

Niina Uolamo

# Tampereen Raitiotie Oy:n vaatimat pätevyydet sähköradan ohjauksessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

12.1.2023

## Tiivistelmä

Tekijä:	Niina Uolamo
Otsikko:	Tampereen Raitiotie Oy:n vaatimat pätevyudet sähköradan ohjauksessa
Sivumäärä:	25 sivua + 1 liite
Aika:	12.1.2023
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine:	Sähkövoimatekniikka
Ohjaajat:	Turvallisuus- ja järjestelmäpäällikkö Jonna Anttila Yliopettaja Jarno Varteva

Työn tarkoituksena on muodostaa Tampereen Raitiotie Oy:lle kuvaus sähköradan ohjaamiseen tarvittavista pätevyyksistä, niiden ylläpitämisestä ja pätevyiden hallinnasta.

Työssä kuvataan käytön johtajan sekä palveluntuottajien vastuut sähköturvallisuuden ylläpitämisestä Tampereen ratikan sähköjärjestelmässä. Tampereen Raitiotie Oy on sähköjärjestelmän haltija ja pyrkii omalla ohjeistuksellaan siihen, että järjestelmää käytetään ja huolletaan oikein.

Sähköradan valvomo päätettiin Liikennöntiialianssin tarjousvaiheessa liittää raitiovaunujen liikenteenohjauksen yhteyteen. Tämän päätöksen yhteydessä linjattiin, että sähköradan käyttöpäivystäjänä voivat toimia tehtävään perehdytetyt maallikkohenkilöt. Käytön johtajan kanssa sovittiin tarvittavat koulutukset ja reunaehdot, joilla perehdytys tapahtuu.

Tampereen Ratikan sähköturvallisuusohjeistuksen lisääntyessä tuli tarve päivittää pätevyyteen tarvittava koulutuksen sisällön määrittely. Määrittelyä tarvitaan myös toiminnan nyt käynnistyttyä siihen, miten pätevyyttä ylläpidetään ja kenen vastuulla on pätevyiden rekisteröinti ja rekisterin ylläpito. Työssä määritellään vain sähköradan ohjaamiseen liittyvät pätevyudet.

Avainsanat: pätevyys, sähkörata, raitoliikenne

## Abstract

Author: Niina Uolamo  
Title: The Qualifications Required by Tampere Tramway Ltd in Electric Line Control  
Number of Pages: 25 pages + 1 appendix  
Date: 12 January 2023

Degree: Bachelor of Engineering  
Degree Programme: Electrical and Automation Engineering  
Professional Major: Electric Power Engineering  
Supervisors: Jonna Anttila, Security and System Manager  
Jarno Varteva, Principal Lecturer

The purpose of the work was to provide Tampere Tramway Ltd a description of the qualifications needed to control the electric line, and information on how qualifications maintenance is done and where qualifications are managed.

The work describes the responsibilities of the director of electrical operations and the service providers for maintaining electrical safety in the electrical system of the Tampere tramway. Tampere Tramway Ltd is the owner of the electrical system and strives with its own guidelines to ensure that the system is used and maintained correctly.

The control room of the tramway's electric system was decided in the tender phase of the Transport Alliance to connect with the tramway traffic control. Due to this decision, it was outlined that the person who is a layman in electricity, but trained for the task, can act as operator on duty for the electric line. Necessary trainings and boundaries, with which the orientation and qualification will be reached, were agreed with the director of electrical operations.

As Tampere tramway's electrical safety guidelines increased, there was a need to update the definition of the content of the training required for qualification. Now that the operation has started, definition is also needed concerning how the qualification is maintained and who is responsible for the registration of the qualification and maintenance of the register. The work defines only the qualifications related to controlling the electric railway.

Keywords: Qualification, Electric railway, Tram transport

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Tampereen raitiotien sähköratajärjestelmä	2
2.1	Ratajohto	3
2.2	Sähkönsyöttöasemat	4
3	Sähköradan käyttötoimenpiteet ja kunnossapito	6
3.1	Sähköradan käyttötoimenpiteet	6
3.2	Sähköradan kunnossapito	9
4	Sähköradan ohjaukseen liittyvät toimijat	10
4.1	Käytön johtaja	10
4.2	Sähkötöidenjohtaja	12
4.3	Sähköradan kunnossapitäjä	12
4.4	Varikon hallien sähköpäivystäjä	13
4.5	Varikon hallien paikallisohjaajat	13
4.6	Sähköradan valvomon käyttöpäivystäjä	14
5	Ratajohdon paikallisohjaus Hervannan varikolla	14
6	Sähkövalvomolle määritetyt ohjaustoimenpiteet	16
7	Paikallisohjaajan pätevyys	17
8	Sähkönsyöttöä valvovan käyttöpäivystäjän pätevyys	18
9	Yhteenveto	19

