollut kuitenkaan ilmoittanut tästä työnjohtoon. Raitiolinjan 15 työvuorojärjestelmällä työskentelevät kuljettajat kokevat laajasti työkykyyn vaikuttavaa väsymystä. Lisäksi kynnyksen ilmoittaa väsymyksestä on korkea. Jo vuonna 2019 Työterveyslaitos oli todennut tutkimuksessaan väsymyksen olevan merkittävä riskitekijä raitiovaunukuljettajien työkyvyille.

Kuljettajat ovat pyrkineet tuomaan esille tyytymättömyytensä raitiolinjan 15 työvuorojärjestelyjen aiheuttamiin ongelmiin ja erityisesti väsymyksen aiheuttamiin riskeihin. Kuljettajien parissa koetaan laajasti turhautumista ja turtumista siihen, että näihin esiin nostettuihin huoliin ei tartuta organisaatiossa.

Muualla maailmassa tapahtuneiden raitiotieonnettomuuksien tutkintojen perusteella kuljettajan inkapasitaatio, ja erityisesti väsymyksestä johtuva inkapasitaatio, on yleinen syy merkittävässä raitiovaunuonnettomuuksissa. Inkapasitaation aiheuttama riski korostuu raitiolinjan 15 kaltaisilla näkemäajolla liikennöivissä nopeissa raitiotiejärjestelmissä, missä kaikki vastuu opasteiden ja merkkien, kuten nopeusrajoitusten, noudattamisesta on kuljettajalla. Vakavimmissa tapauksissa kuljettajan inkapasitaatio ja siitä aiheutunut nopeusrajoituksen huomiotta jättäminen on aiheuttanut raitiovaunun kaatumisen kaarteessa, mistä on aiheutunut useita kuolonuhreja.

### **3.1.5 Hälytykset, evakuointi, pelastus, ensihoito ja raivaus**

Itäkeskuksen onnettomuudessa paikalle hälytettiin vasteen mukaiset pelastus- ja ensihoitoyksiköt. Keilaniemen onnettomuudessa hätäpuhelun soittaja kertoi, että Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy:n raivausyksikkö on jo hälytetty, joten hätäkeskuspäivystäjä päätti jättää vasteeseen kuuluvat pelastusyksikön hälyttämättä. Poikkeavasta menettelystä ei aiheutunut haittaa. Ensihoidon kenttäjohtaja kuuli tehtävänannon VIRVE-verkossa ja pyysi hätäkeskukselta lisätietoja. Lisätietojen perusteella tehtävälle liitettiin hänet ja kaksi muuta ensihoitoyksikköä sekä pelastuslaitoksen yksikkö. Ensihoidon yksiköt tarkastivat onnettomuudessa loukkaantuneet matkustajat ja toimittivat yhden matkustajan sairaalaan jatkohoitoon.

Molempien onnettomuuksien pelastustehtävät suoritettiin moniviranomaisyhteistyönä. Yhteistyö viranomaisten kesken sujui kokonaisuutena erittäin hyvin. Molemmissa onnettomuuksissa matkustajia poistui itsenäisesti onnettomuuspaikoilta ennen kuin heidät

oli tavoitettu pelastusviranomaisten tai poliisin toimesta. Matkustajien itsenäinen poistuminen onnettomuuspaikalta vaikeuttaa onnettomuudessa altistuneiden määrän selvittämistä ja saattaa myös hankaloittaa mahdollisten myöhemmin esille tulevien vammojen yhdistämistä onnettomuuden aiheuttamiksi.

Pääkaupunkiseudun pelastusviranomaisten riskianalyyseissa on tunnistettu raideliikenteen onnettomuuksien mahdollisuus. Raideliikenteen osalta riskikohteiden tunnistaminen, arviointi ja varautuminen koskee kuitenkin pääosin rautatieliikennettä, eikä niinkään kaupunkiraideliikennettä. Kaupunkiraideliikenteessä tunnistetut onnettomuustapaukset näyttävät suurelta osin perustuvan kantakaupungin raitiotiellä tapahtuviin lieviin liikenneonnettomuuksiin ja yksittäisiin allejäänteihin. Raitiotieverkoston laajentumista, raitiovaunujen matkustajamäärien kasvua ja ennen kaikkea vaunujen nopeuden kasvua ei ole riittävällä tavalla tunnistettu pelastusviranomaisten riskianalyyseissa.

Raitiovaunuonnettomuuksissa altistuneita voi olla jopa satoja, erityisesti kahden vaunun kohtaamisonnettomuuksissa.

Myös raitiovaunukuljettajien rooli onnettomuuspaikoilla on merkittävä. Pelastuslaitoksen saapumiseen saattaa kestää kymmeniä minutteja, jolloin kuljettajan toimet heti onnettomuuden jälkeen korostuvat. Kuljettajien koulutuksessa käydäänkin läpi onnettomuustilanteissa toimimista ja esimerkiksi matkustajien evakuointia vaunusta. Kuljettajien kokemusten mukaan evakuointia ja muutenkin erilaisissa onnettomuustilanteissa toimimista harjoitellaan kuitenkin koulutuksessa liian vähän.

Onnettomuuksien jälkeen kuljettajien tukeminen ja työkyvyn arviointi on tärkeä prosessi. Tutkituissa onnettomuuksissa osallisina olleiden kuljettajien terveydentilan arvioinnin ja tukemisen toimet vaihtelivat suuresti. Prosessi ei ole vakiintunut kaupunkiraideliikenteessä samalla tavalla kuin esimerkiksi rautatieliikenteessä. Vakiintuneiden käytäntöjen puuttuessa esihenkilötoiminnan ja ohjeistuksen rooli korostuu näissä tilanteissa.

## 4 JOHTOPÄÄTÖKSET

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

1. Liikenteen harjoittaja ja tilaaja käsitteli raitiolinjaa 15 olemassa olevan raitioliikenneverkon laajenuksena. Linjan erityispiirteitä ja poikkeavuuksia ei täysin tunnustettu hankkeen riskienhallinnassa. Riskienhallintaan vaikutti myös se, että liikennöinnistä vastaavat tahot eivät osallistuneet kaikilta osin hankkeen rakentamisaikaiseen riskien arviointiin, jossa käytön aikaisia riskejä arvioitiin.

