



Tutkintaselostus

C 3/2000 R

Tavaravaunujen suistuminen kiskoilta Siilinjärvellä 20.5.2000

Tämä tutkintaselostus on tehty turvallisuuden parantamiseksi ja uusien onnettomuuksien ennalta ehkäisemiseksi. Tässä ei käsitellä onnettomuudesta mahdollisesti johtuvaa vastuuta tai vahingonkorvausvelvollisuutta. Tutkintaselostuksen käyttämistä muuhun tarkoitukseen kuin turvallisuuden parantamiseen on vältettävä.

TIIVISTELMÄ

Pieksämäeltä Iisalmeen matkalla olleen tavarajunan viisi vaunua suistui kiskoilta Siilinjärvellä lauantaina 20.5.2000 kello 17.15. Rataa onnettomuudessa rikkoutui 83 metrin matkalta ja suistuneet viisi vaunua saivat vain vähäisiä vaurioita alustan sekä päädyn rakenteisiin. Suistuminen aiheutti vastaantulevalle matkustajajunalle 37 minuutin myöhästymisen. Onnettomuus ei haitannut merkittävästi muuta junaliikennettä.

Syynä suistumiseen oli kiskonkiinnitysten harventamisen, kiskon lämpenemisestä johtuneen puristusjännityksen ja kuormassa olleen junan aiheuttaman kuormituksen aikaansaama kiskonkiinnityksen pettäminen ja kiskojen siirtyminen ulkokaarteeseen päin. Oli kevään siihen mennessä lämpimin päivä jolloin ilman lämpötila oli noin +20 °C ja kiskon lämpötila noin +40 °C.

Vastaavanlaisten onnettomuuksien välttämiseksi Onnettomuustutkintakeskus suosittaa, että päällysrakenteen vaihtoa ym. suurempaa ratatyötä ennen tehtäville raiteen vakavuutta heikentäville valmisteleville töille tulisi laatia selkeät työohjeet ja kriteerit.

SUMMARY

FREIGHT WAGONS DERAILING AT SIILINJÄRVI, FINLAND, ON 20 MAY, 2000

On Saturday, 20 May 2000 at 17.15 hours, five wagons of a freight train heading towards Iisalmi from Pieksämäki derailed at Siilinjärvi. In the accident 83 m of track was damaged while the derailed five wagons only suffered minor damage in their underframe and end structures. Furthermore as a result of the derailment a meeting passenger train ran 37 minutes late. No other significant disturbances in train traffic was generated by the accident.

The derailment was caused by the rail fastenings failing and the rails moving towards the outer curve, as a joint result of a bigger spacing adopted for the rail fastenings, the compression stress due to the warming up of the rails and the load stress created by the loaded train. Actually the day of the accident was the until then warmest spring day featuring an outdoor temperature of about +20 °C and a rail temperature of about +40 °C.

In order to prevent corresponding accidents, the Accident Investigation Board of Finland recommends that unambiguous work instructions and work criteria be applied to such preparative work affecting track stability, to be performed prior to, e.g. superstructure replacement or other major track work.

**SISÄLLYSLUETTELO**

| | |
|------------------------------------|---|
| TIIVISTELMÄ..... | I |
| SUMMARY..... | I |
| 1 ONNETTOMUUS..... | 1 |
| 1.1 Yleiskuvaus..... | 1 |
| 1.2 Tapahtumien kulku..... | 1 |
| 2 ONNETTOMUUDEN TUTKINTA..... | 2 |
| 3 TAPAHTUMAOLOSUHTEET | 2 |
| 3.1 Kalusto | 2 |
| 3.2 Ratalaitteet | 3 |
| 3.3 Turvalaitteet | 3 |
| 3.4 Määräykset ja ohjeet..... | 4 |
| 3.5 Olosuhteet..... | 5 |
| 3.6 Henkilöstö | 5 |
| 4 VAURIOT JA VAHINGOT..... | 5 |
| 4.1 Henkilövahingot | 5 |
| 4.2 Kalusto- ja laitevauriot | 5 |
| 5 PELASTUSTOIMET | 5 |
| 6 ONNETTOMUUDEN SYYT | 5 |
| 7 SUOSITUKSET | 6 |

LÄHDELIITTEET

KUVALIITE

1 ONNETTOMUUS

1.1 Yleiskuvaus

Siilinjärvellä tapahtui 20.5.2000 kello 17.15 junaonnettomuus, jossa tavarajunan vaunuja suistui kiskoilta. Onnettomuudessa vaurioituivat suistuneet vaunut lievästi ja rataa noin 85 metrin matkalta.