## Liitteet

Liite 1: Sähköradan valvonnan ja ohjauksen pätevyudet

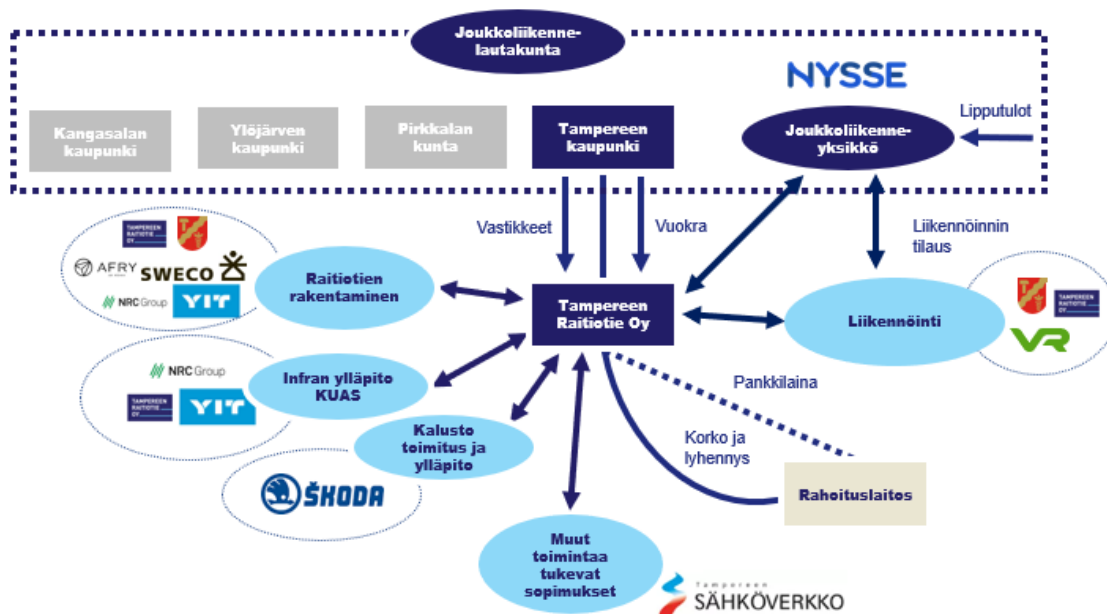
## Lyhenteet

- TRO: *Tampereen Raitiotie Oy*. Tampereen raitiorataa hallinnoiva Tampereen seudun kuntien omistama osakeyhtiö.
- KUAS: Tampereen raitiotien kunnossapitoallianssi. Radan ja sähköradan kunnossapidosta vastaava allianssi, jonka osapuolina ovat Tampereen Raitiotie Oy, NRC Group Finland Oy ja YIT Suomi Oy.
- LASSI: Tampereen raitiotien liikennöintiäallianssi. Raitioliikenteen operoinnista vastaava allianssi, jonka osapuolina ovat Tampereen kaupunki ja VR Group Oyj. Allianssissa Tampereen Raitiotie Oy edustaa kaupunkia ja toimii palveluintegraattorina.
- RTU: *Remote Terminal Unit*. Sähkönsyöttöaseman kaukokäytön alaseama.
- Virve: *Viranomaisverkko*. Suomen Erillisverkko Oy:n ylläpitämä korkean varautumisen suljettu radioverkko.

## 1 Johdanto

Työn tarkoitus on kuvata sähköradan ohjauksen vaatimat pätevydet ja määrittää niiden ylläpitäminen.

Tampereen raitiotien sähköratajärjestelmän haltija on Tampereen Raitiotie Oy (kuva 1). Tampereen Raitiotie Oy on kaupunkien ja kuntien omistama yhtiö, joka vastaa tilaajana raitiotieinfrastruktuurin rakentamisesta, kalustohankinnasta ja kunnossapitotoiminnan rahoituksen järjestämisestä sekä yleisesti koko raitiotiejärjestelmän toimivuudesta.



Kuva 1. Tampereen raitiotiejärjestelmän organisointi ja toimintaperiaate.

Sähköradan kunnossapitamisesta vastaa Kunnossapitoallianssi (KUAS), jonka muodostavat TRO, NRC Group Finland Oy (NRC) ja YIT Suomi Oy (YIT).

Sähköradan ohjauksesta vastaa Liikennöntiallianssi (LASSI), jonka muodostavat VR-Yhtymä Oyj (VR) ja Tampereen kaupunki. TRO on liikennöntiallianssissa mukana palveluintegraattorina. Varikon paikallisoijausta

saavat käyttää KUAS:n lisäksi vaunun kunnossapidosta vastaavan Škoda Transportation a.s.:n (Skoda) perehdytetyt asentajat.

Sähköradan ohjauksesta on myös tehty sopimus Tampereen Sähköverkko Oy:n (TSV) kanssa. Tampereen Sähköverkko Oy:n henkilöstöä käytetään apuna niin sanotussa takapäivystyksessä eli tilanteissa, jolloin Hervannassa sijaitsevan sähkövalvomon henkilökunta on estynyt tai tarvitsee sähköalan ammattihenkilön näkemystä ohjauksiin.

## **2 Tampereen raitiotien sähköratajärjestelmä**

Sähköratajärjestelmään kuuluvat raitiotien sähkönsyöttöverkko ja siihen liittyvät sähköiset järjestelmät, joiden avulla syötetään vaunukaluston sähköenergiaa. Sähkönsyöttöverkko sisältää ratajohdon kaikki sähköistykseen liittyvät sähköiset ja mekaaniset rakenteet, ajojohtimen, ajojohtimen varusteet ja paluuvirtatien. Verkkoon kuuluvat sähkönsyöttöasemat, syöttö- ja paluuvirtakaapeloinnit, syöttöpistekotelot ja paluuvirtakaapit. Lisäksi sähkönsyöttöverkkoon kuuluvat ajojohtimen pitkittäis- ja syöttöjaksoerottimet ja syöttöaseman maadoitusverkko.

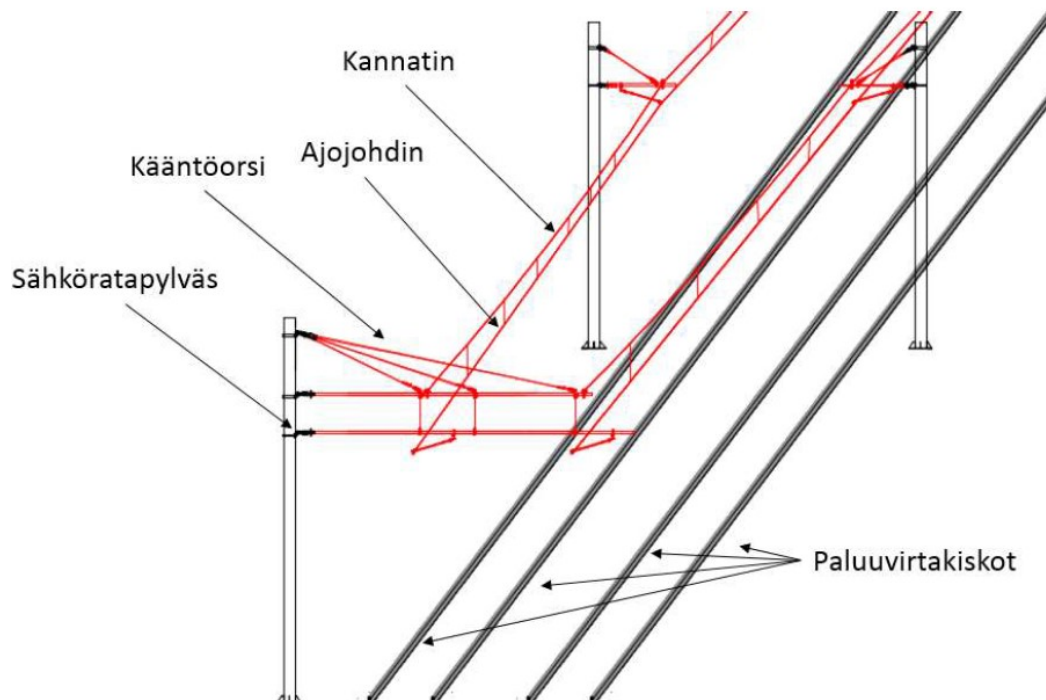
Tampereen raitiotien sähkönsyöttöverkko on nimellisjännitteeltään 750 V:n tasasähköjärjestelmä. Ajojohtimen jännite vaihtelee normaalisti 1000 – 500 voltin välillä [1, s. 15]. Tyhjäkäyntijännite on noin 830 V.

Sähköjärjestelmä suunnitellaan ja rakennetaan EN50122-standardin mukaisena maasta erotettuna tasasähköjärjestelmänä. Järjestelmään kuuluvat radan läheisyyden maadoitusjärjestelmä ja hajavirtojen hallintajärjestelmä.