**Johtopäätös:** *Suurissa hankkeissa käyttäjäosapuolen näkemykset jäävät helposti taka-alalle riskienhallintaprosessin keskittyessä rakennusaikaisiin riskeihin. Rakennettaessa näennäisesti saman kaltaista toimintaa entisen toiminnan osaksi on vaarana, että uuden toiminnan erityispiirteitä ei tunnusteta.*

2. Periaate että sama kalusto ja henkilöstä on käytettävissä sekä raitiolinjalla 15 että kantakaupungissa ohjasi kaluston suunnittelua. Tämä vaikutti kalustoon valittujen toteutusratkaisujen selkeyteen esimerkiksi lähtölupapyyntöjärjestelmässä sekä kalustoturvallisuuden kehitykseen.

**Johtopäätös:** *Käyttäjille on usein helpompaa omaksua uusien teknisten laitteiden käyttö, jos käyttöliittymät tehdään saman kaltaisiksi vanhojen kanssa. Tällöin on kuitenkin vaarana se, että uuden tekniikan turvallisuutta ja käytettävyyttä parantavat mahdollisuudet jäävät hyödyntämättä. Inhimillisen virheen mahdollisuus kasvaa, jos käyttöolosuhteet poikkeavat toisistaan.*

3. Kuljettajien terveydentilavaatimukset ja rekrytointiprosessi soveltuvuusarvioineen ovat raitioliikenteessä hyvin väljästi säädelty ja perustuvat osin toimijan määrittelemiін vaatimuksiin. Raitiolinjan 15 osalta prosessi ei tällä hetkellä kaikilta osin vastaa työtehtävän vaativuutta ja erityispiirteitä. Myös kuljettajien terveydentilan seuranta vaihtelee eri raideliikenteen toimijoilla.

**Johtopäätös:** *Raitioliikenteen ja erityisesti raitiolinjan 15 kaltaisten pikaraitiotiejärjestelmien toimintaympäristön vaativuutta ei ole tunnustettu yleisellä tasolla kuljettajien valintakriteereissä eikä terveydentilan seurannassa.*

4. Raitiolinjan 15 kuljettajien peruskoulutus annetaan kantakaupungin raitiotiellä ja raitiolinjan 15 erityispiirteisiin annetaan hyvin lyhyt perehdytys. Perehdytystä voidaan pitää riittämättömänä huomioiden raitiolinjan 15 eroavaisuudet. Lisäksi säännöllisiä kertaus- ja täydennyskoulutuksia ei järjestetä. Raitiolinjaan 15 liittyvien erityispiirteiden omaksumista heikentää edelleen se, että suurin osa kuljettajista ajaa erittäin harvoin raitiolinjalla 15.

**Johtopäätös:** *Erityyppisissä toiminta- ja liikenneympäristöissä toimittaessa koulutuksen merkitys korostuu. Erityisesti tilanteissa, missä kuljettajille ei pääse muodostumaan rutiinia, on kertaus- ja täydennyskoulutusten rooli osaamisen varmistamisessa merkittävä.*

5. Raitiovaunujen törmäys Itäkeskuksessa aiheutui kuljettajan lähdettyä liikkeelle ilman lähtölupaa, vasten seis-opastetta. Vaihteenohjausjärjestelmän toimintalogiikan takia yksittäinen virhe johti suoraan onnettomuuteen. Lähtölupapyynnön toteutus ja opastimen huono havaittavuus vaikuttivat tilanteeseen.

**Johtopäätös:** Liikennöitäessä näkemäajolla turvallisuus perustuu pelkästään kuljettajan toimintaan ja tarkkaavaisuuteen. Virheiltä suojaavia järjestelmiä ei ole käytössä. Tällaisissa järjestelmissä riskien tunnistaminen ja huomioiminen teknisissä toteutuksissa on tärkeää.

6. Raitiovaunun törmäys päätymuuriin Keilaniemessä aiheutui kuljettajan inkapasitaatiosta. Kuljettaja oli kokenut itsensä väsyneeksi koko työvuoron ajan mutta jatkanut työskentelyä. Raitiovaunun kuljettajan turvalaite ei toteutustapansa takia havainnut inkapasitaatiota eikä jarruttanut vaunua ennen törmäystä. Inkapasitaation aiheuttamat onnettomuudet ovat kansainvälisesti yleisiä raitioliikenteessä.

**Johtopäätös:** Tämänhetkiset tekniset ratkaisut raitioliikenteessä eivät riitä takaamaan liikenneturvallisuutta tai edes vähentämään onnettomuuden vahinkoja tilanteissa, joissa kuljettaja menettää äkillisesti toimintakykynsä.

7. Raitiolinjan 15 työvuorojärjestelmän on tunnistettu aiheuttavan väsymystä. Väsyneenä työskentelystä on muodostunut normaali käytäntö. Kynnys ilmoittaa väsymyksestä ja muista turvallisuuteen liittyvistä asioista esihenkilölle koetaan rangaistuksen pelossa korkeaksi.

**Johtopäätös:** Työvuorojärjestelyt ja organisaation ilmapiiri johtavat väsyneenä työskentelyyn ja turvallisuuden heikentymiseen.

8. Itäkeskuksen ja Keilaniemen onnettomuuksissa loukkaantuneita oli vähän ja pelastustoimet onnistuivat. Molemmissa tapauksissa suurin osa altistuneista poistui onnettomuuspaikalta ennen pelastustoimen paikalle tuloa. Raitioliikenteessä suuret matkustajamäärät, kasvavat nopeudet ja muun muassa seisoen matkustaminen kasvattavat loukkaantumisen riskiä. Vaikka suurin osa raitioliikenteen onnettomuuksista on ollut seurauksiltaan vähäisiä, vakavamman onnettomuuden riski on raitioliikenteen laajentuessa kasvanut. Kansainvälisesti on jo tapahtunut raitioliikenneonnettomuuksia, joista on aiheutunut merkittäviä henkilövahinkoja.

**Johtopäätös:** Raitioliikenteen kasvanutta onnettomuusriskiä ei ole kaikilta osin tunnistettu pelastustoimessa ja ensihoidossa. Pelastustoimen on raitioliikenneonnettomuuksissa vaikea hahmottaa onnettomuuden kokonaistilannetta koska vaunujen matkustajamääristä ei ole käytettävissä tietoa, ja matkustajat poistuvat usein omatoimisesti onnettomuuspaikalta.

9. Raitioliikenteen sääntely kansainvälisellä ja kansallisella tasolla on käytännössä hyvin puutteellista. Lisäksi alalla ei ole velvoittavaa standardointia. Sääntelyn puuttuessa ala on jäänyt jälkeen muista liikennemuodoista turvallisuutta parantavan ja kuljettajaa avustavan tekniikan käyttöönotossa. Koska sääntelyä ei ole, valvovan viranomaisen on hyvin vaikeaa puuttua asiaan.