1.2 Tapahtumien kulku

Pieksämäeltä lisalmeen kulkeva tavarajuna T 6059 lähti Pieksämäeltä lauantaina 20.5.2000 kello 15.40. Juna lähti noin 15 minuuttia ennen aikatauluun merkittyä lähtöaikaa. Pieksämäen ja Siilinjärven välillä ei ollut junakohtauksia, joten juna pääsi kulkemaan aikataulustaan edellä.

Aikataulun mukaan junalla olisi ollut junakohtaus matkustajajunan M 80 kanssa Toivalassa, mutta koska tavarajuna oli aikataulustaan edellä noin 30 minuuttia, kauko-ohjaaja siirsi junakohtauksen Siilinjärvelle. Hän turvasi tavarajunalle tulokulkutien Siilinjärven raiteelle II.

Tavarajuna alensi nopeutta jo hyvissä ajoin ennen Siilinjärveä ja tuli hiljaisella nopeudella vaihteiden V1 ja V3 kautta raiteelle II. Veturissa oli vetotila päällä Veturinkuljettaja huomasi yllättäen jarrujohdon tyhjenevän ja näki peilistä junan sivulta nousevan pölyä. Juna pysähtyi jarrujohdon katkeamisesta johtuneella hätäjarrutuksella raiteelle II siten, että junan peräpää jäi vaihteiden V1 ja V3 päälle.

Veturinkuljettaja otti linjaradiolla yhteyden Siilinjärven junasuorittajaan ja kertoi, että juna on katkennut ja että se pitäisi kytkeä uudelleen. He sopivat, että veturinkuljettaja menee katsomaan mitä junalle oli tapahtunut. Junasuorittaja ilmoitti asiasta linjaradiolla kauko-ohjaajalle.

Kun pöly junan sivulla oli laskeutunut, veturinkuljettaja näki sivupeilistä vaunujen päätyjä. Hän päätteli vaunujen asennosta niiden olevan poissa kiskoilta ja ilmoitti siitä Siilinjärven junasuorittajalle. Sen jälkeen hän lähti veturista suistuneiden vaunujen luo.

Siilinjärven junasuorittaja ilmoitti vaunujen suistumisesta linjaradiolla kauko-ohjaajalle.

Kauko-ohjaaja antoi pohjoisen suunnasta (lissalmesta) tulevalle matkustajajunalle M 80 luvan ohittaa Siilinjärven "seis"-opastetta näyttävä tulosuunnan pääopastin raiteelle I.

Tavarajunasta oli suistunut viisi vaunua, jotka olivat junan 11.-15. vaunut. Suistuminen tapahtui vaihteen V3 jälkeisessä kaarteessa vasemmalle eli kaarteeseen ulkopuolelle. Vaunut olivat suistuneet alkaen 66 metriä vaihteen V3 c/d-pään kielen kärjestä. Vasen kisko oli kaatunut ja koko raide siirtynyt ulkokaarteeseen päin. Ensimmäisenä suistunut puu-tavarakuormassa ollut Sp-raakapuvaunu (11. vaunu) oli kulkenut kiskoilta suistuneena noin 60 metriä. Pahiten kiskoilta oli suistunut 13. vaunu. Sen oikea etukulma oli 2 metriä

vasemmalle oikeasta kiskosta. Muut vaunut olivat suistuneet siten, että niiden oikean puolen pyörät olivat pudonneet kiskon sisäpuolelle (vasemmalle) ja vasemmat pyörät joko jääneet kaatuneen kiskon päälle tai pudonneet kiskon ulkopuolelle. Juna oli kulkenut jarrujohdon katkeamisesta johtuneen hätäjarrutuksen jälkeen vielä 22 metriä. 12. ja 13. vaunun välille oli syntynyt 7,5 metrin väli. Rataa oli rikkoutunut 83 metriä.

Jotta matkustajajuna M 80 pääsi jatkamaan matkaa, Kemiran ratapihalla vaihtotöitä tehnyt vaihtotyöyksikkö siirsi tavarajunan T 6059 peräpäässä kiskoilla olleista 11 vaunusta kahdeksan sivuun raiteelle 4. Matkustajajuna M 80 jäi onnettomuuden vuoksi myöhään aikataulustaan 37 minuuttia.