## 2.1 Ratajohto

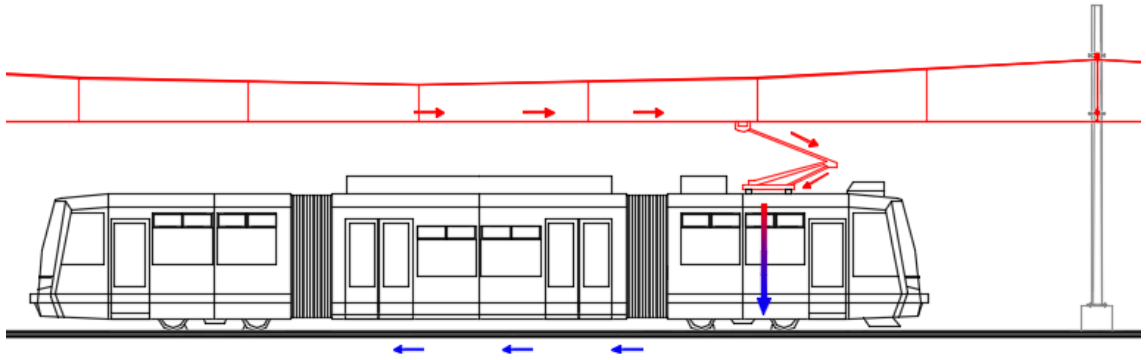
Ratajohdon positiivisena johtimena toimii radan yläpuolella oleva ajojohdin (kuva 2) ja ajolangan korkeus vaihtelee välillä 4,2–6,0 m mitattuna raitiotien kiskon yläpinnasta.

Paluuvirtatienä, negatiivisena johtimena, toimivat raitiotien kiskot (kuva 2), jotka ovat maasta sähköisesti eristettyjä. Poikkeuksena tähän on varikkoalue, jossa raiteet eivät ole maasta erotettuja. Tästä syystä varikkoalueen kiskot ovat eristettyjä linjaraiteen kiskoista.



Kuva 2. Sähkötatarakenteita. Punaiset osat katsotaan jännitteisiksi kaksoiseristetyssä järjestelmässä [1, s.16].

Raitiovaunu yhdistyy ajojohtimeen virroittimella ja paluuvirtatiehen telien pyörien kautta (kuva 3).



Kuva 3. Sähkövirran kulku raitiotiejärjestelmässä.

Raitiotien ratajohtoa syötetään syöttöasemien avulla. Syöttöasemia on tällä hetkellä kymmenen kappaletta, joista yksi sijaitsee varikkoalueella ja sillä huolehditaan raitiovaunujen sähkönsyötön lisäksi myös varikon toimintojen sähkön tarpeesta. Syöttöasemat on liitetty paikallisen sähköverkkoyhtiön Tampereen Sähköverkko Oy:n keskijänniteverkkoon.

Sähköratajärjestelmä kuvataan tarkemmin dokumentissa Tampereen Ratikka Sähköratajärjestelmäkuvaus [1] ja sähkönsyöttöverkko kytkentöineen kyseisen dokumentin liitteessä Ratajohdon pääkaavio.

## 2.2 Sähkönsyöttöasemat

Tällä hetkellä sähkörataa syötetään kymmeneltä sähkönsyöttöasemalta, jotka maastossa ja kaupunkikuvassa tunnistaa corten-teräsverhoilusta (kuva 4).



Kuva 4. Sähkösyöttöasema SSA09 Turtola

Sähköverkko on toteutettu kaksipuolisena syöttönä eli jokaista syöttöjaksoa (pois lukien radan päissä olevat) syöttää kaksi katkaisijaa eri asemilta. Vikatilanteissa laukaisunsiirto asemien välillä aukaisee molemmat syöttöjaksoa syöttävät katkaisijat. Sähkösyöttö on mitoitettu ja erottimilla varustettu siten, että yksittäinen sähkösyöttöasema voidaan kytkeä pois syöttöverkosta sen kuitenkin vaikeuttamatta raitiovaunujen liikennöintiä.

Pääsääntöisesti syöttöasemalaitteistoon kuuluvat seuraavat kokonaisuudet:

- 20 kV:n kojeisto
- ratajohdon päämuuntaja M1
- syöttöaseman omakäyttömuuntaja M2
- ratajohdon 750 V:n tasasähkökojeisto
- syöttöaseman pienjänniteverkko
- syöttöaseman paikallisautomaattikka
- kaukokäytön ala-asema RTU (Remote Terminal Unit)

- ratajohdon katkaisijavaunut.

Sähkösyöttöaseman kokoonpano riippuu aseman syöttämien alueiden määrästä. Jokaista syöttöaluetta kohden on yksi katkaisijavaunu asemalla.

### **3 Sähköradan käyttötoimenpiteet ja kunnossapito**

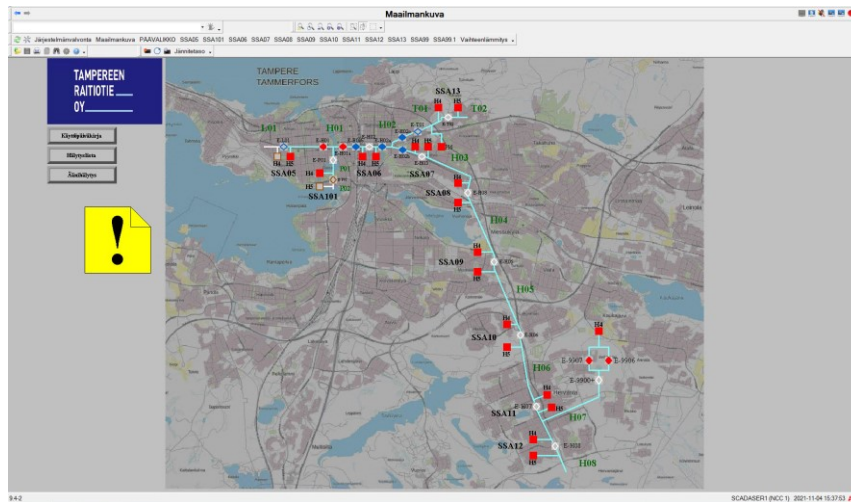
Raitiotien ratajohdon tilaa ohjataan erottimien ja katkaisijoiden avulla. Sähköradan tilaa valvotaan sähkövalvomossa ja ensisijaisesti kaikki tarvittavat käyttötoimenpiteet suoritetaan kaukokäytöllä. Poikkeustilanteissa, tai esimerkiksi syöttöasemien huoltojen yhteydessä, ohjauksia voidaan tehdä paikallisesti syöttöasemalta. Ajojohdossa olevien jaksonerottimien ohjaus tapahtuu tällä hetkellä paikallisesti kunnossapitäjän toimesta.

Sähköratajärjestelmälle on laadittu käytön johtajan hyväksymä kunnossapito-ohjelma. Havaituista poikkeamista tehdään aina vikailmoitukset, jotka sähköradan kunnossapitäjä tutkii ja tarvittaessa korjaa.