**Johtopäätös:** Velvoittavan sääntelyn ja standardoinnin puute estää raitioliikenteen turvallisuuden yhtenäistä ja järjestelmällistä kehittämistä. Lisäksi se ei mahdollista riittävää valvontaa eikä puuttumista epäkohtiin.

## 5 TURVALLISUUSSUOSITUKSET

### 5.1 Raitioliikenteen kuljettajien terveydentilavaatimukset ja terveydentilan seuranta

Raitiovaunukuljettajien terveydentilavaatimukset ovat raitioliikenteessä vähäisesti säädelty ja perustuvat pääosin toimijan määrittelemiin vaatimuksiin. Tutkinnan perusteella raitioliikenteen ja erityisesti raitiolinjan 15 kaltaisten pikaraitiotiejärjestelmien toimintaympäristön vaativuutta ei ole riittävästi tunnistettu yleisellä tasolla kuljettajien terveydentilavaatimuksissa eikä terveydentilan seurannassa.

Kuljettajien epäsäännöllinen vuorotyö edellyttää terveydentilan säännöllistä ikään perustuvaa terveydenseurantaa, jossa terveystarkastukset perustuvat työterveyshoitajan lisäksi raideliikenteen tuntevan työterveyslääkärin tarkastuksiin.

Onnettomuustutkintakeskus suosittaa, että:

*Liikenne- ja viestintävirasto määrittelee riskiperusteisesti kansalliset terveydentilavaatimukset ja terveydentilan seurannan raitiovaunukuljettajille. [2025-S29]*

Raitiovaunukuljettajien terveydentilavaatimusten pohjana voidaan hyödyntää rautatieliikenteen kuljettajien terveydentilavaatimuksia.

### 5.2 Raitioliikenteen kuljettajien vireystilan varmistaminen

Tutkituista tapauksista raitiovaunun törmäys päätymuuriin Keilaniemessä aiheutui kuljettajan inkapasitaatiosta. Kuljettaja oli kokenut itsensä väsyneeksi koko työvuoron ajan mutta jatkanut työskentelyä. Myös raitiovaunujen törmäyksessä Itäkeskuksessa väsymys oli mahdollisesti osatekijänä. Inkapasitaation aiheuttamia onnettomuuksia on tapahtunut myös muiden maiden raitioliikenteessä.

Raitiolinjan 15 työvuo-rojärjestelmän on tunnistettu altistavan kuljettajat väsyneenä työskentelyyn. Kynnys ilmoittaa väsymyksestä esihenkilölle koetaan korkeaksi eikä asiaan ole ohjeistettua toimintatapaa. Väsyneenä työskentelystä onkin muodostunut normaali käytäntö, joka johtaa turvallisuuden heikentymiseen.

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

*Kaupunkiraideliikenteen harjoittajat huomioivat raitiovaunun kuljettajien työvuo-rojärjestelyissä kuljettajien vireystilan ja määrittelevät selkeät menettelyt työn keskeyttämiseen, jos kuljettaja tuntee itsensä väsyneeksi. [2025-S30]*

Organisaatiotasolla on tärkeää yleisesti tunnistaa väsyneenä työskentelyn riskit ja viestiä niistä. Apuna vireystilan varmistamisessa voidaan hyödyntää esimerkiksi ilmailussa ja vesiliikenteessä käytössä olevia vireystilanhallintatyökaluja.

### 5.3 Teknologian kehityksen hyödyntäminen raitioliikenteen turvallisuuden parantamisessa

Tutkinnan perusteella raitioliikenneala on jäänyt merkittävästi muita liikennemuotoja jälkeen turvallisuutta parantavan ja kuljettajaa tukevan teknologian käyttöönotossa.

Kalustotoimittajilla on tarjolla tällaista teknologiaa, mutta sen hyödyntäminen jokapäiväisessä liikenteessä on vähäistä.

Kaikki raitioliikenne Suomessa tapahtuu näkemäajolla, eli kuljettaja on vastuussa kaikesta toiminnasta. Tällaisessa liikennöinnissä teknisten järjestelmien osuus turvallisuuden parantamisessa on merkittävä.

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

*Kaupunkiraideliikenteen harjoittajat lisäävät turvallisuutta parantavan ja kuljettajaa tukevan tekniikan käyttöä raitioliikenteessä. [2025-S31]*

Erittäin tärkeä turvallisuutta parantava tekniikka on nopeusrajoituksia valvova ja ylinopeuden estävä järjestelmä. Opastintietojen välittäminen vaunuun lisäksi myös merkittävästi turvallisuutta. Myös kuljettajan vireystilaa valvovaa tekniikkaa tulee kehittää.

Matkustajalaskentajärjestelmiin perustuva vaunujen matkustajamäärän reaaliaikainen seuranta helpottaisi muun muassa onnettomuustilanteissa pelastustoimen oikean vasteen määrittelyä.

### 5.4 Raitioliikenteen sääntelyn kehittäminen kansallisella tasolla

Raitioliikenteen sääntely EU- ja kansallisella tasolla on hyvin puutteellista. Käytännössä kaikki toiminta suunnittelusta ja rakentamisesta liikennöintiin perustuu tällä hetkellä toimijoiden turvallisuusjohtamisjärjestelmissä määrittelemiin toimintamalleihin. Tutkinnan perusteella tämä ei ole riittävää takaamaan raitioliikenteen turvallisuutta.

Velvoittavan sääntelyn puute estää kokonaisuutena raitioliikenteen turvallisuuden yhtenäistä ja järjestelmällistä kehittämistä. Lisäksi sääntelyn puute aiheuttaa sen, että raitioliikenteessä on käytössä hyvin erilaisia ratkaisuja ja toimintamalleja. Jopa kuljettajien koulutus poikkeaa merkittävästi alan toimijoilla. Ongelmaa kuvaa hyvin se, että sääntelyn puuttuessa Suomessa on jouduttu soveltamaan laajalti ulkomaiden sisäistä ohjeistusta.

Sääntelyn puute aiheuttaa myös sen, että valvojan viranomaisen on hyvin hankala valvoa raitioliikenteen turvallisuutta ja puuttua havaittuihin epäkohtiin.