Tavarajuna jatkoi kiskoille jääneiden vaunujen kanssa matkaa kello 21.03.

2 ONNETTOMUUDEN TUTKINTA

Onnettomuustutkintakeskus päätti 22.5.2000 käynnistää onnettomuuden johdosta virkamiestutkinnan. Tutkijana on toiminut johtava tutkija **Esko Värttiö** ja erikoistutkija **Reijo Mynttinen**.

Onnettomuustutkintakeskuksen päivystäjä sai VR:n Käyttöosaston Liikenteenohjausyksiköstä tiedon onnettomuudesta 20.5.2000 kello 17.40. Tutkija oli paikalla kello 20.00.

3 TAPAHTUMAOLOSUHTEET

3.1 Kalusto

Tavarajunassa T 6059 oli Sr1-sähköveturi sekä 21 kuormattua ja 5 tyhjää tavaravaunua. Junan kokonaispaino oli 1 034 tonnia ja kokonaispituus 408 metriä. Junan jarrupaino oli 638 tonnia ja jarrupainoprosentti 56.

| | | | | | | | | | | | | |
|-----|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| BRT | Sr1 | Elo-t | Rmm | Rmm | Rmmn | Oa | BH | BH | Obrk | Obrk | Ohr | Sp |
| | 86 t | 43 t | 21 t | 21 t | 21 t | 22 t | 21 t | 18 t | 80 t | 80 t | 25 t | 75 t |
| BRT | Hkb | Hkb | Hkb | Hkb | Hkb | Hkb | Hkb | Hkb | Hkb | Hkb | Hkb | Hkb |
| | 38 t | 38 t | 38 t | 38 t | 38 t | 38 t | 38 t | 38 t | 38 t | 38 t | 38 t | 38 t |
| BRT | Hkb | Hkb | Sp | | | | | | | | | |
| | 38 t | 38 t | 75 t | | | | | | | | | |

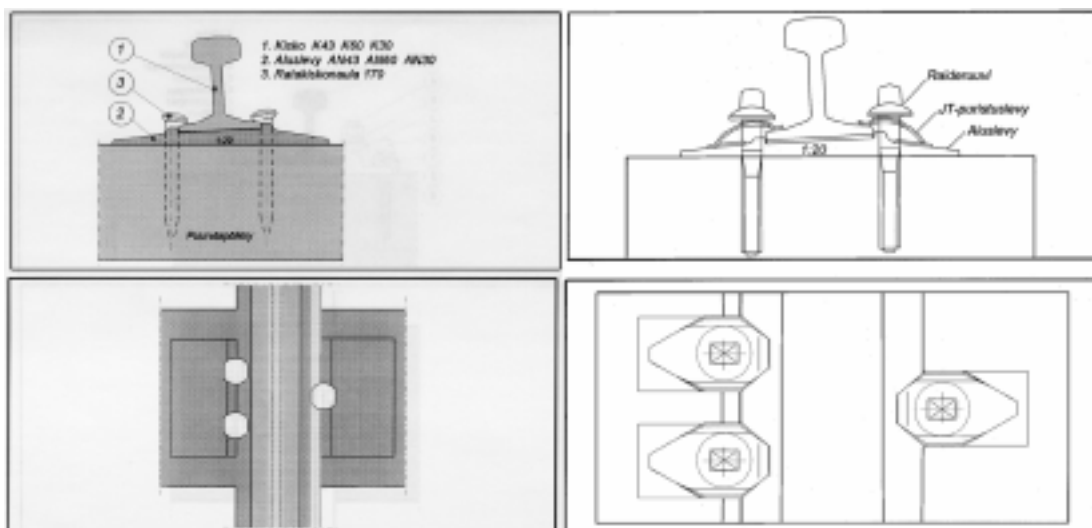
- Sr1 = sähköveturi
- Elo-t = 2-akselinen avonainen romunkuljetusvaunu (kuormattu)
- Rmm = 4-akselinen avonainen järeän tavarankuljetusvaunu (tyhjä)
- Rmmn = 4-akselinen avonainen järeän tavarankuljetusvaunu (tyhjä)
- Oa = 4-akselinen avonainen järeän tavarankuljetusvaunu (tyhjä)
- BH = 2-akselinen omatarveavovaunu (kuormattu)
- Obrk = 4-akselinen romunkuljetusvaunu (kuormattu)
- Ohr = 4-akselinen kevytromunkuljetusvaunu (tyhjä)
- Sp = 4-akselinen raakapuuvaunu (kuormattu)
- Hkb = 2-akselinen yleisavovaunu (kuormattu)