#### **3.1 Sähköradan käyttötoimenpiteet**

Tampereen Raitiotie Oy on sopinut sähkövalvomotoiminnasta osana raitioliikenteen liikenteenohjausta Liikennöintiallianssin kanssa.

Sähköverkon tilaa valvotaan ja ohjauksia suoritetaan Hitachi Energy Oy:n toimittamalla MicroSCADA SYS 600 Monitor Pro -käyttöliittymällä (kuva 5).



Kuva 5. MicroScadan maailmankuva [3, s. 7].

Käytännössä VR:n raitioliikenteenohjaajat toimivat käyttöpäivystäjinä sähköradalle ympäri vuorokauden. Liikenteenohjaajat ovat järjestelmään perehdytettyjä ja opastettuja maalikkoja. Tästä syystä, ja myös poikkeustilanteiden hoitoa varten, TRO on tehnyt sopimuksen TSV:n kanssa sähkönsyötönvalvonnan takapäivystyksestä. Pyydettyä TSV:n käyttöpäivystäjät, jotka ovat sähköalan ammattihenkilöitä, avustavat kysymyksissä ja valvovat sähköverkon tilaa.

#### Suunnitellut käyttötoimenpiteet

Sähköradan kunnossapitäjä laatii ennalta suunnitellut kytkentäohjelmat jännitekatkoille. Kytkentäohjelma käyttötoimenpiteet toteutetaan yhteistyössä käyttöpäivystäjän (kaukokäytössä tapahtuvat ohjaukset) ja kunnossapitäjän sähköasentajan (radalla ja sähkönsyöttöasemilla tapahtuvat ohjaukset) kanssa.

Varikolla säilytys- ja korjaamohallissa tehdään tarvittavat ajolangan jänniteohjaukset paikallisohjausjärjestelmällä. Paikallisohjaajat ovat järjestelmään perehdytettyjä henkilöitä vaunun kunnossapidosta tai radan kunnossapitäjän sähköasentajia. Sähkövalvomo vastaa varikon ulkoalueiden käyttötoimenpiteistä vastaavasti kuin linjaraiteilla.

## Hätätoimenpiteet

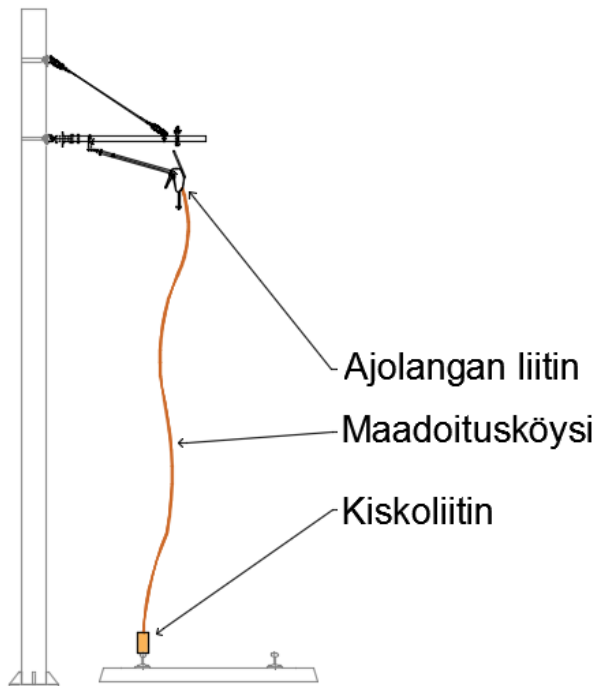
Sähkövalvomo vastaa ratajohdon ohjaamisesta jännitteettömäksi, kun saa tiedon tai itse havaitsee sähkötapaturman tai sähkövian mahdollisuuden raitiotien sähköverkossa.

Sähkönsyöttöasemien suojausmekanismit avaavat katkaisijoita automaattisesti vikamäärytyksien mukaisesti. Viat on luokiteltu niiden vakavuuden mukaisesti. Korkeamman tason viat vaativat aina sähköpäivystäjän käynnin sähkönsyöttöasemalla.

Onnettomuudessa, jossa on syytä epäillä sähköiskun vaaraa, tulee sähkövalvomon tehdä jännitteettömäksi myös onnettomuuspaikan syöttöjaksos viereiset syöttöjaksot. Hätäjännitekatko voidaan rajata onnettomuuskohtaan syöttöjaksoon, kun sähkövalvomo saa ilmoitukset radan kunnossapitäjältä työmaadoitusten valmistumisesta, tarkasta tapahtumapaikasta ja luvan palauttaa viereisille syöttöjaksoille jännite. Hätäjännitekatko muuttuu tällöin tavalliseksi jännitekatkoksi.

Pelastuslaitos on koulutettu hätämaadoituksen tekemiseen.

Maadoituskytkennässä (kuva 6) jännitteettömäksi todennettu ajojohdin ja kisko yhdistetään.



Kuva 6. Ajojohdon maadoitus.

Kytkeä tehdään suojausta vaativan kohdan molemmille puolille. Radan kunnossapitäjä menee aina paikalle varmistamaan maadoituksen ja täydentää sen työmaadoitukseksi omilla maadoitusvälineillä. Samalla kun hätämaadoitus puretaan, niin tarkistetaan pelastuslaitoksen maadoitusvälineiden kunto. Maadoituksen saa purkaa vain radan kunnossapitäjä, joka tämän jälkeen ilmoittaa sähkövalvomolle, että jännite voidaan palauttaa alueelle.

### 3.2 Sähköradan kunnossapito

Tampereen Raitiotie Oy on sopinut sähköradan kunnossapidosta Kunnossapitoallianssin yhteydessä. Käytännössä sähkökunnossapidosta vastaa sähköurakoitsijana NRC Group Finland Oy. NRC on ollut mukana raitiotien suunnittelusta ja rakentamisesta vastaavassa Raitiotieallianssissa, joten yhtiöllä on hyvä ymmärrys ja osaaminen Tampereen raitiotien sähköverkosta.

Sähköradan kunnossapito on tavoitettavissa ja käytettävissä ympäri vuorokauden. Vaikka sähköradan valvontavastuu siirtyisi, niin kunnossapitäjä ei vaihdu.

## **4 Sähköradan ohjaukseen liittyvät toimijat**

### **4.1 Käytön johtaja**

Tampereen Raitiotie Oy:llä on sopimus NRC Group Finland Oy:n kanssa Tampereen raitiotien sähköratajärjestelmän sähkölaitteiston käytön johtamisesta. Sopimuksen purkuaika on yksi vuosi [2, s. 3].