Onnettomuustutkintakeskus suosittaa, että:

*Liikenne- ja viestintäministeriö käynnistää sääntelyhankkeen, jolla määritellään kansalliset turvallisuusvaatimukset ja valvonta raitioliikenteelle. [2025-S32]*

Sääntelyä kehitettäessä on tärkeää huomioida ulkomaiset ja erityisesti pohjoismaiset aiheita käsittelevät onnettomuustutkintaraportit.

Sääntelyn kehityksessä on mahdollista hyödyntää jo olemassa olevia ja Suomeen harmonisoituja standardeja ja kansainvälisiä ohjeita.

## 5.5 Toteutetut toimenpiteet

Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy on oman ilmoituksensa mukaan tehnyt nyt tutkittujen onnettomuuksien tapahtumisen jälkeen useita turvallisuutta edistäviä toimenpiteitä.

Itäkeskuksen onnettomuuden jälkeen Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy teki kuljettajille ohjemuutoksen koskien raitiovaunun pysäyttämisaikaa Itäkeskuksen päätepysäkillä. Ohjemuutoksella raitiovaunun pysäytysaikaa siirrettiin yksi metri Itäkeskukseen päin. Ohjemuutoksella pyrittiin varmistamaan kuljettajalle parempi näkyvyys lähtöluvan antavalle opastimelle Itäkeskuksesta lähdettäessä.

Vaihteenohjausjärjestelmä Itäkeskuksessa ja Keilaniemessä on päivitetty siten, että vaihteet kääntyvät vaunun saapumisen jälkeen turvallisempaan asentoon suorille, eivätkä ne jää ensisijaisesta lähtölaiturista lähtevälle vaunulle vaaralliseen, käännettyyn asentoon. Vastaava toiminnallinen vaatimus aiotaan sisällyttää myös uusien hankkeiden vastaaviin kohteisiin. Uusien vaihteenohjausjärjestelmien toteuttamista ohjaamaan on laadittu dokumentti järjestelmien toimintaperiaatteista ja vaatimuksista, jotta toteutustavat eri hankkeissa olisivat jatkossa yhdenmukaisempia. Lisäksi vaihteenohjausjärjestelmän omistajuuteen liittyviä rooleja on selkiytetty ja teemaan liittyviä resursseja ollaan parhaillaan kasvattamassa, jotta näihin järjestelmiin liittyvien riskien ja vaatimusten hallinta kyetään toteuttamaan suunnitteluvaiheessa entistä paremmin. Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy:n kunnossapitoyksikköön on perustettu oma raitiotievaihteiden kunnossapitoon keskittyvä tiimi, johon on keskitetty moniammatillista asiantuntemusta vaihteenohjausjärjestelmissä esiintyvien vikatilanteiden aiempaa tehokkaampaan hoitamiseen. Tiimin toiminta on Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy mukaan vähentänyt toistuvia ja kroonisia vaihteenohjausjärjestelmien vikatiloja sekä lyhentänyt vikojen korjauksen vasteaikaa.

Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy:n liikennöintiyksikössä käynnistettiin 1.11.2024 pikaraitiolinjan 15 työvuorojen optimointiprojekti, jossa pikaraitiolinjan työvuorojen rakennetta ja työvuorolistojen optimointia kehitetään yhdessä kuljettajien kanssa ja kuljettajien yksilöllisiä toiveita huomioiden. Pikaraitiolinjalle 15 tehtävää perehdytystä on pidennetty 16 tunnista 32 tuntiin. Lisäksi kuljettajien koulutussisältöjä vaihteenohjausjärjestelmien toiminnasta on syvennetty.

Lisäksi Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy on järjestänyt liikennöintiyksikön esihenkilöille inhimillisten ja organisatoristen tekijöiden koulutuksia. Jatkossa koulutuksen sisältöä on tarkoitus laajentaa ja syventää. Tavoitteena on saada kuljettajakoulutukseen, poikkeamakeskusteluihin ja riskienarviointeihin yhä vahvemmin esimerkiksi kriittisten lipsahdusten välttämiseksi tarvittavia hyviä vakioituja rutiineja sekä tietoisuutta inhimillisten virheiden syntytaivoista. Koulutusten kautta pyritään kehittämään myös oikeudenmukaista turvallisuuskulttuuria toimintavirheisiin suhtautumisessa.

# LÄHDELUETTELO

## Kirjalliset lähteet

- Rasmussen, J. & Svedung, I. (2000) Proactive Risk Management in a Dynamic Society. Karlstad, Sweden: Swedish Rescue Services Agency.
- Goncalves, M., Amici, R., Lucas, R. ym. (2015) Sleepiness at the wheel across Europe: a survey of 19 countries. *J. Sleep Res.*, 24(3), 242–253.
- Elektroline (2025) Signaling, Products and Solutions.
- Hallituksen esitys 65/2025. Hallituksen esitys eduskunnalle laeiksi raideliikennelain muuttamisesta ja väliaikaisesta muuttamisesta sekä liikenteen palveluista annetun lain muuttamisesta. <https://www.finlex.fi/fi/hallituksen-esitykset/2025/65>. Haettu 14.9.2025.
- Helsingin kaupunki (2024) Raitioteiden suunnitteluohje. <https://raitiotieohje.fi/> Haettu 15.3.2025
- Helsingin kaupungin liikenneliikelaitos (2019) Työpaikkaselvitysraportti, raitiovaunukuljettajat.
- Helsingin kaupungin liikenneliikelaitos (2018) Raitioliikenteen toimintaohje RTO 6: Raitiotoimintojen VIRVE-viestiohje
- Helsingin seudun liikenne (2024) Helsingin seudun liikenteen Pikaraitiolinjan 15 liikennöintisopimus. Muutospäivitys 9.12.2024.
- Laki liikenteen palveluista (2017/320).
- Liikenne- ja viestintävirasto (2024) Kaupunkiraideliikenteen harjoittajan turvallisuusjohtamisjärjestelmän auditointi. Auditointiraportti.
- Liikenne- ja viestintävirasto (2023) Raitioliikenteen kuljettajien osaamisen ja pätevyysien hallinta. Auditointiraportti.
- Liikenne- ja viestintävirasto (2023) Määräys. Kaupunkiraideliikenne.
- Länsi-Uudenmaan hyvinvointialueen pelastustoimi (2023) Länsi-Uudenmaan hyvinvointialueen pelastustoimen palvelutasopäätös.
- Onnettomuustutkintakeskus (2021) *Teematutkinta kaupunkiraideliikenteessä tapahtuneista onnettomuuksista ja vaaratilanteista*. Tutkintaselostus. R2021-S1.
- Pelastuslaitos Helsinki (2023) Helsingin alueen pelastustoimen palvelutasopäätös 2024–2026 / Tiivistelmä (julkinen).
- Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy (2025) Kahden pikaraitiovaunun törmäys Itäkeskuksessa 15.10.2024. Turvallisuustutkintaraportti.
- Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy (2024) Puolivuotisraportit Traficomille, H2 2023, H1 2024 ja H2 2024.
- Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy (2024) Turvallisuusjohtamisjärjestelmä.
- Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy (2024) Raide-Jokeri / Kaupunkiliikenne. Riskit ja toimenpiteet.
- Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy (2024) Raitioliikenteen toimintaohje RTO 2: Organisaatio ja pätevyudet.
- Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy (2024) Raitioliikenteen toimintaohje RTO 4: Onnettomuudet ja häiriötilanteet.
- Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy (2023) Raide-Jokeri / PR15 käyttöönnoton ja käytön riskienhallinnan tilanne. Keskusteluaineisto 16.10.2023 KLOY-Traficom kokoukseen
- Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy (2023) Työn riskienarviointi, Liikennöinti, Kuljettajat, PR15.
- Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy (2023) Raitioliikenteen toimintaohje RTO 3: Liikennöinti.
- Raide-Jokeri (2025) Raide-Jokerin nettisivut. <https://raidejokeri.info/> Haettu 28.2.2025.
- Raideliikennelaki 1302/2018.
- Rail Accident Investigation Branch (RAIB) (2020) Rail Accident Report. Overturning of a tram at Sandilands junction, Croydon, 9 November 2016.
- The Chief Investigator, Transport Safety (CITS) (2018) Rail Safety Investigation Report No 2018/01. Derailment of Tram No.190 At Moonee Ponds, Victoria.
- Robert T., Beillas P., Maupas A., & Verriest J.-P. (2007) Possible Head Impacts for Standing Passengers in Public Transportation – Influence of an Obstacle on the Passenger Kinematics. International Research Council on Biomechanics of Injury (IRCOBI) Conference, Maastricht, Netherlands, 393–396.