← = liikesuunta
BRT = kokonaispaino

Suistuneet vaunut olivat junan 11.-15. vaunut. Vaunut olivat raakapuulastissa. Vaunuista yksi oli 4-akselinen Sp-raakapuuvaunu ja loput Hkb-yleisavovaunuja.

3.2 Ratalaitteet

Onnettomuus tapahtui Siilinjärven ratapihalla, jonka raiteiden rataluokka raidetta I luokun ottamatta oli B₂. Raiteella II, jolla onnettomuus tapahtui, oli naulakiinnitteinen K43 kiskotus ja radan tukikerros oli sepeliä. Osa nauloista oli vaihdettu kiinnityksen parantamiseksi JT-kiinnitykseksi (katso kuva 1).



Kuva 1. Ratanaulakiinnitys ja JT-kiinnitys.

Figure 1. The rail nail fastening and the rail screw fastening with the JT press plate.

Raiteella II oli sen huonokuntoisuuden vuoksi tarkoitus uusia seuraavalla viikolla päällysrakenne, eli vaihtaa sekä kiskot, pölkyt että sepeliä. Työn nopeuttamiseksi oli raiteella II aloitettu valmistelevat työt. Valmistelemissa töissä oli kiskon kiinnitysnauloja poistettu siten, että joka kolmanteen ratapölkkyyn oli jätetty yksi naula (tai JT-ruuvi ja –puristelevy) kiskon ulkopuolelle ja kaksi naulaa kiskon sisäpuolelle. Muista ratapölkkyistä kiinnitysnaulat oli poistettu kiskon ulkopuolelta ja osasta myös sisäpuolelta. Lisäksi sidekiskon kiinnitysruuveista joka toinen oli irrotettu. Sidekiskot oli kiinnitetty vain yhdellä ruuvilla kahden sijasta kumpaankin kiinnitettävään kiskoon.

3.3 Turvalaitteet

Rataosa, jolla onnettomuus tapahtui, on suojastettu ja siellä on käytössä uusimman opastinjärjestelmän opastimet.

Siilinjärven ratapihalla ohikulkevan liikenteen raiteiden liikenne kauko-ohjataan Pieksämäen kauko-ohjauskeskuksesta. Kauko-ohjaaja pystyy turvaamaan kulkutiet vain raiteiden I ja II kautta, ohjaamaan eteläpäässä vaihteita 1 ja 3c/d ja pohjoispäässä vaihdet-

ta 2 sekä ko. raiteiden tulo- ja lähtösuunnan pääopastimia. Lisäehtona kauko-ohjauksikäytölle on, että pohjoispäässä pääraiteen (raide I) vaihde 32 (ja edelleen vaihde 34) sekä II -raiteeseen liittyvät vaihteet 3a/b, 4, 6, 8 ja 10 ovat lukittuna perusasentoon johtamaan suoralle raiteelle. Kauko-ohjauksen ilmaisintaulussa on ilmaisut raiteiden I ja II kulkutietiedoista, vaihteiden 1, 2, 3 ja 32 asennoista sekä ko. raiteiden ja vaihteiden eristysosuuksien varautumisesta ja vapautumisesta.

Samanaikaisesti kun kauko-ohjaaja ohjaa liikennettä raiteilla I ja II, voi Siilinjärven junasuorittaja turvata erilliskäytössä Siilinjärven releasetinlaitteella kulkutiet muilla raiteilla. Hän voi tällöin ohjata Siilinjärven muita sähkökäyttöisiä vaihteita junasuorittajan taulusta. Hän voi myös käyttää vaihteita 3a/b, 4, 6, 8 ja 10 sovittuaan siitä ensin kauko-ohjaajan kanssa.

Siilinjärvi voi toimia myös junasuorituspaikkana erilliskäytössä miehitetynä. Tällöin Siilinjärven junasuorittaja turvaa kaikki kulkutiet liikennepaikkaa suojaaville pääopastimille saakka ja tekee junasuoritus sopimukset kauko-ohjaajan kanssa siitä läpimenevien, sinne tulevien ja sieltä lähtevien junien osalta.