TRO:n ja NRC:n välisellä sopimuksella on myös siirretty haltijan velvoitteita ja tehtäviä käytön johtajalle. Käytön johtaja vastaa myös valvomoiden sähköturvallisesta toiminnasta. Sähköturvallisuusvastuu siirtyy jännitekatkossa maadoitusvaiheessa kunnossapidon sähkötöidenjohtajalle ja maadoittamisen jälkeen työstä vastaavan tahon sähkötöidenjohtajalle. Vastuut palautuvat käänteisesti jännitekatkon purkamisessa.

Sopimuksessa [2] määritellyt tehtävät ovat:

#### **Sähköratajärjestelmän tarkastaminen**

Käytön johtajan on tarkastettava sähköradan sähköturvallisuus sekä syöttöasemien varusteet kerran vuodessa. Lisäksi hänen pitää tarkastaa pistokokein muut sähköjärjestelmään liittyvät rakenteet ja laitteet.

#### **Sähkölaitteiston lisäys-, muutos- ja korjaustöiden tarkastukset**

Käytön johtajan on huolehdittava siitä, että sähköturvallisuuslain (1135/2016) 41 §:ssä tarkoitetut käyttöönotto- ja varmennustarkastukset on tehty.

Käytön johtajan on huolehdittava siitä, että laitteistoa ei oteta käyttöön, ennen kuin tarkastukset on tehty.

#### Huolto- ja kunnossapito-ohjelma

Käytön johtajan on huolehdittava siitä, että sähköturvallisuuslain (1135/2016) 48 §:ssä tarkoitettu huolto- ja kunnossapito-ohjelma laaditaan ja että se toteutetaan.

#### Määräaikaistarkastukset

Käytön johtajan on huolehdittava siitä, että sähköturvallisuuslain (1135/2016) 49 §:ssä tarkoitetut määräaikaistarkastukset tehdään. Käytön johtajan on huolehdittava siitä, että tarkastuspöytäkirjaan merkityt puutteet korjataan.

Käytön johtajan on huolehdittava mahdollisista haltijan velvollisuuksiin kuuluvien ilmoitusten tekemisestä.

#### Sähköturvallisuussäännösten hankkiminen

Käytön johtajan on huolehdittava siitä, että käyttö-, kunnossapito- ja huoltotöitä sähkölaitteistossa tekevillä henkilöillä on käytössään sähköturvallisuutta koskevat säännökset ja määräykset sähköturvallisuuslain (1135/2016) 55 §:ssä 1 momentissa kohdan 3 mukaisesti.

#### Opastaminen ja ammattitaito

Käytön johtajan vastuulla on huolehtia siitä, että töitä tekevillä on riittävä ammattitaito sähköturvallisuuslain (1135/2016) 55 §:n mukaisesti.

Käytön johtajan pätevyysvaatimukset on määritelty sähköturvallisuuslaissa (1135/2016) kohdissa 61 § ja 65 § [5].

## Muut tehtävät

Sähkötieto ry on laatinut dokumentin Käytön johtajan tarkastuslistat, ST-ohjeisto 12 [6], jossa on hyvin ohjeistettuna todella kattava tarkastuslista. Kyseinen lista käydään läpi käytön johtajan vuotuisella tarkastuskierröksellä.

### 4.2 Sähkötöidenjohtaja

Tampereen Raitiotie Oy ei tee sähkötöitä. Kaikki raitiorataan liittyvät sähkötyöt tehdään Kunnossapitoallianssin toimesta. Näin ollen omaksi katsotussa huolto- ja kunnossapidossa sähkötöidenjohtajana toimii NRC:n nimeämä henkilö.

Sähköturvallisuusvastuu maastossa siirtyy käytön johtajalta sähkötöidenjohtajalle, kun sähkövalvomo on tehnyt työ- tai onnettomuuskohteen jännitteettömäksi kauko-ohjauksella. Sähkövalvomon toimien sähköturvallisuus on aina käytön johtajan vastuulla.

Kun niin sanottu kolmas osapuoli tekee radalla sähkötöitä, tulee heidän nimetä kohteelle sähkötöidenjohtaja.

Tampereen raitiotiellä ei pääsääntöisesti tehdä jännitetöitä.

### 4.3 Sähköradan kunnossapitäjä

Sähkökunnossapidosta vastaa KUAS:ssa kaksi sähköinsinööriä ja seitsemän sähköasentajaa. Työparina toimivat sähköpäivystäjät ovat käytettävissä ympäri vuorokauden.

Sähköinsinöörien on tulevaisuudessa mahdollista tarkastella sähköverkon tilaa omalta MicroScada-päätteeltä. Tämä vaatii perehdytyksen ohjelmistoon.

Sähköasentajilla ei ole pääsyä eikä kattavaa näkymää kauko-ohjaukseen. Tarvittaessa myös heidät voidaan pätevoittää ohjelmistoon, mutta tälle ei ole tällä hetkellä tarvetta. Sähköasentajat toimivat tiiviissä yhteistyössä sähkövalvomon kanssa, josta heille voidaan tarjota näkymä valvontaohjelmaan.

Sähköinsinöörien ja asentajien pätevyyksistä vastaa kunnossapitoallianssissa NRC Group Finland Oy.

#### 4.4 Varikon hallien sähköpäivystäjä

Varikon sähköpäivystäjä on sähköalan ammattihenkilö tai tehtävään perehdytetty maallikkohenkilö, joka on saanut perehdytyksen Tampereen raitiotien sähköjärjestelmään, tuntee ja tietää varikon sähköratajärjestelmän vaarat ja osaa tunnistaa ne sekä on saanut käyttökoulutuksen varikon paikallisohtausjärjestelmiin [1, s. 13].

Varikon sähköpäivystäjä valvoo muiden tehtäviensä ohessa korjaamohallin yleistä sähköturvallisuutta, varikon sähköradan paikallisohtausjärjestelmien käyttöä ja varikon sähköradan paikallisohtausjärjestelmien toimintaa.

Sähköpäivystäjä pitää nimetä jokaiseen työvuoroon. Jos sähköpäivystäjä on estynyt suorittamasta tehtävää, pitää varikkoalueen sähkörata erottaa sähkönsyötöstä tai muutoin varmistaa alueen sähköturvallisuus.

Vaunun kunnossapitäjä Skoda vastaa sähköpäivystäjän nimeämisestä ja siitä, että tehtävään nimetty henkilö on pätevä tehtävään.

#### 4.5 Varikon hallien paikallisohtausajat

Sähköradan paikallisohtausaja on sähköalan ammattihenkilö tai tehtävään perehdytetty maallikkohenkilö, joka on saanut perehdytyksen Tampereen raitiotien sähköjärjestelmään, tuntee ja tietää sähköratajärjestelmän vaarat ja osaa tunnistaa ne sekä on saanut käyttökoulutuksen varikon paikallisohtausjärjestelmiin [1, s. 13].

Paikallisohtausajat voivat ohjata säilytyshallin ja korjaamohallin ajojohtojen sähköjä erillisiltä paikallisohtauskaapeilta.

