



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

EETU KOSKI

Tampereen raitiotien sähköradan jaksoerotus

SÄHKÖ- JA AUTOMAATIOTEKNIIKAN
KOULUTUSOHJELMA

2020

Tekijä(t) Koski, Eetu	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä 8 / 2020
	Sivumäärä 26	Julkaisun kieli Suomi
Julkaisun nimi Tampereen raitiotien sähköradan jaksoerotus		
Tutkinto-ohjelma Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusohjelma		
<p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli laatia Tampereen raitiotieallianssin kunnossapidolle mahdollisimman selkeät ja suomenkieliset asennus- ja kunnossapito-ohjeet raitiotien sähköradan jaksoerottimista.</p> <p>Opinnäytetyössä perehdyttiin ensin Tampereen raitiotien yleistietoon ja sen rakenteisiin. Tämän jälkeen perehdyttiin tarkemmin raitiotien jaksoerotinjärjestelmään.</p> <p>Opinnäytetyön loppuvaiheessa laadittiin asennus- ja kunnossapito-ohjeet Siemensin 8WL5570-1AF jaksoerottimelle. Ohjeistusta voidaan hyödyntää raitiotien kunnossapidossa, kun raitiotien liikennöinti alkaa.</p>		
Raitiovaunu, kunnossapito, asennus		

Author(s) Koski, Eetu	Type of Publication Bachelor's thesis	Date 8 / 2020
	Number of pages 26	Language of publication: Finnish
Title of publication Section insulation of the Tampere tramways electric track		
Degree programme Electrical and Automation Engineering		
<p>Purpose of this thesis was to make installation and maintenance instructions on section insulators for the maintenance unit of the Tampere tramway alliance. The instruction was made as clear as possible and in Finnish.</p> <p>The thesis first provides general information about the tramway in Tampere and the parts with in, and then introduces a little more about the section insulator system.</p> <p>At the end of the thesis, installation ja maintenance instructions have been made for Siemens 8WL5570-1AF section insulator. The instruction will be useful to the maintenance unit once the tramways traffic begins.</p>		
Tram, maintenace, installation		

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	5
2 NRC GROUP OY	6
2.1 Yritys	6
2.2 NRC Group Finland Oy	6
3 TAMPEREEN RAITIOTIE	7
3.1 Yleistä tietoa Tampereen raitiotiestä	7
3.1.1 Reitti	7
3.1.2 Raitiovaunun tiedot	8
3.2 Sähköratajärjestelmä	10
3.2.1 Sähkönsyöttöasema	10
3.2.2 Sähkönsyöttöpylväs	10
3.2.3 Ajojohdinjärjestelmä	10
4 JAKSOEROTINJÄRJESTELMÄ	11
4.1 Jaksoerotin	11
4.2 Jaksoerottimet Tampereen raitiotiellä	12
4.3 Jaksoerotinmallit	13
4.3.1 Arthur Flury LT1	14
4.3.2 Arthur Flury LN3	14
4.3.3 Siemens jaksoerotin kiintoajojohtimeen	15
4.3.4 Siemens jaksoerotin ajojohtimeen	15
5 SIEMENSIN 8WL5570-1AF JAKSOEROTTIMEN ASENNUSOHJE	16
5.1 Ennen asennusta tehtävät toimenpiteet	16
5.2 Jaksoerottimen asennus	17
5.3 Asennuksen jälkeinen tarkastus	20
6 JAKSOEROTTIMEN KUNNOSSAPITO-OHJE	21
6.1 Tarkistus	21
6.2 Ennalta ehkäisevä kunnossapito	21
6.3 Korjaushuolto	22
6.3.1 Jaksoerottimen eristysosan vaihto	23
7 YHTEENVETO	25

LÄHTEET

LIITTEET

1 JOHDANTO

Tampereella aloitettiin raitiotien rakennus vuonna 2017. Uuden raitiotien rakentaminen Suomeen on merkittävä ja mielenkiintoinen projekti, sillä raitiotietä ei ole rakennettu Suomessa Helsingin raitiotien jälkeen. Tässä opinnäytetyössä keskitytään raitiotien sähköratajärjestelmään. Opinnäytetyön tarkoituksena on tehdä tarkastelu Tampereen raitiotien sähköradan jaksoerotinjärjestelmään, sekä tehdä selkeät ja suomenkieliset asennus- ja kunnossapito-ohjeet kunnossapidolle hakkeella käytettävistä Siemensin jaksoerottimista. Opinnäytetyön tavoite on saada kattava paketti tietoa sähköradan jaksoerottimista raitiotien kunnossapidolle ja nopeuttaa mahdollisissa vikatilanteissa kuluvaa aikaa.

Tampereelle raitiotietä rakennetaan allianssimallilla. Hankkeen nimi on Raitiotieallianssi. Raitiotieallianssin muodostavat Tampereen kaupunki, Tampereen Raitiotie Oy, NRC Group Finland Oy, AFRY Finland Oy, Sweco Finland Oy ja YIT Suomi Oy, Raitiotieallianssissa tilaajaosapuolina toimivat Tampereen kaupunki sekä Tampereen Raitiotie Oy. Tämä opinnäytetyö tehdään NRC Group Finland Oy:lle. NRC Group Finland Oy vastaa hankkeella muun muassa sähköratatöistä, kuten ajojohtimien ja muiden kaapelien vedosta.

Työn rakenne on seuraava. Luvussa kaksi on hieman tietoa NRC Groupista. Luvussa kolme perehdytään Tampereen raitiotiehen ja sen sähköratajärjestelmään. Raitiotien jaksoerotinjärjestelmää käsitellään luvussa neljä. Luvut viisi ja kuusi sisältävät Tampereen raitiotieallianssin kunnossapidon käyttöön tulevat jaksoerottimen asennus- ja kunnossapito-ohjeet. Luvussa seitsemän on opinnäytetyön yhteenveto.

2 NRC GROUP OY

2.1 Yritys

NRC Group on pohjoismaiden johtava infra-alan toimija, joka työllistää noin 2000 työntekijää Norjassa, Suomessa, ja Ruotsissa. Suomessa työntekijöitä on noin 1000. Yrityksen keskeisiä liiketoimintoja ovat rakentaminen, kunnossapito ja materiaalipalvelut. Yrityksen tavoitteena on olla tulevaisuuden infra-alan halutuin yhteistyökumppani ja työnantaja. (NRC Groupin www-sivut 2020.)

NRC Group on perustettu vuonna 2011 ja sen kasvu on ollut merkittävää perustamisvuodesta lähtien. Yrityksen liikevaihto on noin 600 miljoonaa euroa, Suomessa noin 300 miljoonaa euroa. Yhtiön pääkonttori sijaitsee Lysakerissa, Oslolla. NRC Group on listattu Oslon pörssissä lyhenteellä ”NRC”. NRC Groupin toimitusjohtajana toimii Henning Olsen. (NRC Groupin www-sivut 2020.)