Onnettomuuden tapahtuessa Siilinjärven pääraiteet I ja II olivat kauko-ohjauksessa. Siilinjärvellä oli myös junasuorittaja turvaamassa vaihtotyöyksikön kulkuun liittyviä kulkuteitä. Kauko-ohjaaja turvasi tavarajunalle T 6059 tulokulkutien etelän suunnasta raiteelle II. Pohjoisesta päin oli tulossa matkustajajuna M 80, jonka kanssa kauko-ohjaaja järjesti kohtausten kohtausautomaattilla Siilinjärvelle. Koska tavarajuna ei ohittanut kokonaisuudessaan vaihdetta 3, jäi Siilinjärveä suojaavaan tulosuunnan pääopastimeen matkustajajunalle "seis"-opaste. Kauko-ohjaaja joutui ajattamaan matkustajajunan ohii "seis"-opastetta näyttäneen opastimen, jotta sai sen asemalle matkustajalaituriin.

Turvallitteet toimivat suunnitellun mukaisesti eikä niillä ollut vaikutusta onnettomuuteen.

3.4 Määräykset ja ohjeet

Junakulkutien turvaaminen oli tehty Junaturvallisuussäännön (Jt) mukaisesti, koska raiteilla ei ollut liikennöintirajoitusta muille kuin ylliraskaille vaunuille. Suurin vaunujen akselipaino oli ensimmäisen vaunun 21,5 tonnia ja veturin akselipaino oli 21 tonnia.

Raiteella oli tehty seuraavalla viikolla tapahtuvan päällysrakenteen vaihtoa valmistelevaa työtä poistamalla kiskonkiinnityksen ratanauloja ja JT-kiinnityksiä sekä kiskonjatkoksien sideruuveja. Ratateknisten määräysten ja ohjeiden (RAMO) osissa 13, *Radan tarkastus*, ja 15, *Radan kunnossapito*, ei ole määrätty mitään erityisesti valmistelevaa työtä koskevaa. Kohdissa 15.27 ja 15.28 on käsitelty hellekäyriä ja niihin varautumiseen liittyviä toimenpiteitä. Kohdassa 15.282 on muun muassa mainittu raiteen vakavuutta heikentävän työn vaikutusta sallittuun nopeuteen. Kiskonkiinnitysten irrottaminen valmistelevana työnä tapahtui yleisen tavan ja vakiintuneen käytännön mukaisesti.

3.5 Olosuhteet

Tapahtumahetkellä sää oli aurinkoinen ja lämpötila oli +20 °C. Kello 18.45 (1 h 30 min onnettomuuden jälkeen) läheisellä Alapitkän liikennepaikalla mitattu kiskon lämpötila oli +39 °C.

3.6 Henkilöstö

Kaikilla tapahtumaan liittyvillä henkilöillä oli määräykset täyttävä koulutus sekä riittävä pätevyys ja kokemus tehtävänsä.

4 VAURIOT JA VAHINGOT

4.1 Henkilövahingot

Henkilövahinkoja ei aiheutunut.

4.2 Kalusto- ja laitevauriot

Rataa rikkoutui 83 metrin matkalta. Suistuneet viisi vaunua saivat vain vähäisiä vaurioita alusrakenteisiinsa sekä päädyn rakenteisiin.

5 PELASTUSTOIMET

Varsinaista pelastustoimintaa ei tarvittu, koska oli kyseessä tavaravaunujen suistuminen eikä henkilövahinkoja syntynyt.

Junan takapäässä kiskoilla olleet, vaihteiden 3 ja 1 kautta liikennöinnin estäneet kahdeksan vaunua siirrettiin pois heti, kun vaihtotyöveturi saatiin paikalle, jotta asemalla odottanut matkustajajuna pääsi jatkamaan matkaansa (kello 17.58). Myöhemmin vielä kolme takapään kiskoilla ollutta vaunua siirrettiin pois ennen tutkijan paikalle tuloa. Vielä ennen VR:n raivausryhmän paikalle tuloa siirrettiin etupäässä kiskoilla olleet kymmenen vaunua matkaveturilla pois kello 20.25. VR:n raivausryhmä aloitti työnsä kello 22.15 ja sai kaikki vaunut siirrettyä pois rikkoutuneen raiteen päältä sunnuntaina kello 21.50 mennessä.