#### 4.6 Sähköradan valvomon käyttöpäivystäjä

Käyttöpäivystäjä on sähköalan ammattilainen tai tehtävään perehdytetty maallikkohenkilö. Hän on perehdytetty Tampereen raitiotien sähköjärjestelmään, tuntee ja tietää sähköratajärjestelmän vaarat ja osaa tunnistaa ne sekä on saanut sähköradan kaukokäyttöjärjestelmän käyttökoulutuksen [1, s. 12].

Käyttöpäivystäjät suorittavat raitiotien linjaraiteen ja varikon ulkoalueen sähköradan ohjaustoimet MicroScada-käyttöjärjestelmällä. Käyttöjärjestelmiin on pääsy Raitioliikenteen ohjauskeskuksessa Hervannan varikolla ja Tampereen Sähköverkon käyttökeskuksessa Ratinassa. Tämän lisäksi Tampereen Raitiotie Oy:llä on hallussa yksi varakäyttöjärjestelmä.

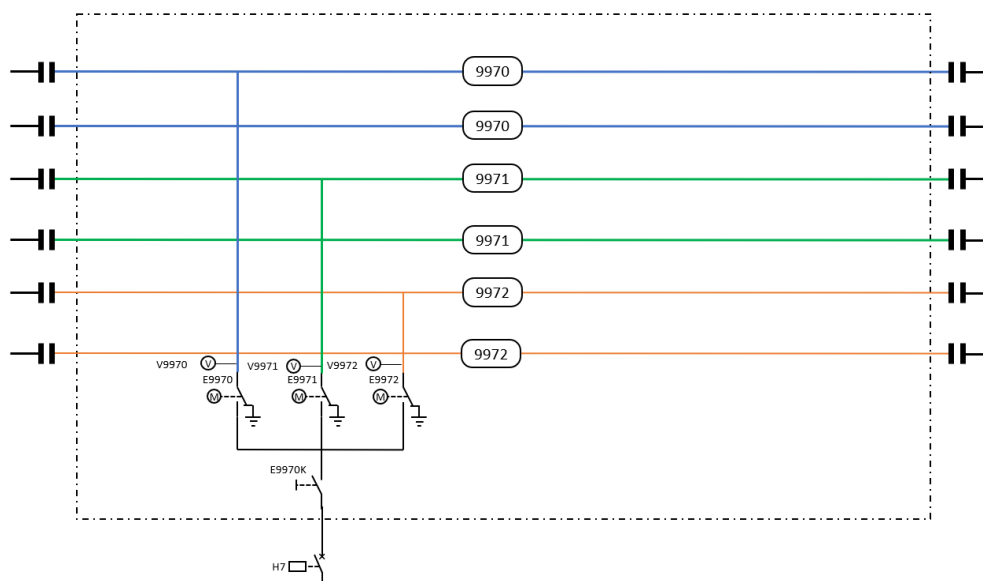
Käyttöpäivystäjiä on jokaisessa työvuorossa yksi. Jos käyttöpäivystäjä on estynyt suorittamasta tehtävää, on koko ratajohdon jännite kytkettävä pois 60 minuutin kuluessa [1, s. 12].

Tilanteissa, joissa sähköradan kaukokäyttöjärjestelmä estää tehtävän suorittamisen yli 2 tunnin pituisen ajan, pitää syöttöasemien sähköradan ohjaus varmistaa sähköradan kunnossapidon toimesta syöttöasemien paikallishjauksen avulla. Tässä tilanteessa käyttöpäivystäjä suorittaa ohjaustoimet Viranomaisverkon (Virve) tai puhelinyhteyden avulla [1, s. 12].

### 5 Ratajohdon paikallishjaus Hervannan varikolla

Päivittäistyön helpottamiseksi korjaamo- ja säilytyshallissa Hervannan varikolla on paikallishjauskaapeissa graafisella kosketusnäytöllä toimiva käyttäjärajapinta, jolla pystytään paikallisesti ohjaamaan syöttöerottomia ja samalla maadoittamaan ratajohto. Paikallishjauksen käyttö on selitetty tarkemmin omassa dokumentissa Ratajohdon ohjaus varikolla [4]. Dokumentin pohjalta sähköradan kunnossapitäjä perehdyttää paikallishjauksen käyttöön.

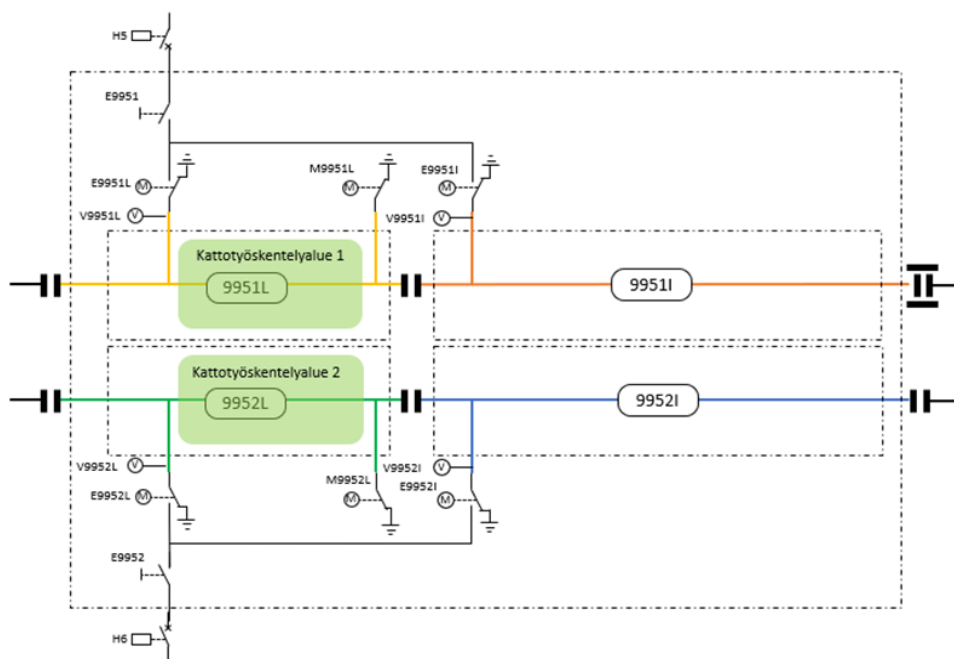
Säilytyshallin ratajohto on jaettu kolmeen ryhmään (kuva 7), joita voidaan erikseen ohjata.



Kuva 7. Säilytyshallin ratajohtoon ryhmittely [4, s. 6].

Ryhmä 9972 ohjaa säilytyshallin raiteita 2 ja 3, ryhmä 9971 raiteita 4 ja 5, ryhmä 9970 raiteita 6 ja 7.

Korjaamohallin ratajohto on ryhmitelty neljään ryhmään (kuva 8) siten, että raiteilla sijaitsevia kahta erillistä työskentelyaluetta pystytään ohjaamaan erikseen.