2.2 NRC Group Finland Oy

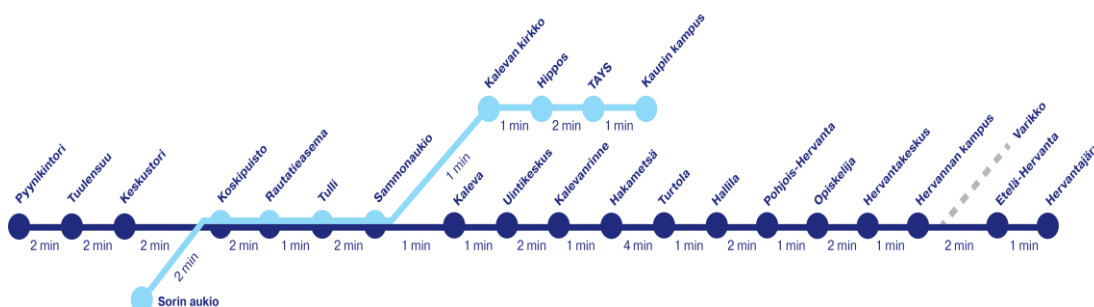
Norjalainen NRC Group Oy ja VR Track yhdistivät toimintansa vuonna 2018, jolloin VR Track muutti nimensä NRC Group Finland Oy:ksi. NRC Group Finlandilla on Suomessa monia mielenkiintoisia projekteja. NRC Group Finland Oy on mukana muun muassa Tampereen raitiotiehankeessa, Helsingin ja Espoon välisellä Raide-Jokerilla, Riihimäen sähköraatakalla, sekä Tampere-Seinäjoki-välin turvalaitteiden uusimisprojektilla. (NRC Groupin www-sivut 2020.)

3 TAMPEREEN RAITIOTIE

3.1 Yleistä tietoa Tampereen raitiotiestä

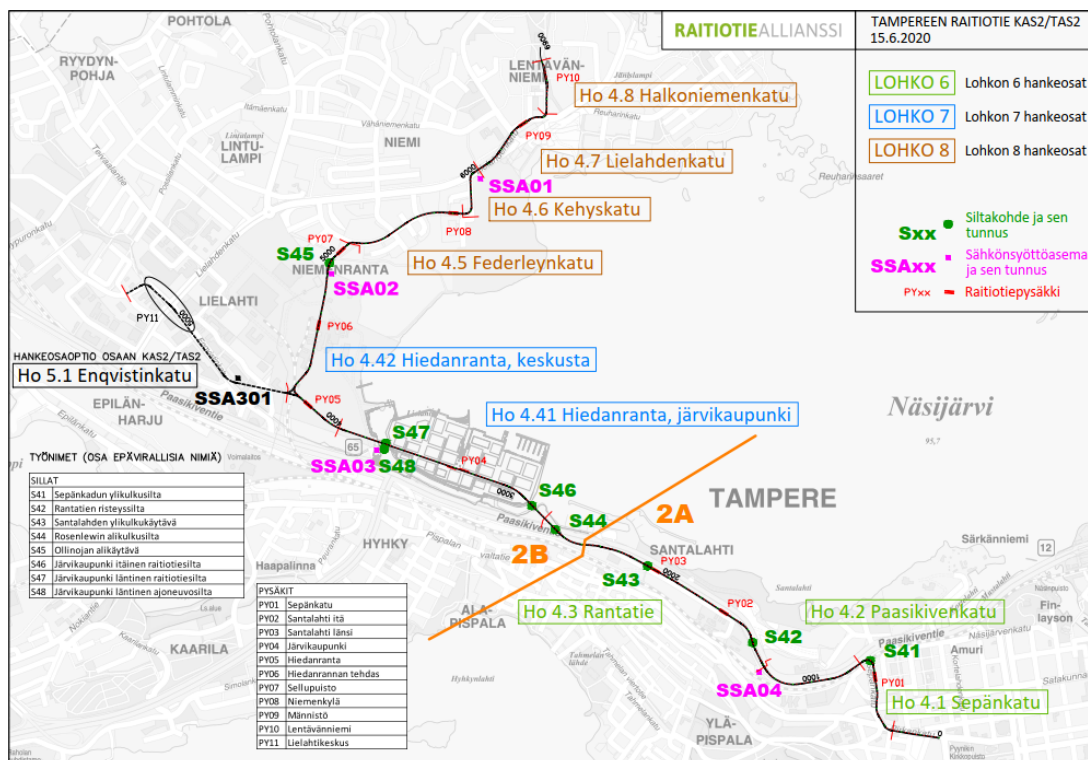
3.1.1 Reitti

Tampereen raitiotien rakennus koostuu kahdesta osasta. Raitiotien osaa yksi rakennetaan 2017-2021 ja se pitää sisällään Hervannan varikon, rataosuudet Hervannasta Pyynikintorille, sekä Tampereen yliopistolliselle sairaalalle ja hankkeen laajenuksena toteutettavan Hatanpään haaran. Liikennöinti osalla yksi alkaa vuonna 2021 (Kuva 1). (Tampereen ratikan www-sivut 2019.)



Kuva 1. Raitiotien reitti, osa 1 (Tampereen ratikan www-sivut 2019.)

Tampereen raitiotien osan kaksi toteuttamisesta päätetään Tampereen kaupunginvaltuustossa syksyllä 2020. Osan 2 suunnittelu on käynnissä ja rakentaminen on tavoitteena aloittaa toteutus päätöksen jälkeen vuoden 2020 loppupuolella. Rakentaminen on tavoitteena saada päätökseen vuonna 2024. Osa 2 sisältää rataosuuden Pyynikintorilta Lentävänniemeen, joka on tarkoitus toteuttaa kahdessa osassa: osa 2A Pyynikintorilta Santalahden ja osa 2B Santalahdesta Lentävänniemeen. Optiona on Enqvistinkadun haara Hiedanrannasta Lielahden keskusta (Kuva 2). (Tampereen ratikan www-sivut 2019.)



Kuva 2. Raitiotien reitti, osa 2 (Raitiotieallianssin sisäinen dokumenttipankki 2020.)

3.1.2 Raitiovaunun tiedot

Raitiovaunujen hankinnasta vastaa Tampereen Raitiotie Oy. Suomalainen Škoda Transtech Oy valmistaa raitiovaunut Tampereen raitiotielle. Tampereelle tilattiin 19 kappaletta ForCity Smart Artic X34 raitiovaunuja. Raitiovaunut ovat 37,3 metriä pitkiä ja 2,65 metriä leveitä. Istumapaikkoja vaunuissa on yhteensä 104. Raitiovaunun väri valikoitui tiilenpunaiseksi Tampereen ratikan nettisivuilla järjestetyn äänestyksen perusteella. (Tampereen ratikan www-sivut 2019.)

Raitiovaunu saa käyttövoimansa sen yläpuolella olevasta ajojohtimesta virroittimen välityksellä, ajojohtimien nimellisjännite on 750 VDC. Raitiovaunussa on kahdeksan vetävää akselia, joista jokaisessa on 70 kW moottori. Vaunujen kokonaisteho on 8 x 70 kW, eli 560 kW. (Tampereen ratikan www-sivut 2019.)

Raitiovaunun (Kuva 3) maksiminopeus on 80 km/h, mutta Tampereella tähän lukemaan ei päästä, sillä suurin sallittu liikennöinnin nopeus on 70 km/h. Ratikan liikennöinnin keskinopeus tulee olemaan 19–22 km/h, johtuen pysäkeillä tehtävästä vauhdin

alennuksesta, haastavista käänöksistä sekä kaupunkialueen rajoituksista (Kuva 4).
(Tampereen ratikan www-sivut 2019.)