- Sarrat T. A., Marigold D. S., Robinovitch S. N. (2014) Maintaining Standing Balance by Handrail Grasping. *Gait & Posture*. 39(1), 258–264.
- Statens havarikommisjon (2024) Rapport Bane 2024/03. Sammenstøt med endebutt på Fyllingsdalen terminal 28. mars 2023.
- Statens havarikommisjon (2025) Rapport om avsporing med trikk i krysset mellom Nygata og Storgata i Oslo, 29. oktober 2024.
- Škoda Transtech Oy (2024) Smart Artic X54 Matalalattiainen raitiovaunu. Kuljettajan käsikirja.
- Työterveyslaitos. (2019) Kaupunkiraideliikenteen työajat, työhyvinvointi ja kuljetusten turvallisuus. Tutkimushankkeen loppuraportti Työsuojelurahastolle.
- Uudenmaan pelastuslaitokset (2020) Uudenmaan pelastuslaitosten riskianalyysi 2020.

### **Tutkinta-aineisto**

- 1) Paikatutkinnan valokuvat, mitat ja muu aineisto.
- 2) Säätiidot.
- 3) Poliisin esitutkinta-aineisto ja valokuvat.
- 4) Onnettomuustietoinstituutin tutkinta-aineisto.
- 5) Ensihoitokertomukset.
- 6) Pelastuslaitoksen toimintaraportit.
- 7) Hätäkeskustallenteet.
- 8) LOK-tallenteet.
- 9) Vaunujen ja valvontakameroiden videotallenteet.
- 10) Vaunujen tapahtumatallenteet.
- 11) Kirjeenvaihto Liikenne- ja viestintäministeriön kanssa.
- 12) Skoda Transtech Oy:n aineisto Smart Artic X54 -raitiovaunusta ja raitiovanujen turvajärjestelmistä.
- 13) Onnettomuustutkintakeskuksen tekemä kysely Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy:n raitiovaunun kuljettajille.
- 14) Tutkintaryhmän tapaaminen Norjan onnettomuustutkintaviranomaisen kanssa
- 15) Tutkintaryhmän vierailu Tampereen raitiotiellä

## **YHTEENVETO TUTKINTASELOSTUSLUONNOKSESTA SAADUISTA LAUSUNNOISTA**

Tutkintaselostusluonnos on ollut lausuttavana lausuntokierroksen aikana Liikenne- ja viestintäministeriössä, Liikenne- ja viestintävirastossa, Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy:llä, Helsingin seudun liikenteellä (HSL), Tampereen Raitiotiellä, Skoda Transtech Oy:llä, VR-Yhtymä Oy:llä, JHL Raideammattilaiset ry:llä, Helsingin sosiaali-, terveys- ja pelastustoimialalla, Länsi-Uudenmaan hyvinvointialueella, Alkutieto Oy:llä ja tutkittujen onnettomuuksien osallisilla. Yksityishenkilöiden antamia lausuntoja ei turvallisuustutkintalain mukaisesti julkaista.

**Liikenne- ja viestintäministeriö** toteaa, että se ottaa lausunnossaan kantaa ainoastaan tutkintaselostusluonnoksen lainsäädäntöosuuteen ja niihin suosituksiin, jotka kohdistuvat ministeriöön ja Liikenne- ja viestintävirastoon.

Lausunnossa Liikenne- ja viestintäministeriö yhtyy tutkintaselostusluonnoksen näkemykseen, että kaupunkiraideliikenne kuuluu kansalliseen toimivaltaan. EU-lainsäädäntö mahdollistaa sen, että siihen ei sovelleta samoja vaatimuksia kuin rautatieliikenteeseen, joka pääosin kuuluu unionin toimivaltaan ja sääntely perustuu EU-lainsäädäntöön. Ministeriön mukaan Suomessa on tehty ratkaisu, että kaupunkiraideliikenteeseen sovelletaan EU-lainsäädännön rautatieliikennettä koskevia vaatimuksia kevyempää kansallista sääntelyä. Kaupunkiraideliikenteen sääntelyn peruserätyksiin on kuitenkin haettu mallia rautatieliikenteen vastaavasta sääntelystä. Rautatieliikenteeseen verrattuna kevennetyn kansallisen sääntelymallin tavoitteena on turvata kaupunkiraideliikenteen turvallisuus niin, että toiminnanharjoittajat ovat arvioineet turvallisuusjohtamisjärjestelmissään riittävällä tavalla toimintaansa liittyvät riskit ja niihin on riittävällä tavalla varauduttu. Samalla kuitenkin on haluttu pitää kaupunkiraideliikenteen harjoittajan ja rataverkon haltijan hallinnollinen taakka kevyempänä kuin se on rautatieliikenteessä rautatieliikenteen harjoittajille ja valtion rataverkon haltijalle.