Koko raide II uusittiin seuraavan viikon aikana ennakkosuunnitelmien mukaisesti.

6 ONNETTOMUUDEN SYYT

Syynä vaunujen suistumiseen oli kiskonkiinnityksen pettäminen ja kiskojen siirtyminen ulkokaarteeseen päin. Kiskojen kiinnitysten harventaminen yhdessä ilman nopean läm-

penemisen kanssa sai, kuormassa olevan junan ajaessa kaarteeseen, kiskot (pölkkyineen) siirtymään ulkokaarteeseen päin ja kaatumaan, jolloin vaunut suistuivat.

Kiskojen kiinnitystä oli harvennettu siten, että kisko oli kiinnitetty vain joka kolmanteen pölkkyyn kaikilla kolmella ratanaulalla tai JT-kiinnityksellä. Myös näiden kiinni olevien kiinnitysten kiinnitykset olivat huonohkot johtuen iäkkäistä puuratapölkkyistä.

Kiskojen pitkittäistä puristusjännitystä ja näin hellekäyrän vaaraa lisäsi se, että oli keväällä siihen mennessä lämpimin päivä. Ilman lämpötila oli noin +20 °C ja kiskon lämpötila noin +40 °C (1,5 h myöhemmin mitattu +39 °C).

7 SUOSITUKSET

S150 Ohjeet valmisteleville töille

Päällysrakenteen vaihtoa ym. suurempaa ratatyötä ennen tehtäville valmisteleville töille tulisi laatia tarkat työohjeet ja turvallisuuskriteerit. [C3/2000R/S150]

Ohjeissa tulisi muun muassa määritellä kuinka monta kiskonkiinnitystä minkäkin tasoisella raiteella saa poistaa ennen kuin siitä aiheutuu rajoituksia liikennöinnissä.

Ratahallintokeskus ja VR-Yhtymä Oy ovat antaneet suosituksesta lausuntonsa. Lausunnot ovat täydellisinä lähdeliitteessä 11.