Kuva 3. Raitiovaunu (Tampereen ratikan www-sivut 2019.)

Pääarvot	Škoda ForCity Smart Artic X34
Istumapaikat yhteensä / kiinteät / kääntöistuimet	104 / 64 / 40
Vapaa lattiatala	50.1 m ²
Matkustajakapasiteetti yhteensä seisovat matkustajat 4 / 5 / 6 per m ²	264 / 314 / 364
Pituus	37.3 m
Leveys	2.65 m
Korkeus	3.6 m
Taarapaino	56.8 t
Käyttöjännite	750 V
Sisääkäynnin nimelliskorkeus	350.0 mm
Lattian nimelliskorkeus	420.0 mm
Lattian korkeus teillaueella	500.0 mm
Sisääkäyntien lukumäärä (etuovet / keskiovet)	4 / 6
Sisääkäynnin mitat (etuovi keskiovi x korkeus)	800/1 300 x 2 000 mm
Pyörätuoli- / lastenvaunu- / polkupyöräpaikat	6 / 12 / 6
Raideleveys	1 435 mm
Akseliväli	1 800 mm
Pyörän halkaisija uusi / kulunut	Ø640/580 mm
Suurin sallittu akselipaino	10 t
Pienin kaarresäde	25 m
Pienin pystykaarresäde	250 m
Suurin nopeus / suurin liikennöintinopeus	80/70 km/h
Telikäytöt	4 yksikköä
Vetäviä aksleita	8 kaikki akselit vetävät
Ajomootoriteho	560 (8 x 70) kW

Kuva 4. Raitiovaunun tekniset tiedot (Tampereen ratikan www-sivut 2019.)

3.2 Sähköratajärjestelmä

Tampereen raitiotiellä on käytössä 750 VDC sähköistysjärjestelmä. Sähköratajärjestelmä koostuu sähkönsyöttöasemista, ratajohdon ajojohtimista, paluukiskosta, ajolangan kannatusrakenteista, pylväistä, erottimista ja eristimistä. Lisäksi rakenteeseen kuuluvat kaikki radan läheisyydessä sijaitsevien metallirakenteiden suojamaadoitusjohtimet.

3.2.1 Sähkönsyöttöasema

Tampereen raitiotien osilla 1 ja 2 tulee olemaan yhteensä 14 sähkönsyöttöasemaa, joista 10 on jo rakennettu osalla yksi, loput neljä sähkönsyöttöasemaa rakennetaan osalla kaksi. Jokainen sähkönsyöttöasema syöttää noin 1,6 km matkan. Raitiotien sähkönsyöttöasemat eroavat junaliikenteen syöttöasemista siten että raitiotiellä käytetään tasasähköä, joten syöttöasemilla on tasasuuntaajat. Jokaisella syöttöasemalla on päämuuntaja, joka kytketään ensiöpuolelta kaupungin jakeluverkkoyhtiön keskijänniteverkkoon. Toisiopuolelta päämuuntaja kytketään tasasuuntaajan kautta ajojohtimeen. Syöttöasemilla on myös omakäyttömuuntaja, jota käytetään syöttöaseman omaan kuormitukseen.

3.2.2 Sähkönsyöttöpylväs

Sähkönsyöttöasemalta tasasähkö kulkeutuu kaapeleita pitkin lähistöllä olevalle sähkönsyöttöpylväälle, mistä kaapelit nostetaan kaapelihyllyä pitkin ylös erottimelle. Erotin on mekaanisesti toimiva kytkinlaite, jota ohjataan raitiotiellä joko käsin tai sähköisesti käyttökeskuksesta. Erottimen ollessa kiinniasennossa sähkö jatkaa kulkuaan ajojohtimille.

3.2.3 Ajojohdinjärjestelmä

Ajojohdinjärjestelmä koostuu raitiotiellä ajolangasta ja ajolangan kannattimesta tai tukijohdosta. Ajolankana käytetään 120mm² Contact Wire CuAg kuparijohdinta. Ajolanka kiinnitetään ripustimilla kannattimeen, joka auttaa ajolankaa pysymään suorana

ja oikeassa korkeudessa. Kannattimen tehtävänä on myös kasvattaa ajojohdinjärjestelmän poikkipinta-alaa. Kannattimena ja tukijohtimena käytetään 70mm² kuparijohdinta. Siltojen alla tai halleissa käytetään myös kiintoajojohdinta, joka toimii kannatinlangan sijasta poikkipinta-alan kasvattajana.

4 JAKSOEROTINJÄRJESTELMÄ

4.1 Jaksoerotin

Jaksoerotin on laite, joka asennetaan ajojohdinjärjestelmään erottamaan kahta eri sähkönsyöttöväliä toisistaan siten, että siitä voidaan ajaa virroittimella läpi. Jaksoerottimien avulla voidaan katkaista sähkönsyöttö tietyltä väliltä niin, että syöttö ei katkea koko linjalta. Sähkönsyöttö on ajoittain suljettava alueittain vikatilanteissa ja huolto- toimia tehdessä. Jaksoerottimet ovat suunniteltu kestävämmän vaadittavat jännitteet, jota niihin kohdistuu sähkönsyötöstä. (Railsystemsin www-sivut 2015.)

Jaksoerottimet asennetaan Tampereen raitiotiellä syöttöpylvään kohdalle siten, että ajolankaan tuodaan syöttöpylväältä sähkönsyöttö jaksoerottimen kummallekin puolelle. Tampereen raitiotiellä suurimmalla osalla sähkönsyöttöpylväistä sähköä syötetään kaksisuuntaisesti. Muutamassa poikkeuksessa sähköä syötetään vain yhteen suuntaan.

Jaksoerottimen kummassakin päässä on kiinnike, joka mahdollistaa liitännän ajolankaan. Kiinnittimien välissä on eristetty osa, jonka läpi sähkö ei kulje. Tampereella käytettävissä jaksoerottimissa on myös yleisimmin ohjainkiskot, joiden ansiosta virroitin pääsee kulkemaan jaksoerottimen läpi, tällöin puhutaan siltaavasta jaksoerottimesta. Raitiotien varikon alueella on myös katkavia jaksoerottimia, joista ei voida ajaa läpi virroittimella tehot päällä. Alueilla, joissa ajolangan yläpuolella kulkee kannatin, käytetään jaksoerotinmallia, joka yhdistetään myös kannattimeen ripustimilla. Kannattimeen laitetaan näissä tapauksissa myös eristin väliin (Kuva 5).