Lisäksi ministeriön lausunnon mukaan on myös muistettava se, että Liikenne- ja viestintäviraston valvontaresurssit ovat sangen rajalliset ja jos EU-lainsäädännön rautatieliikenteeseen kohdistuvat vaatimukset kohdistettaisiin täysimääräisesti myös kaupunkiraideliikenteeseen, edellyttäisi se Liikenne- ja viestintäviraston valvontaresurssien huomattavaa kasvattamista, mikä nykyisessä valtiontaloudellisessa tilanteessa ei ole mahdollista, kun myös Liikenne- ja viestintäviraston henkilöstömäärää ollaan pikemminkin vähentämässä nykyisestä.

Lisäksi lausunnossa todetaan, että hallitus on antanut eduskunnalle kesäkuussa 2025 hallituksen esityksen (HE 65/2025 vp) laeiksi raideliikennelain muuttamisesta ja väliaikaisesta muuttamisesta sekä liikenteen palveluista annetun lain muuttamisesta. Hallituksen esitykseen sisältyy useita kaupunkiraideliikenteen turvallisuuden parantamiseen tähtääviä ehdotuksia. Hallituksen esityksen mukaan kaupunkiraideliikenteen rataverkon haltijan on toimitettava mahdollisimman aikaisessa vaiheessa ilmoitus Liikenne- ja viestintävirastolle. Tavoitteena on, että toimivaltaisella valvontaviranomaisella olisi mahdollisuus jo uuden rataverkon suunnitteluvaiheessa vaikuttaa siihen, että uutta rataverkkoa suunniteltaessa on kaupunkiraideliikenteen turvallisuus otettu huomioon parhaalla mahdollisella tavalla. Näin uuden kaupunkiraideliikenteen alku- ja käynnistämävaiheen onnettomuuksilta voitaisiin välttyä. Lisäksi hallituksen esitykseen sisältyy uusia vaatimuksia kaupunkiraideliikenteen harjoittajan ja rataverkon haltijan koulutusvaatimukseen ja koulutuksen seurantaan sekä turvallisuusjohtamisjärjestelmän jatkuvaan kehittämiseen uuden rataverkon ja sillä käynnistettävän liikenteen edellyttämällä

tavalla. Ministeriön mukaan hallituksen esityksen mukaiset uudet vaatimukset on katsottu tarpeelliseksi, jotta Liikenne- ja viestintävirastolla olisi paremmat edellytykset toteuttaa sille kuuluva kaupunkiraideliikenteen valvontatehtävää ja samalla kaupunkiraideliikenteen turvallisuutta voitaisiin parantaa nykyisestä.

Liikenne ja viestintäministeriö toteaa lausunnossaan, että kaupunkiraideliikenteen, mukaan lukien raitiotieliikenteen, turvallisuusvaatimukset sinällään on säädetty jo voimassa olevassa sääntelyssä ja niitä ollaan parhaillaan täydentämässä. Liikenteen palveluista annetun lain 65 §:n 5 momentin nojalla Liikenne- ja viestintävirasto voi antaa tarkempia määräyksiä kuljettajan tehtäviä hoitavien kelpoisuutta ja terveydentilaa koskevista vaatimuksista ja lääkärintarkastuksista sekä siitä, kuinka usein kuljettajien tehtäviä hoitavien on osoitettava kelpoisuutensa. Näin ollen jo voimassa oleva lainsäädäntö antaa ministeriön mukaan virastolle mahdollisuudet määrittellä riskiperusteisesti kuljettajien terveydentilavaatimukset. Liikenne- ja viestintäviraston olisi arvioitava sitä, millä tavalla tämä järjestettäisiin niin, että uusista vaatimuksista koitua valvontataakka pystyttäisiin hoitamaan nykyisten resurssien puitteissa, koska nykyisessä valtiontaloudellisessa tilanteessa on erittäin vaikea osoittaa uusia tehtäviä varten lisäresursseja. Lisäksi ministeriö pitää tärkeänä, että kaupunkiraideliikenteen harjoittajat asettaisivat omissa turvallisuusjohtamisjärjestelmissään periaatteet ja toimintamallin kuljettajien terveydentilan seurantaan varten ja turvallisuusjohtamisjärjestelmässä olisi tunnistettu myös esimerkiksi kuljettajien väsymystilasta aiheutuvat riskit ja miten niihin reagoidaan turvallisuuden kannalta riittävällä tavalla.

Liikenne- ja viestintäministeriö esittääkin sille tutkinnassa kohdistettujen kahden suosituksen osalta, että koska kaupunkiraideliikenteen sääntelyä ollaan parhaillaan täydentämässä eduskunnan käsiteltävänä olevien lakiehdotusten mukaisesti, olisi tärkeää, että kyseiset lait uusine vaatimuksineen tulisivat voimaan esitetyllä tavalla 1.4.2026 alkaen. Uusien vaatimusten vaikutuksia olisi tarkkaan seurattava ja arvioitava niiden vaikutuksia ja tällaisen arvioinnin pohjalta vasta voidaan arvioida, onko voimassa oleva sääntely ja nyt ehdotetun kaltainen uusi sääntely riittävää kaupunkiraideliikenteen ja etenkin raitiotieliikenteen turvallisuuden parantamiseksi. Vasta tällaisen kattavan arvioinnin perusteella voidaan ministeriön mukaan esittää mahdollisia lisäsääntelytarpeita. Jos sellaiseen jossain vaiheessa päädyttäisiin, tällaisten vaatimusten suunnittelu edellyttäisi tarkempaa vaikutusten arviointia tuekseen ja uusien vaatimusten mahdollinen käyttöönotto edellyttäisi myös lisäresurssien osoittamista niin valvontaviranomaisena toimivalle Liikenne- ja viestintävirastolle kuin kuntien hallintoon, kaupunkiraideliikenteen harjoittajille ja rataverkon haltijoille.

Edellä mainittuun liittyen ministeriö tuo lausunnossaan esille, että valtiovarainministeriö suhtautuu kielteisesti sellaiseen lainsäädäntöön, joka edellyttää valtion talousarvioesitykseen määrärahojen korottamista ja erityisen kielteisesti myös uusien hallinnollisten velvoitteiden osoittamiseen kunnille.