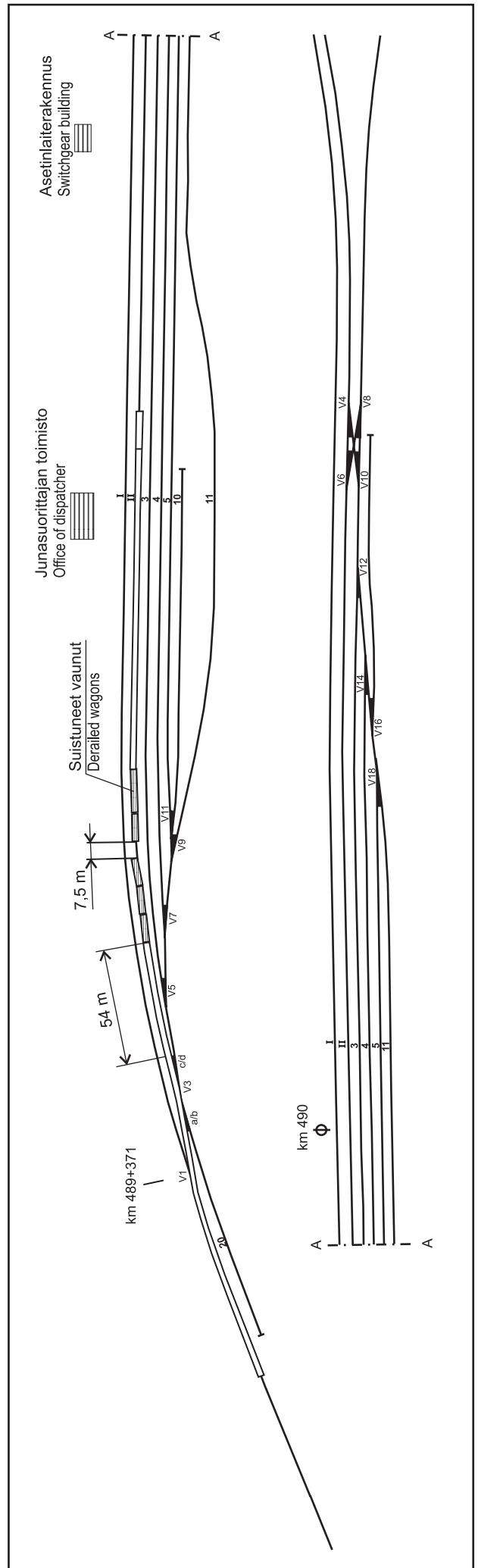
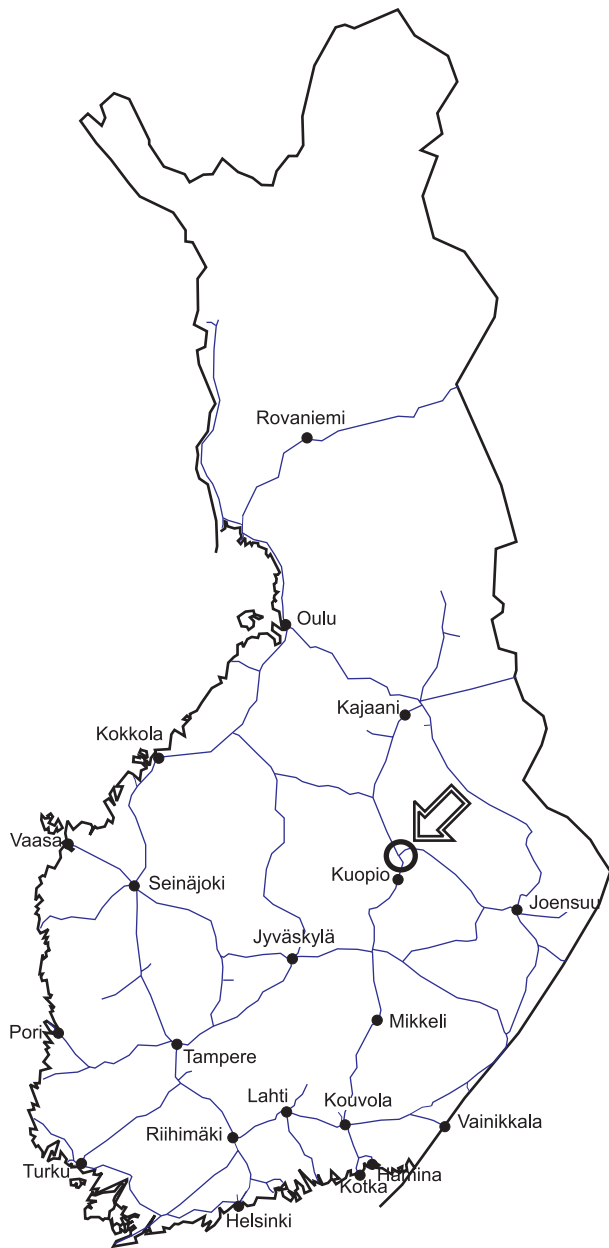
LÄHDELIITTEET

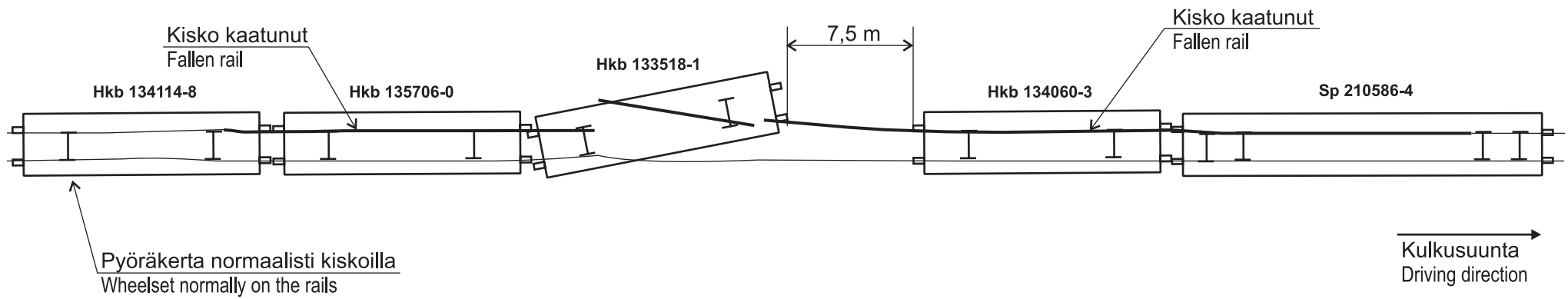
Seuraavat lähdeliitteet on taltioituna Onnettomuustutkintakeskuksessa:

1. Päätös tutkinnan aloittamisesta C 3/2000 R, 22.5.2000
2. Siilinjärvi, Vaihte- ja opastinturvalaitos, piir.nro 400 111-1273G, lehtiä 3, 29.9.98
3. Pieksämäki – Iisalmi, Kauko-ohjauksen ilmaisintaulu, piir.nro 4044 500Y10089A, lehti 3/4, 8.8.88
4. Kuopio – Iisalmi, Kauko-ohjaus, Yleiskaavio, piir.nro 4044 113L1526A, lehtiä 4, 31.3.95
5. Lähtöjunan vaunuluettelo, T 6059, 20.5.2000
6. Tavarajunan T 6059 veturin (Sr1 3023) kulun rekisteröintilaitteen tulostus ajalta 20.5.2000 klo 17.00 – 19.00
7. Linjaradion puherekisterin purku ajalta 20.5.2000 klo 17.00 – 22.00
8. Tavarajunan T 6059 aikataulu
9. Matkustajajunan M 80 aikataulu
10. Viikkovaroitus nro 20, Itä-Suomi (Pieksämäki), koskee viikkoa 15.5.2000 – 21.5.2000
11. Lausunnot tutkintaselostusluonnoksesta:
Ratahallintokeskuksen lausunto 1037/63/00, 18.7.2000
VR-Yhtymä Oy:n lausunto Y6/021/00, 8.8.2000

Kuva 1. Tavaravaunujen suistuminen kis-koilta Siilinjärvellä 20.5.2000. Onnettomuuspaikka.

Figure 1. Freight wagons derailing at Siilinjärvi, on 20 May, 2000. The place of the accident.





Kuva 2. Tavarajunan suistuminen kiskoilta Siilinjärvellä 20.5.2000. Suistuneet vaunut.

Figure 2. Freight wagons derailed at Siilinjärvi on 20 May, 2000. The derailed wagons.



Kuva 3. Tavaravaunujen suistuminen kiskoilta Siilinjärvellä 20.5.2000. Suistuneet vaunut junan tulosuunnasta, vaihteen 3 päältä, kuvattuna. Kiskonkiinnitysten harventaminen oli aloitettu vasemmalla puolella raidetta olevan taaemman koneen kohdalta.

Figure 3. Freight wagons derailing at Siilinjärvi on 20 May, 2000. The derailed wagons seen from the V3 turnout. Spacing of the rail fastenings had been done forward of the yellow machine you can see in the left side of the track.



Kuva 4. Tavaravaunujen suistuminen kiskoilta Siilinjärvellä 20.5.2000. Suistuneet vaunut junan oikealta sivulta, edestä päin, kuvattuna.

Figure 4. Freight wagons derailing at Siilinjärvi on 20 May, 2000. The derailed wagons seen from the right front end of the train.



Kuva 5. Tavaravaunujen suistuminen kiskoilta Siilinjärvellä 20.5.2000. Suistuneita vaunuja vasemmalta sivulta, takaa päin, kuvattuna. Jyrkkä mutka kiskossa pyörän etupuolella. Suistumiset alkaneet siitä lähtien.

Figure 5. Freight wagons derailing at Siilinjärvi on 20 May, 2000. Derailed wagons seen from the left rear end. A sharp turn in the rail is front of the wheel. The derailings have been started from it.



Kuva 6. Tavaravaunujen suistuminen kiskoilta Siilinjärvellä 20.5.2000. Joka kolmas rata-pölkky, eli pölkkyt jossa kisko oli kiinni, on siirtynyt ulkokaarteeseen päin.

Figure 6. Freight wagons derailing at Siilinjärvi on 20 May, 2000. Every third sleeper, the sleepers to which the rail was fastened, has moved towards the outer curve.



Kuva 7. Tavaravaunujen suistuminen kiskoilta Siilinjärvellä 20.5.2000. Kuvassa 5 näkyvä mutka toiselta puolelta kuvattuna. Pyörän tekemiä jälkiä kiskon hamaran sisäreunassa. Oikea pyörä juuri ja juuri kiskon päällä.

Figure 7. Freight wagons derailing at Siilinjärvi on 20 May, 2000. The sharp turn in the figure 5 seen from the other side. You can also see prints made by a wheel in the inner edge of the rail head. The right wheel reaches just on the rail.