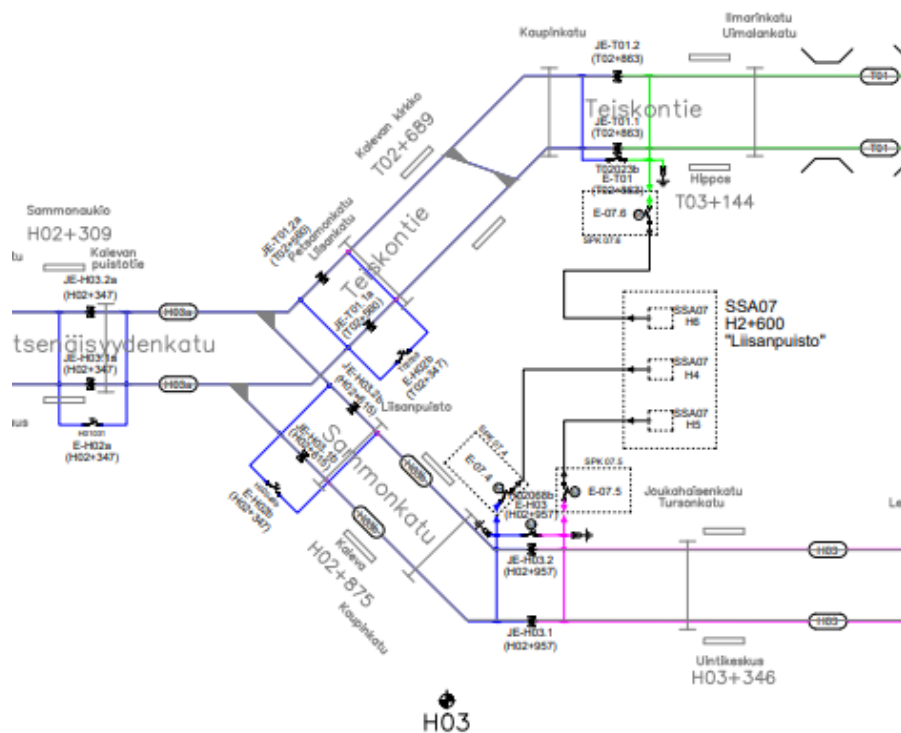


Kuva 5. Jaksoerotin asennettuna

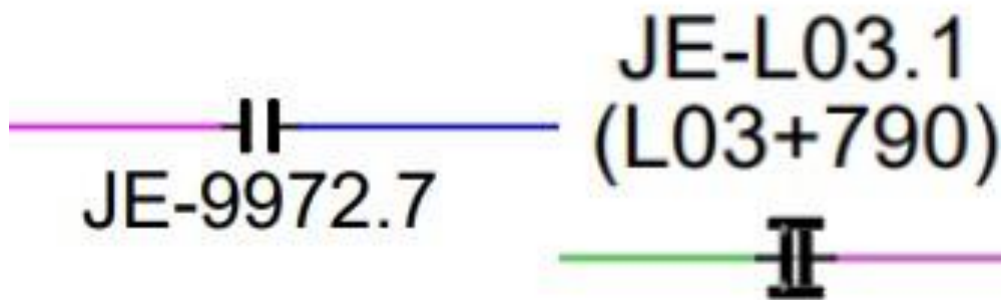
4.2 Jaksoerottimet Tampereen raitiotiellä

Tampereen raitiotielle on suunniteltu asennettavaksi yhteensä 80 jaksoerotinta. Vaiheelle yksi näistä asennetaan 62 kappaletta, joista Hervannan varikon alueelle 25. Vaiheelle kaksi jaksoerottimia asennetaan 18. Vaiheen yksi jaksoerottimista on asennettu 32 kappaletta.

Projektin tiedostoissa ja kuvissa jaksoerottimet on merkitty tunnuksilla JE-xxxx.x. Kuvasta 6 näkyy, miten jaksoerottimet ovat merkittyinä ryhmityskaaviossa. Erialaisten jaksoerottimien eri piirroskuvat näkyvät kuvassa 7.



Kuva 6. Esimerkkikuva jaksoerottimien sijoituksesta ryhmityskaavioon. (Raitiotieallianssin sisäinen dokumenttipankki 2018.)



Kuva 7. Jaksoerottimien piirrosmerkit, vasemmalla katkova ja oikealla siltaava. (Raitiotieallianssin sisäinen dokumenttipankki 2018.)

4.3 Jaksoerotinmallit

Tampereen raitiotiellä on tällä hetkellä käytössä neljää erilaista jaksoerotintyyppiä. Tyyppi valitaan ajonopeuden ja kannatustyypin mukaan eri vaiheille raitiotierataa.

4.3.1 Arthur Flury LT1

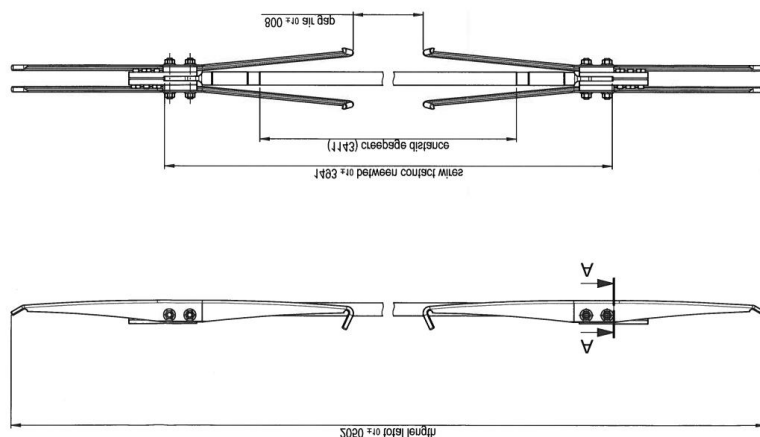
Arthur Fluryn Section Insulator LT1 (Kuva 8) mallia käytetään raitiotiellä keskustan alueella. LT1 soveltuu keskustaan hyvin matalan ajonopeuden ja pienen kokonsa ansiosta. Keskustassa ajojohtimen kannatinlanka kulkee ajojohtimen vieressä tukijohtimena, joten LT1 soveltuu sinne myös siksi, sillä se ei tarvitse kannattimen kannatusta. LT1 on siltaava jaksoerotin malli, joten siitä voidaan ajaa virroittimella tehot päällä läpi. (Arthur Fluryn www-sivut 2020.)



Kuva 8. Arthur Flury LT1 (Arthur Fluryn www-sivut 2020.)

4.3.2 Arthur Flury LN3

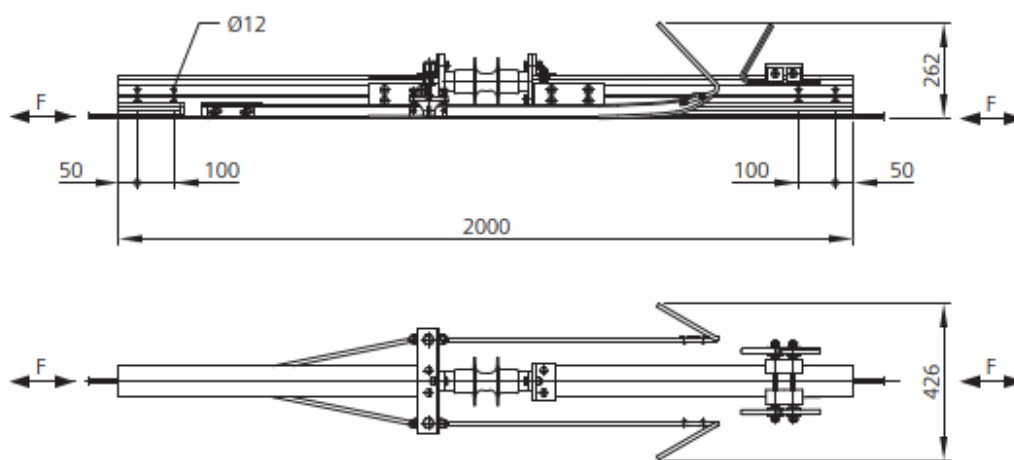
Tampereen raitiotien varikon alueella kulkee pelkkä ajojohdin ilman kannatinlankaa. Alueella käytetään Arthur Fluryn LN3 katkovia jaksoerottimia (Kuva 9). Katkovista jaksoerottimista ei voida ajaa tehot päällä läpi, sillä niiden ohjainkiskot eivät ole yhteydessä koko matkaa virroittimeen. LN3 soveltuu varikolle hyvin alhaisen ajonopeuden ja kannattimen puutteen takia.