**Liikenne- ja viestintävirasto** toteaa lausunnossaan, että se pitää selostuksen johtopäätöksiä hyvinä ja ne vahvistavat viraston käsitystä raitioliikenteen tilanteesta. Johtopäätökset myös tukevat virastoa oman toiminnan suunnittelussa. Suosituksesta raitioliikenteen kuljettajien terveydentilavaatimuksista ja terveydentilan seurannasta Liikenne- ja viestintävirasto toteaa, että se selvittää riskiperustaista terveydentilavaatimusten ja terveydentilan seurannan määrittelytarvetta, joita se alustavasti pitää aiheellisina.

**Helsingin kaupunki** toteaa lausunnossaan, että se pitää tutkinnassa annettuja turvallisuussuosituksia perusteltuina. Sääntelyn kehittämiseen liittyen kaupunki toteaa, että raitioliikenteen sääntelyn kehittäminen parhaita eurooppalaisia käytänteitä seuraten on

kannatettavaa. Kaupungin mukaan sääntelyssä on huomioitava katutilassa kulkevan raitioliikenteen erityispiirteet ja vältettävä epätarkoituksenmukaisen raskaita menettelyitä.

Raitioliikenteessä kokonaisturvallisuus koostuu Helsingin kaupungin mukaan toisaalta liikenneympäristön ratkaisuista eli siitä, miten raitiotie on sijoitettu katutilaan ja miten risteämiset muiden liikennemuotojen kanssa on järjestetty, ja toisaalta raitiotien rata- ja turvalaiteinfrastruktuurin, kaluston ja liikennöinnin muodostamasta osakokonaisuudesta. Tutkintaselostuksessa esille nostettuihin turvallisuuskysymyksiin voidaan Helsingin kaupungin lausunnon mukaan vastata keskittymällä edellä mainituista raitiotietekniseen näkökulmaan, painottuen vaunun kuljettamiseen ja raitiovaunujen tekniikkaan tutkinnassa annettujen suositusten mukaisesti.

**Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy** tuo lausunnossaan esille useita tarkennuksia ja täsmennyksiä tutkintaselostusluonnoksessa esitettyihin tietoihin ja käytettyihin termeihin.

Kuljettajan työssä jaksamisen ja vireystilan tukemisen osalta Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy haluaa korostaa lausunnossaan, että he tavoittelevat työvuorosuunnittelussa mahdollisimman optimoituja työvuoroja kuljettajien vireystilan hallinnan näkökulmasta. Työnantajan näkökulmasta työvuorosuunnittelussa on aina kyse vaativasta monikriteerioptimoinnista keskenään osin ristiriitaisten reunaehtojen ja intressien kesken.

Lausunnon mukaan lähtökohdat kuljettajien työvuorojen suunnittelulle muodostuvat tilatun liikenteen aikaulottumasta ja volyymeista. Vaikka raitioliikenne on paikoitellen liki ympärivuorokautista, eivät yöajan vähäiset liikenteen volyymit kuitenkaan mahdollista varsinaisten yövuorojen käyttöä kuin pienessä mittakaavassa. Toistaiseksi yövuorojen käyttöä ovat rajoittaneet myös nykyisen elinkaarensa loppupäässä olevan työvuorosuunnitteluohjelmiston rajoitteet. Toinen keskeinen työvuorosuunnittelulle reunaehtoja asettava kokonaisuus on noudatettava työaikalainsäädäntö, työehtosopimus sekä siihen liittyvät paikalliset sopimukset, joista tulevat säännöt luovat pohjan työvuorojen suunnittelulle. Näiden lisäksi työvuorosuunnitteluohjelmistolle annetaan jo nykyisellään koko joukko muita suunnittelusääntöjä, joiden avulla työvuoroista pyritään tekemään mielekkäämpiä ja jaksamista tukevia. Työvuorojen suunnitteluperiaatteita kehitetään jatkuvasti yhteistyössä kuljettajien edustajien kanssa. Työvuorosuunnittelua kuljettajien toiveet huomioivaksi haastaa hyvin paljon toisistaan eroavat toiveet.

Lisäksi lausunnossa todetaan, että työvuorojen jakaminen aamu- ja iltavuorojen sijaan aamu-, päivä- ja iltavuoroiksi voisi tukea vuorokausilevon toteuttamista optimaalisemmin, mutta kuljettajat eivät yleisesti ole kokeneet tätä mallia houkuttelevaksi. Unirytmien jatkuvaa vaihtelua taas voisi hillitä esimerkiksi Ruotsissa käytössä oleva malli, jossa kuljettajat tekisivät esimerkiksi pitkän jakson kerrallaan pelkkää aikaista tai myöhäistä vuoroa, mutta tätä mallia ei ole koettu kuljettajien piirissä laajemmin houkuttelevana. Työvuorojen suunnittelussa pyritään jatkuvasti löytämään kompromisseja, joissa tilatun liikenteen reunaehdot, jaksamisen näkökulmat sekä kuljettajien työtyytyväisyyttä edistävien muiden toiveiden huomioiminen olisivat mahdollisimman hyvässä tasapainossa. Aina työvuorojen optimointi ei kuitenkaan ole onnistunut parhaalla mahdollisella tavalla, ja tällöin on voinut syntyä työvuorolistoja, jotka ovat kyllä yhä täyttäneet lain ja työehtosopimuksen vaatimukset, mutta eivät kaikkia muita tavoitteita esimerkiksi jaksamisen tukemisen kannalta. Pikaraitiolinjalla työvuoroja on ylipäättään huomattavasti rajallisempi määrä, minkä vuoksi niiden perusrakenteissa ei ole mahdollista yhtä laajaan kirjoon kuin kantakaupungin raitiolinjoilla.

Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy toteaa lausunnossaan pitävänsä esitettyjä turvallisuussuosituksia pääosin kannatettavana.

**Helsingin seudun liikenne -kuntayhtymä (HSL)** toteaa lausunnossaan, että liikenneturvallisuuden kuten myös turvallisuuden tunteen on tunnistettu vaikuttavan matkustushalukkuuteen. HSL:llä on lausunnon mukaan vahva halu ylläpitää ja kehittää turvallista liikennöintiä yhdessä liikennöitsijöiden ja kuntien kanssa.

HSL toteaa lausunnossaan, että sillä ei ole roolia pikaraitiolinjan 15 turvallisuuden hallinnasta vaan liikennöintisopimuksen mukaan turvallisuusjohtamisjärjestelmän laatimisesta ja ylläpitämisestä vastaa Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy. Liikennöinnin turvallisuudesta vastaa täten liikennöitsijänä toimiva Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy. Vastaavasti myös radan turvallisuudesta vastaa rataverkon haltijana Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy.