Kuva 8. Korjaamohallin ratajohdon ryhmittely [4, s. 8].

Ryhmä 9951L ohjaa korjaamohallin raiteen 12 kattotyöskentelyaluetta 1, ryhmä 9951I ohjaa raiteen 12 pesupaikkaa, ryhmä 9952L ohjaa raiteen 13 kattotyöskentelyaluetta 2 ja ryhmä 9952I raiteen 13 tasaisen alueen työskentelypaikkaa.

## 6 Sähkövalvomolle määritetyt ohjaustoimenpiteet

Sähkövalvomo tekee kahdenlaisia ohjaustoimenpiteitä, ennalta suunniteltuja jännitekatkoja ja poikkeustilanteissa hätäjännitekatkoja. Molemmissa tapauksissa on tarkoitus hallitusti ohjata verkko jännitteettömään tilaan ja myöhemmin palauttaa se normaalitilaan.

Suunniteltujen jännitekatkojen tekeminen kokonaisuudessaan kuvataan dokumentissa Sähköturvallisuusohje jännitekatkomenettelyssä [8].

Hätäjännitekatkojen tekemistä ohjeistetaan dokumentissa

Sähköturvallisuusohje valvomolle hätäjännitekatkoissa [9]. Hätäjännitekatkoista

on ohjeistusta myös dokumentissa Tampereen Ratikka Sähköjärjestelmäkuvaus [1].

Jännitekatkot ja muutokset sähkönsyöttöön suunnittelee sähköradan kunnossapitäjä. Sähkönsyöttöverkko on mitoitettu ja suunniteltu siten, että yhden sähkönsyöttöaseman poiskytkentä verkosta ei aiheuta ongelmia liikennöinnille.

## **7 Paikallisohtajan pätevyys**

Paikallisohtajan pätevyys hankitaan osallistumalla koulutukseen, joka sisältää perehdytyksen

- Tampereen Ratikan Sähköratajärjestelmäkuvaukseen (2h)
- Tampereen Ratikan Paikallisohtausjärjestelmään (2h).

Tämän jälkeen paikallisohtaja osaa paikallisohtausjärjestelmällä ohjata sähköradan jännitteettömäksi ja maadoitetuksi ja saa antaa luvan kattotyöskentelyn aloittamiseen alueille, joissa se on sallittu. Paikallisohtaja ei voi antaa lupaa kattotyöskentelyyn tai sähköradan jännitteisten osien läheisyydessä työskentelyyn kattotyöskentelyalueiden ulkopuolella.

Palveluntuottaja on vastuussa henkilökuntansa koulutuksen riittävyyden varmistamisesta ja pätevyyden valvonnasta.

### **Pätevyyden ylläpitäminen**

Paikallisohtajan pätevyys ei vanhene. Jos henkilö kokee tarvetta lisäopastukselle tai kertaukselle, niin tulee hänen pyytää sitä esihenkilöltään. Tampereen Raitiotie Oy voi palveluntuottajien pyynnöstä järjestää kertauskoulutusta järjestelmään.

## **Pätevyyden rekisteri**

Pätevyyden omaavista sähköratakunnossapidon henkilöistä pidetään listaa Tampereen Raitiotie Oy:n pätevyysrekisterissä, joka on rakennettu M-Filesiin.

Vaunun kunnossapitäjä vastaa henkilökuntansa pätevyyksien rekisteröinnistä omalla työskentelyalueellaan korjaamohallissa.

## **8 Sähkönsyöttöä valvovan käyttöpäivystäjän pätevyys**

Käyttöpäivystäjän pätevyys hankitaan osallistumalla koulutukseen, joka sisältää perehdytyksen

- Tampereen Ratikan Sähköratajärjestelmäkuvaukseen (2h)
- Tampereen Ratikan Kaukokäyttö-ohjeeseen (3h)
- Tampereen Ratikan Jännitekatko-ohjeisiin (3h).

Näiden lisäksi käyttöpäivystäjällä tulee olla voimassa oleva Sähköturvallisuuskortti SFS 6002. Pätevyyden voi hankkia myös verkkokoulutuksena.

Jos henkilö ei ole sähköalan ammattihenkilö, niin tulee hänen tämän lisäksi suorittaa ennen perehdytyksiä sähkötekniikan perusteet (kesto noin 40 tuntia) ja harjoitella sähköradan ohjaamista opastetusti yhden vuoden ajan.

Tämän jälkeen käyttöpäivystäjä osaa valvoa sähköradan tilaa ja ohjata sähkörataa suunnitelluissa jännitekatkoissa ja hätäjännitekatkotilanteissa. Käyttöpäivystäjä saa antaa luvan maadoitusten tekemiseen sähköradalla ja palauttaa jännitteet maadoitusten purun tai vikatilanteen jälkeen.

Palveluntuottaja on vastuussa henkilökuntansa koulutuksen riittävyyden varmistamisesta ja pätevyyden valvonnasta.

## **Pätevyyden ylläpitäminen**

Liikennöitsijän käyttöpäivystäjän pätevyys pysyy voimassa, jos henkilö toimii käyttöpäivystystyössä sata tuntia kalenterivuodessa ja osallistuu Tampereen Raitiotie Oy:n järjestämiin kertauskoulutuksiin kerran vuodessa.

Kertauskoulutukseen kuuluu tentti hätäjännitekatko-ohjeesta. Jos henkilö on estynyt osallistumaan kertauskoulutukseen, niin sen suorittamisesta sovitaan erikseen Tampereen Raitiotie Oy:n kanssa.

Tampereen Sähköverkot Oy huolehtii omien käyttöpäivystäjiensä pätevyyden ylläpitämisestä.

## **Pätevyyden rekisteri**

Pätevyyden omaavista liikennöinnin henkilöistä pidetään listaa Tampereen Raitiotie Oy:n pätevyysrekisterissä, joka on rakennettu M-Filesiin.

Palveluna hankittujen käyttöpäivystäjien, jotka toimivat takapäivystyksestä, työnantaja vastaa oman henkilökuntansa pätevyyksien rekisteröinnistä.

## **9 Yhteenveto**

Työssä on kuvattu nykyinen koulutus paikallisohjaajan ja käyttöpäivystäjän tehtävään. Näistä asioista on sovittu yhteisesti raitioliikenteen liikennöinnin ja kunnossapidon kehitysvaiheiden aikana. Toiminnan nyt vakiintuessa pitää yhdessä aiemmin sovitut asiat kerätä yhteen asiakirjaan, jota tämä insinööriyö tukee.

Nykytilan kuvaamisen jälkeen haettiin yhteinen näkemys pätevyyden ylläpitämiseen. Tärkein näkökulma tässä oli sähkötyöturvallisuuden säilyttäminen. Muodostunut kanta antaa hyvät valmiudet pätevyyden ylläpitämiseen, mutta palveluntuottajien tulee huomioida omassa toiminnassaan

yksilölliset erot ja omalta osaltaan pitää huolta koulutusten riittävydestä. Tampereen Raitiotie Oy tarjoaa aina lisäkoulutusta, jos sille nähdään tarvetta.