Kuva 9. Arthur Flury LN3 (Raitiotieallianssin sisäinen dokumenttipankki 2018.)

4.3.3 Siemens jaksoerotin kiintoajojohtimeen

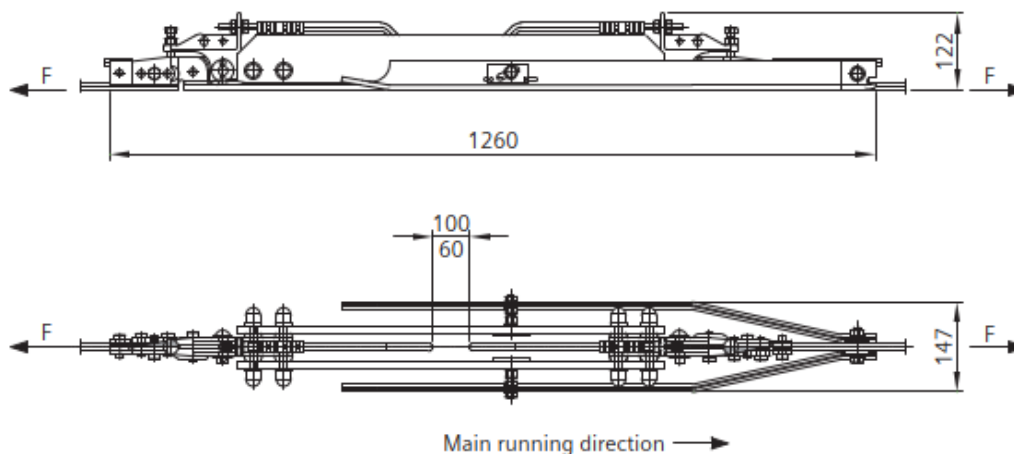
Varikon huoltohallissa on käytössä kiintoajojohdin, missä käytetään Siemensin kiintoajojohtimeen soveltuvaa siltaavaa jaksoerotinmallia, Siemens insulator for soffit conductor rail 3 Kv Dc (Kuva 10).



Kuva 10. Siemens Section insulator for soffit conductor rail 3 kV DC (Siemens Product Catalog 2012.)

4.3.4 Siemens jaksoerotin ajojohtimeen

Siemens Section Insulator Sicat 8WL5570-1AF (Kuva 11) on Tampereen raitiotien linjaosuudella yleisimmin käytetty siltaava jaksoerotin suuren läpiajonepeuden ansiosta. Jaksoerotin läpi voidaan ajaa tehot päällä enintään 80 km/h nopeudella. Jaksoerotinta käytetään paikoissa, missä kannatin tukee ajojohdinta sen yläpuolella.



Kuva 11. (Siemens, Section Insulator Sicat 8WL5570-1AF, Operating Instructions 2012.)

5 SIEMENSIN 8WL5570-1AF JAKSOEROTTIMEN ASENNUSOHJE

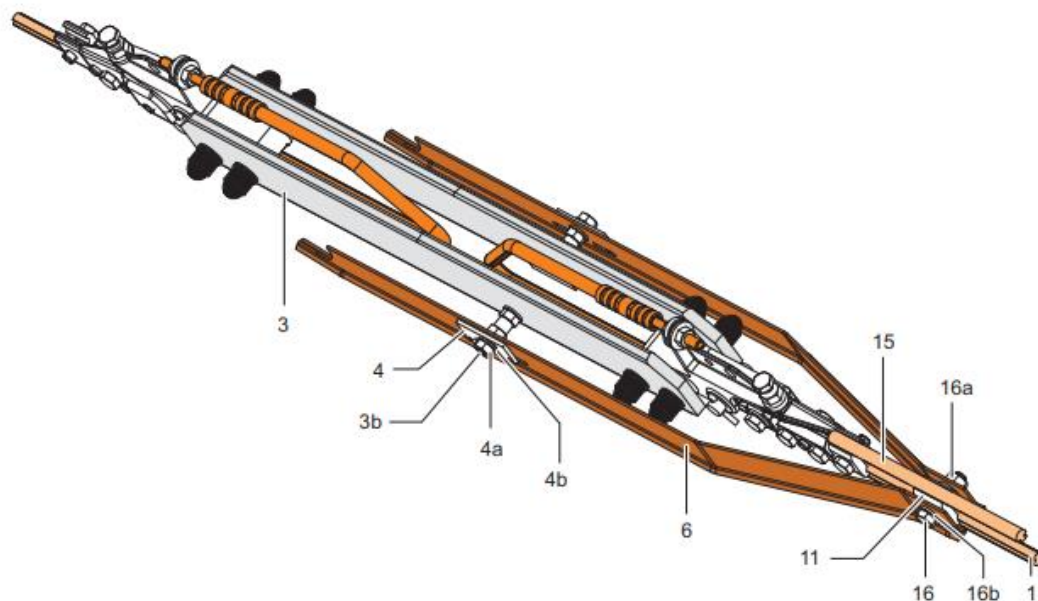
5.1 Ennen asennusta tehtävät toimenpiteet

Ennen jaksoerottimen asennusta tulee todeta ajojohdinjärjestelmän jännitteettömyys ja asentaa työmaadoitukset. Jaksoerottimesta (Kuva 12) tulee ennen asennusta irrottaa ohjainkiskot (6).

Ohjainkiskot irrotetaan seuraavassa järjestyksessä:

1. Avataan pultiliitos ohjainkiskojen (6) ja kiinnitysleukojen (11) väliltä. Poistetaan M10 mutteri (16a), aluslevy (16b), pultti (16) ja kiinnitysleuat.
2. Avataan ohjainkiskojen (6) ja eristysosan (3) väliltä M10 pulstin (3b) kiristys. Poista M10 mutterit (4a), aluslevyt (4b) ja säätölevyt (4).
3. Otetaan ohjainkiskot (6) pois pulteista (3b).