HSL:n lausunnossa todetaan liikennöintisopimuksen kannustemittareiden osalta, että merkittävimpiä kannustemittareita ovat luotettavuus, asiakastyytyväisyys, kaluston kaupallinen kunto sekä täsmällisyys. Liikenneturvallisuudesta ei ole liikennöintisopimukseen laadittu omaa mittaria, koska HSL:n ei ole roolinsa mukaisesti syytä ohjata Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy:n vastuulla olevaa liikenneturvallisuutta.

**Länsi-Uudenmaan pelastustoimi** tuo lausunnossaan esille tarkennuksia Keilaniemen onnettomuuden hälytysvasteeseen liittyen.

**Tampereen Raitiotie Oy** esittää lausunnossaan tarkennuksien koskien Tampereen raitiotien vaihde- ja pysäkkijärjestelyitä. Lisäksi he esittävät lausunnossaan näkemyksensä teknologian kehityksen hyödyntämistä koskevaan suositukseen. Lausunnon mukaan raitioliikenteen alalla tulisi voimakkaammin korostaa liikenteenharjoittajan, vaunukaluston omistajan ja rataverkonhaltijan välistä yhteistyötä keinona parantaa turvallisuutta kokonaisuuden kannalta tuloksellisimmalla ja kustannustehokkaimmalla tavalla.

**Alkutieto Oy** toteaa lausunnossaan, että tutkintaselostus taustoittaa hyvin ja perusteellisesti raitioliikennejärjestelmien tilanteen ja turvallisuuteen vaikuttavat olosuhteet ja tekijät. Alkutieto Oy pitää tutkintaselostuksessa esitettyjä tulkintoja ja johtopäätöksiä perusteltuina ja oikeina.

Tutkintaselostus tuo Alkutieto Oy:n mukaan hyvin ja selkeästi esiin, mitä seuraa sääntelyn puutteesta, kun raitioliikenne Suomessa laajenee ja organisaatioita tulee enemmän kuin yksi. Erilaisuudesta muodostuu Alkutieto Oy:n mukaan turvallisuusriski silloin, kun erilaisuus liittyy tilanteeseen, jossa samat ihmiset ovat vuorovaikutuksessa erilaisten toteutusten kanssa, ja vaihtavat usein olosuhteista ja ratkaisuista toiseen. Ongelmat ovat tulleet esille erityisesti Helsingissä kahden erillisen raitiotiejärjestelmän eli kantakaupungin verkon ja Raide-Jokerin (raitiolinja 15) välillä. Lisäksi Alkutieto Oy korostaa lausunnossaan, että raportti tuo selkeästi esiin riskejä, jotka aiheutuvat siitä, että sekä vaunukalustossa että raitioliikenteessä on erilaisia ratkaisuja yksityiskohdissa, joissa ihmisen tulee toimia lähes tai täysin refleksinomaisesti.

Alkutieto Oy:n mukaan tutkintaselostuksesta käyvät ilmi erot Helsingin ja Tampereen raitiotiejärjestelmien välillä. Helsingissä organisaation sisäinen ohjeistus asettaa vastuun ainoastaan esihenkilöille eli yksittäisten henkilöiden harkintaan. Tampereella kuljettajien osalta sovelletaan rautatieliikenteen käytäntöjä, koska siellä toimiva operaattori on myös rautatieliikenteen operaattori. Turvallisuuden hallinnan kannalta on Alkutieto Oy:n mukaan ongelmallista jo se, että raitioliikenteen toiminnan turvallisuuskulttuuri toteutuu

periaatteessa sattuman kautta sen perusteella, millaista turvallisuuskulttuuria operaattorina toimiva organisaatio edustaa.

Alkutieto Oy:n lausunnon mukaan raportissa on tunnistettu riskejä, joiden taustalla on ilmiselvästi osaamisen puute. Muodollisesti on toimittu oikein tekemällä riskikartoituksia. Mutta kun kartoituksissa ei ole tunnistettu riskejä, jotka tutkintaselostuksen perusteella ovat hyvin ilmeisiä, ongelma on kartoitusta tehneissä henkilöissä. Esimerkkinä ovat riskit Itäkeskuksen päätepysäkin turvalaitteissa ja niiden toiminnassa.

Alkutieto Oy haluaa korostaa lausunnossaan, että kaupunkiraideliikenne on yksi raideliikenteen muoto, joten se on verrattavissa rautatieliikenteeseen.

Kaupunkiraideliikenteessä ovat Alkutieto Oy:n mukaan voimassa hyvin suurelta osin samat riskitekijät kuin rautatieliikenteessäkin. Lisäksi kaupunkiraideliikenteessä on radan sijaintiin liittyviä riskejä, joita rautatieliikenteessä pääsääntöisesti ei ole. Rautatieliikenteen turvallisuus on säännelty EU:n tasolla jäsenvaltioita sitovasti. Tämä kaikki perustelee sitä, että vapaaehtoinen turvallisuuskulttuuri ei ole riittävä. Kun EU-tason sääntelyä ei ole, sääntely on Alkutieto Oy:n mukaan toteutettava kansallisella tasolla.

Euroopasta ja myös muualta maailmalta on runsaasti esimerkkejä kaupunkiraideliikenteen sääntelystä. Euroopassa ja myös Suomessa on Saksan kaupunkiraideliikennelaista BOStrabista jo muodostunut ”teollisuus-standardi” ja sitä on jo noudatettu Tampereen raitiotien toteutuksessa. Tästä syystä Alkutieto Oy ehdottaa lausunnossaan, että tutkintaselostuksessa ehdotettu sääntelyn kehittäminen käynnistetään BOStrabin pohjalta.

Välittömänä toimenpiteenä Alkutieto Oy esittää lausunnossaan, että Suomessa asetetaan pakolliseksi kaupunkiraideliikenteen toimiluvan edellytykseksi BOStrabissa määritelty käytönjohtaja (Betriebsleiter). Käytönjohtajan pätevyysvaatimukset ja toimivalta organisaatiossa tulee Alkutieto Oy:n mukaan asettaa pakottavana sen mukaiseksi kuin ne ovat BOStrabissa. Lisäksi Alkutieto Oy, tuo lausunnossaan esille, että se pitää Suomessa tarpeellisena määrätä samalla kaupunkiraideliikenteen kuljettajien pätevydestä, täydennyskoulutuksesta sekä pätevyiden ja terveydentilan seurannasta.