Pätevyysrekisterin ylläpito rakennetaan Tampereen Raitiotie Oy:lle, koska yhtiö on ratainfraan omistaja ja näin ollen velvollinen seuraamaan pätevyyskäytäntöä. Tämä ei kuitenkaan poista palveluntuottajien velvollisuutta seurata pätevyyskäytännön voimassaoloa ja siihen reagointia. Pätevyyskäytännön voimassaolo ja oikeellisuus tarkistetaan kerran vuodessa sähköradan valvonnan yhteistyöpalaverissa tai palveluntuottajan omavalvonnan yhteydessä.

Insinööriyön yhteydessä on laadittu dokumentti Sähköradan valvonnan ja ohjauksen pätevyyskäytännöt (liite 1), joka on liitteenä Tampereen Raitiotien Sähköjärjestelmäkuvaus [1].

## Lähteet

- 1 Tampereen Raitiotie Sähköjärjestelmäkuvaus. 2022. Yrityksen sisäinen dokumentti. Tampereen Raitiotie Oy.
- 2 Sopimus Tampereen raitiotien sähköratajärjestelmän sähkölaitteiston käytön johtamisesta. 2019. Yrityksen sisäinen dokumentti. Tampereen Raitiotie Oy.
- 3 MicroScada 9 Käyttäjän käsikirja. 2020. Yrityksen sisäinen dokumentti. ABB Power Grids Finland Oy.
- 4 Tampereen Raitiotie Ratajohdon ohjaus varikolla. 2020. Yrityksen sisäinen dokumentti. Tampereen Raitiotie Oy.
- 5 Sähköturvallisuuslaki 1135/2016
- 6 Käytön johtajan tarkastuslistat, ST-ohjeisto 12. 2020. Sähkötieto ry.
- 7 Ratajohdon ohjaus varikolla – kuvaus järjestelmästä. 2020. Yrityksen sisäinen dokumentti. Tampereen Raitiotie Oy.
- 8 Sähköturvallisuusohje jännitekatkomenettelyssä. 2021. Yrityksen sisäinen dokumentti. Tampereen Raitiotie Oy.
- 9 Sähköturvallisuusohje valvomoille hätäjännitekatkoissa. 2022. Yrityksen sisäinen dokumentti. Tampereen Raitiotie Oy.

## **Sähköradan valvonnan ja ohjauksen pätevyudet**

### **PAIKALLISOHJAAJAN PÄTEVYYS**

Paikallisohjaajan pätevyys hankitaan osallistumalla koulutukseen, joka sisältää perehdytyksen

- Tampereen Ratikan Sähköratajärjestelmäkuvaukseen (2h)
- Tampereen Ratikan paikallisohjausjärjestelmään (2h).

Tämän jälkeen paikallisohjaaja osaa paikallisohjausjärjestelmällä ohjata sähköradan jännitteettömäksi ja maadoitetuksi ja saa antaa luvan kattotyöskentelyyn aloittamiseen alueille, joissa se on sallittu. Paikallisohjaaja ei voi antaa lupaa kattotyöskentelyyn tai sähköradan jännitteisten osien läheisyydessä työskentelyyn kattotyöskentelyalueiden ulkopuolella.

Palveluntuottajat ovat vastuussa henkilökuntansa koulutuksen riittävyyden varmistamisesta ja pätevyyden valvonnasta.

### **Pätevyyden ylläpitäminen**

Paikallisohjaajan pätevyys ei vanhene. Jos henkilö kokee tarvetta lisäopastukselle tai kertaukselle, niin tulee hänen pyytää sitä esihenkilöltään. Tampereen Raitiotie Oy voi palveluntuottajien pyynnöstä järjestää kertauskoulutusta järjestelmään.

### **Pätevyyden rekisteri**

Pätevyyden omaavista sähköratakunnossapidon henkilöistä pidetään listaa Tampereen Raitiotie Oy:n pätevyysrekisterissä, joka on rakennettu M-Filesiin.

Vaunun kunnossapitäjä vastaa henkilökuntansa pätevyyksien rekisteröinnistä omalla työskentelyalueellaan korjaamohallissa.

## **SÄHKÖNSYÖTTÖÄ VALVOVAN KÄYTTÖPÄIVYSTÄJÄN PÄTEVYYS**

Käyttöpäivystäjän pätevyys hankitaan osallistumalla koulutukseen, joka sisältää perehdytyksen

- Tampereen Ratikan Sähkötajärjestelmäkuvaukseen (2h)
- Tampereen Ratikan Kaukokäyttö-ohjeeseen (3h)
- Tampereen Ratikan Jännitekatko-ohjeisiin (3h).

Näiden lisäksi käyttöpäivystäjällä tulee olla voimassa oleva Sähköturvallisuuskortti SFS 6002. Pätevyyden voi hankkia myös verkkokoulutuksena.

Jos henkilö ei ole sähköalan ammattihenkilö, niin tulee hänen tämän lisäksi suorittaa ennen perehdytystä sähkötekniikan perusteet (n. 40 h) ja harjoitella sähköradan ohjaamista opastetusti yhden vuoden ajan.

Tämän jälkeen käyttöpäivystäjä osaa valvoa sähköradan tilaa ja ohjata sähkörataa suunnitelluissa jännitekatkoissa ja hätäjännitekatkotilanteissa. Käyttöpäivystäjä saa antaa luvan maadoitusten tekemiseen sähköradalla ja palauttaa jännitteet maadoitusten purun tai vikatilanteen jälkeen.

Palveluntuottaja on vastuussa henkilökuntansa koulutuksen riittävyyden varmistamisesta ja pätevyyden valvonnasta.

### **Pätevyyden ylläpitäminen**

Liikennöitsijän Käyttöpäivystäjän pätevyys pysyy voimassa, jos henkilö toimii käyttöpäivystystyössä sata tuntia (100 h) kalenterivuodessa ja osallistuu Tampereen Raitiotie Oy:n järjestämiin kertauskoulutuksiin kerran vuodessa. Kertauskoulutukseen kuuluu tentti hätäjännitekatko-ohjeesta. Jos henkilö on estynyt osallistumaan kertauskoulutukseen, niin sen suorittamisesta sovitaan erikseen Tampereen Raitiotie Oy:n kanssa.

Tampereen Sähköverkot Oy huolehtii omien käyttöpäivystäjiensä pätevyyden ylläpitämisestä.

### **Pätevyyden rekisteri**

Pätevyyden omaavista liikennöinnin henkilöistä pidetään listaa Tampereen Raitiotie Oy:n pätevyysrekisterissä, joka on rakennettu M-Filesiin.

Takapäivystyksestä vastaava palveluntuottaja vastaa oman henkilökuntansa pätevyyksien rekisteröinnistä.