(Siemens, Section Insulator Sicat 8WL5570-1AF, Operating Instructions 2012)

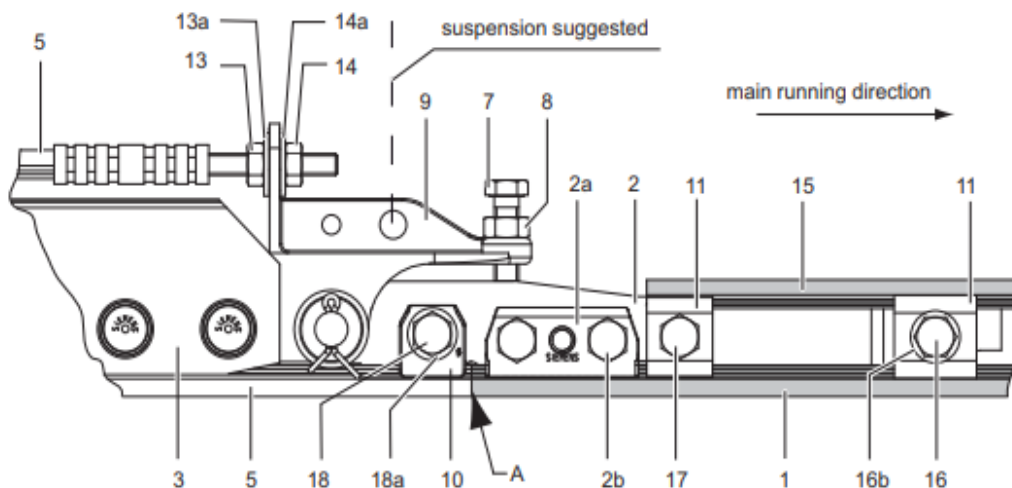


Kuva 12. Jaksoerotin osat 1 (Siemens, Section Insulator Sicat 8WL5570-1AF, Operating Instructions 2012.)

5.2 Jaksoerotin asennus

Kun ennen asennusta tehtävät toimenpiteet on tehty, asennus aloitetaan seuraavassa järjestyksessä:

1. Asennetaan 1,5 kV eristin kannatinlankaan siten, että kannatinlangan kumpaankin päähän kiinnitetään kiilapesä. (Kuva 5)
2. Kiinnitetään kannatinlankaan ripustimet. (Kuva 5)
3. Asetetaan jaksoerotin ajolangan (1) päälle haluttuun asennuskohtaan siten, että kiristyspidike (2) on suoraan ajolangan päällä. Varmista että kiristysleuat (2a) kiinnittyvät kunnolla ajolangan profiiliin. Kiristetään kevyesti kuusioruuvit (2b).
4. Avataan säätöruuveja (7) niin kauan kunnes ne eivät enää ota kiinni kiristyspidikkeeseen (2).
5. Kiinnitetään kannatinlangasta tulevat ripustimet jaksoerottimeen ”suspension suggested” kohtaan (Kuva 13).
6. Säädetään ajolangan korkeutta karkeasti, ettei jaksoerotin jää roikkumaan.



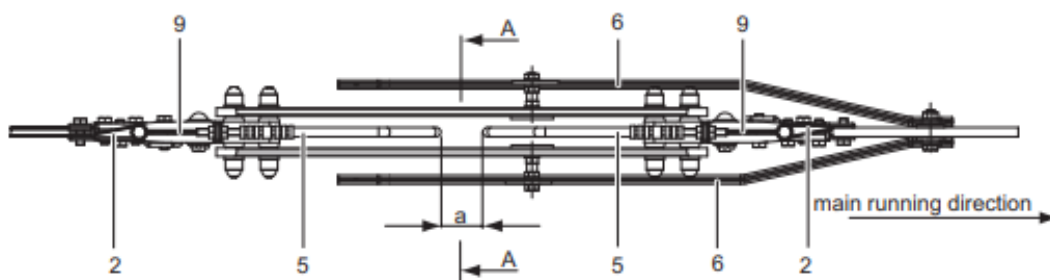
Kuva 13. Jaksoerottimen osat 2 (Siemens, Section Insulator Sicut 8WL5570-1AF, Operating Instructions 2012.)

7. Kiristetään M12 kuusioruuvit (2b) kiristysleukoihin (2a) keskimmäisetä aloittaen, vuorottelemalla puolelta toiselle. Kiristetään kuusioruuvit 56 Nm momenttiin.
8. Kiristetään säätöruuveja (7) käsin niin kauan, että ne osuvat kiristyspidikkeeseen (2) turmelematta sitä.
9. Varmistukseksi kiristetään kuusioruuvit (2b) kiristysleukoihin (2a) uudelleen 56 Nm momenttiin.
10. Katkaistaan ajolanka jaksoerottimen kummaltakin puolelta sahaamalla sahausloven (A) kohdalta.
11. Poistetaan sahauksesta aiheutuvat jäysteet.
12. Tarkistetaan, että jaksoerotin, kiristyspidikkeet ja ajolanka ovat samansuuntaisesti linjassa. Kiristetään säätöruuveja (7) jos tarpeellista.
13. Kiinnitetään säätöruuvit (7) M12 kuusiomutterilla (8) 56 Nm kiristysmomenttiin.

Seuraavissa asennusvaiheissa käytetään erikseen tilattavia sovituspaloja (5), joita ei ole tilattu Tampereen raitiotielle. Tampereella sovituspalat on tehty itse taivuttamalla ajolangan pätkästä asennukseen sopiva pala, eikä niissä käytetä kuusiomuttereita 13 ja 14. Asennusohjeessa on kuitenkin ohjeet sovituspalojen (5) asennukselle, jos niitä tullaan tulevaisuudessa tilaamaan.

14. Avataan yksi M10 kuusiomutteri (14) sovituspaloista (5) ja poistetaan yksi jousialuslevy (14a) kummaltakin puolelta.

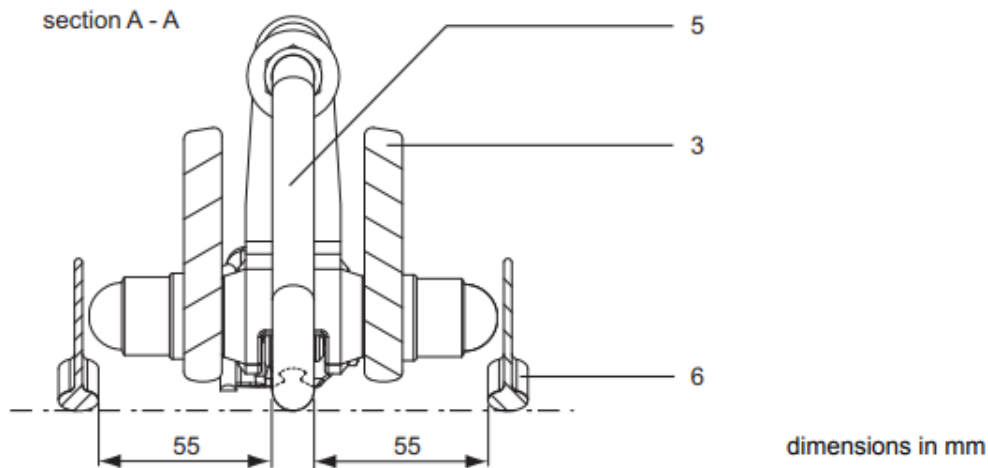
15. Pyöritetään jäljelle jäävät kuusiomutterit (13) sovituspalojen (5) kierteiden päihin. Kummassakin sovituspalassa on yksi jousialuslevy (13a).
16. Asennetaan sovituspalat (5) tuomalla ne jaksoerottimen keskeltä kierteinen pää kiristysrungon (9) holkkiin ja toinen pää kaksois-kiristysleualle (10).
17. Sovituspalojen pitää olla kosketuksessa ajolankaan jaksoerottimen alaosassa. Sovituspalojen tulee jäädä 60mm (a) matkan päähän toisistaan (Kuva 14).



Kuva 14. Jaksoerottimen osat 2 (Siemens, Section Insulator Sicat 8WL5570-1AF, Operating Instructions 2012.)

18. Asetetaan jousialuslevy (14a) sovituspalan (5) kierteiseen päähän ja sovita M10 kuusiomutteri (14).
19. Säädetään tarvittaessa sovituspaloja (5) kiristysrungon (9) holkissa olevilla kuusiomuttereilla (13 ja 14) ja liikuttelemalla kaksois-kiristysleukaa (10) pystysuunnassa siten, että sovituspalat ovat linjassa katkaistun ajolangan kanssa.
20. Tarkistetaan vatupassilla, että sovituspalojen (5) ja katkaistun ajolangan liitoskohdassa ei ole porrastusta.
21. Avataan M12 kuusiopultti (18) kaksois-kiristysleuasta (10).
22. Kiristetään M10 kuusiopultit (13 ja 14) kiristysmomenttiin 16 Nm.
23. Tasoitetaan sovituspalojen (5) ja ajolangan liitoskohta.
24. Tehdään ajolangasta suora jaksoerottimen vahvistukseen tarkoitettu 1000mm pätkä (15) ja asennetaan se jaksoerottimen toisessa päässä sijaitseviin leukoihin (11).
25. Laitetaan ohjainkiskot (6) takaisin paikalleen.
26. Asetetaan säätölevyt (4), sekä aluslevyt (4b) pultteihin (3b) niin, että säätölevyjen ohjauspalat osuvat ohjainkiskojen (6) pitkulaisiin reikiin.

27. Sovitetaan kummankin ohjainkiskon (6) päät kiristysleukoihin (11) ja asennetaan kuusiopultti (16), aluslevy (16b) ja kuusiomutteri (16a).



Kuva 15. Jaksoerotin osat 3 (Siemens, Section Insulator Sicat 8WL5570-1AF, Operating Instructions 2012.)

28. Säädetään ohjainkiskojen (6) korkeutta siirtämällä säätölevyjä (4) siten, että ohjainkiskot ja sovituspalat (5) ovat samalla korkeudella tasaisesti jaksoerotin keskikohdassa (Kuva 15).
29. Säädetään jaksoerotin haluttuun korkeuteen raiteiden pinnasta säätämällä kannatinlangasta roikkuvia ripustimia.
30. Lopuksi kiristetään pulttiliitokset määriteltyihin kireyksiin.
(Siemens, Section Insulator Sicat 8WL5570-1AF, Operating Instructions 2012)

5.3 Asennuksen jälkeinen tarkastus

Asennuksen jälkeen jaksoerottimelle tehdään silmämääräinen tarkastus. Silmämääräisessä tarkastuksessa tarkistetaan, että laitteessa ei näy mitään epämääräistä, erityisesti tulee tarkistaa, ettei pulttiliitoksia ole jäänyt kiristämättä, jaksoerotin on vaakatasossa ajolankaan nähden ja että ripustimet ovat oikean pituiset ettei jaksoerotin roiku. (Siemens, Section Insulator Sicat 8WL5570-1AF, Operating Instructions 2012)

Silmämääräisen tarkastuksen jälkeen jaksoerottimen läpi voidaan ajaa virroittimella ensin hiljaista vauhtia. Virroittimen tulisi kulkea jaksoerottimen läpi tasaisesti. Tämän jälkeen kokeillaan ajaa jaksoerottimen läpi paikasta riippuvalla maksiminopeudella. (Siemens, Section Insulator Sicut 8WL5570-1AF, Operating Instructions 2012)

6 JAKSOEROTTIMEN KUNNOSSAPITO-OHJE

6.1 Tarkistus

Tarkistus tehdään viikko jaksoerottimen asennuksen jälkeen. Jaksoerottimen positio tarkistetaan ja tehdään tarvittavat korjaukset. Pulttiliitokset, erityisesti ajolangassa kiinni olevat, kiristetään niille soveltuvaan kiristysmomenttiin. Tarkistuksia tulee tehdä tämän jälkeen kerran vuodessa. (Siemens, Section Insulator Sicut 8WL5570-1AF, Operating Instructions 2012)

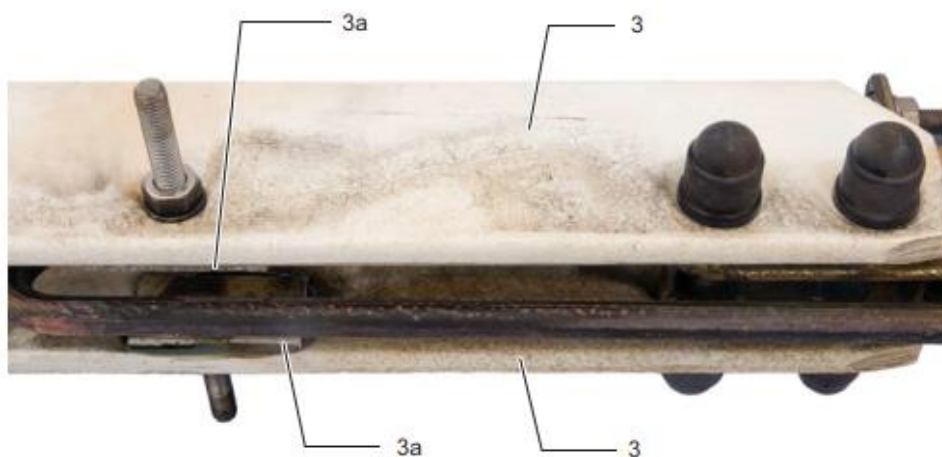
6.2 Ennalta ehkäisevä kunnossapito

Ennalta ehkäisevää kunnossapitoa on tehtävä kerran vuodessa. Ennalta ehkäisevässä kunnossapidossa tulee tarkistaa jaksoerottimen kiinnitys ja pulttiliitokset.

Ehkäisevänä toimenpiteenä jaksoerottimen eristysosasta (3) puhdistetaan hiilikertymät kummaltakin puolen. Kuvassa 16 jaksoerottimen eristysosassa (3) näkyy hiilikertymää. Hiilikertymät puhdistetaan pyyhkimällä ne rätillä ja vedellä. Puhdistuksessa ei saa käyttää erityisosa (3) naarmuttavia työvälineitä. Kuvassa 17 puhdistettu jaksoerotin. (Siemens, Section Insulator Sicut 8WL5570-1AF, Operating Instructions 2012)



Kuva 16. Esimerkkikuva jaksoerotin eristysosasta, missä on hiilikertymä. (Siemens, Section Insulator Sicat 8WL5570-1AF, Operating Instructions 2012.)



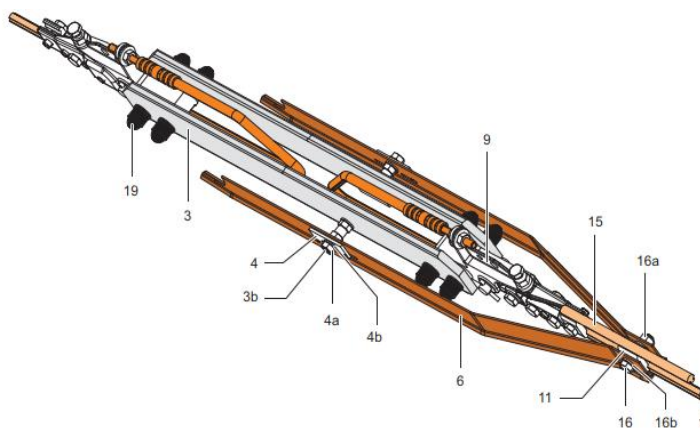
Kuva 17. Esimerkkikuva puhdistetusta jaksoerotin eristysosasta. (Siemens, Section Insulator Sicat 8WL5570-1AF, Operating Instructions 2012.)

6.3 Korjaushuolto

Jaksoerotimet kuluvat käytön aikana. Virroitin kuluttaa jaksoerotimen läpi kulkiesaan sovituspaloja (5) ja ajolankaa. Kuluneen näköiset osat tulee korvata uusilla. (Siemens, Section Insulator Sicat 8WL5570-1AF, Operating Instructions 2012)

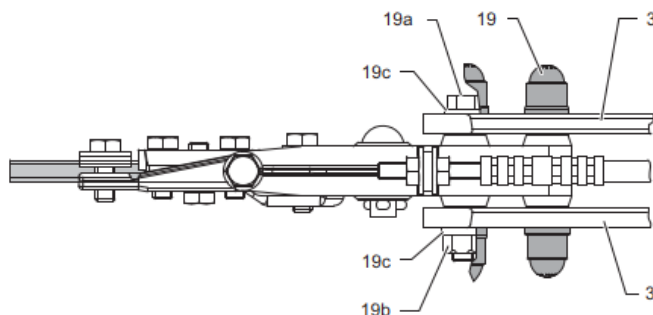
6.3.1 Jaksoerottimen eristysosan vaihto

Jaksoerottimen (Kuva 18) eristysosat tulee vaihtaa aina pareittain seuraavien ohjeiden mukaan (Kuva 19):



Kuva 18. Jaksoerottimen osat 4. (Siemens, Section Insulator Sicat 8WL5570-1AF, Operating Instructions 2012.)

1. Poistetaan ajolangan jännitys jaksoerottimen kohdalta vaijeritaljan ja vetosamakkoiden avulla.
2. Avataan pultiliitos (16), ohjainkiskojen (6) ja puristusleukojen (11) väliltä.
3. Poistetaan M10 kuusiomutteri (4a) pulteista (3b), jonka jälkeen poistetaan aluslevyt (4b) ja säätölevyt (4).
4. Poistetaan varovasti ohjainkiskot (6) pulteista (3b) ja siirretään ohjainkiskoja alaspäin, jotta saadaan käsiteltyä helpommin eristysosan (3) pultiliitoksia.
5. Poistetaan kahdeksan suojakupua (19) eristysosien (3) ja kiristysrungon (9) väliltä.



Kuva 19. Jaksoerottimen osat 4. (Siemens, Section Insulator Sicat 8WL5570-1AF, Operating Instructions 2012.)

6. Avataan ja poistetaan neljä kuusiomutteria (19b) ja muovisia aluslevyä (19c).
7. Vedetään ensimmäinen eristysosa (3) pois kiristysrungosta (9) siltä puolelta, mistä mutterit on poistettu.
8. Seuraavaksi poistetaan toisen puolen eristysosa (3), sekä pultit (19a). Tarkistetaan, voidaanko vanhoja pultteja, aluslevyjä ja muttereita käyttää uudelleen.
9. Otetaan ensimmäinen uusi eristysosa (3) ja asetetaan kaksi M12 pulttia (19a), sekä muovisia aluslevyjä (19c) kahteen eristysosan (3) reikään.
10. Asetetaan ensimmäinen eristysosa pultteineen paikalleen jaksoerottimen yhdelle puolelle.
11. Asetetaan toinen eristysosa (3) vastaavanlaisesti jaksoerottimen toiselle puolelle pultteihin (19a).
12. Liitetään pulttiliitokseen muoviset aluslevyt (19c) ja mutterit (19b) ja kiristetään kevyesti.
13. Kiinnitetään eristysosien toiset päädyt samalla kaavalla kuin kohdissa 9-12.
14. Säädetään eristyspalat (3) siten, että ne ovat samansuuntaisesti toistensa kanssa ja kiristetään pulttiliitokset kiristysmomenttiin 56 Nm.
15. Asetetaan kahdeksan suojakupua (19) takaisin pulttiliitosten suojaksi.
16. Nostetaan ohjainkiskot (6) aluslevyineen takaisin paikoilleen.
17. Sovitetaan säätölevyt (4) paikoilleen ohjainkiskojen pitkulaisiin reikiin.
18. Asennetaan aluslevyt (4b) ja mutterit (4a) pultteihin (3b), ja kiristetään kevyesti.
19. Kiinnitetään pulttiliitos (16) takaisin paikoilleen.
20. Suoristetaan ja tasataan ohjainkiskot (6) siten, että ne ovat samansuuntaisesti toistensa kanssa ja samalla korkeudella ajolangan kanssa.
21. Varmistuksena kiristetään kaikki pulttiliitokset haluttuihin kiristysmomenteihin.
22. Lopuksi poistetaan kiristys vaijeritaljalta ja vetosammakoilta ja otetaan ne pois ajolangasta.

(Siemens, Section Insulator Sicat 8WL5570-1AF, Operating Instructions 2012)

7 YHTEENVETO

Opinnäytteen tarkoituksena oli käydä läpi yleistietoa Tampereen raitiotiestä ja siihen kuuluvista osista. Työn tärkein tavoite oli kuitenkin avata raitiotien jaksoerotinjärjestelmää ja selkeyttää jaksoerottimien monimutkaisia asennus- ja kunnossapito-ohjeita.

Opinnäytetyötä tehdessä oma kokemus jaksoerottimien asennuksesta auttoi paljon ohjeiden selkeyttämiseen. Ohjeet tulevat olemaan hyödyllisiä raitiotien kunnossapitoalianssin aloittaessa raitiotien mahdolliset vikakorjaukset ja vuosihuollot. Opinnäytetyöstä tulee olemaan myös hyötyä vielä rakentamattomilla rataosuuksilla.

LÄHTEET

Arthur Flury'n www-sivut. Viitattu 14.8.2020. <https://www.aflury.ch/en/home/>

NRC-Groupin www-sivut. Viitattu 1.4.2020. <https://nrcgroup.fi/>

Railsystemsin www-sivut. Viitattu 13.4.2020. <http://www.railsystem.net/>

Raitiotieallianssin OneDrive, 2018, Raitiotieallianssin sisäinen dokumenttipankki. Viitattu 14.8.2020.

Siemens Product Catalog 2012. Viitattu 14.8.2020.

Siemens, Section Insulator Sicat 8WL5570-1AF, Operating Instructions 2012. Viitattu 14.4.2020

Tampereen ratikan www-sivut. Viitattu 3.4.2020. <https://www.tampereenratikka.fi/>