

Määttä Kim

**KÄYTTÖ- JA SUOJAMAADOITUKSEN
DOKUMENTAATIO RATAVERKOSSA**

**Opinnäytetyö
CENTRIA- AMMATTIKORKEAKOULU
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Helmikuu 2015**

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Yksikkö Ylivieskan yksikkö	Aika Helmikuu 2015	Tekijä/tekijät Kim Määttä
Koulutusohjelma Sähkötekniikka		
Työn nimi Käyttö- ja suojamaadoituksen dokumentaatio rataverkossa		
Työn ohjaaja Jari Halme		Sivumäärä 22+7 liitettä
Työelämäohjaaja Leo Tuppurainen		
<p>Rataverkoston käyttö- ja suojamaadoituksista luotiin yhtenäinen Excel-taulukko, johon kerättiin tiedot useasta eri lähteestä. Aiemmin Liikennevirastolla ei ole ollut yhtenäistä tietokantaa maadoituksista. Opinnäytetyössä kehitettiin työkalu, jota voidaan käyttää muun muassa rataverkon tarkistuskävelyissä apuna.</p>		
Asiasana käyttömaadoitus, rataverkko, suojamaadoitus		

ABSTRACT

CENTRIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES Ylivieska Unit	Date February 2015	Author Kim Määttä
Degree programme Electric Engineering		
Name of thesis Documentation of protective earthing and system earthing on railways		
Instructor Jari Halme	Pages 22+7 appendixes	
Supervisor Leo Tuppurainen		
<p>Different sources were used for gathering information about protective earthing and system earthing in the railways and based on those a uniform Excel-chart was created. Until now Liikennevirasto has not had one uniform database about earthing. In this thesis a tool, which can be used, for example, when railroads are inspected visually by walking them trough was created.</p>		
Key words protective earth, railway, system earth		

KÄSITTEET

Ajojohdin	Ajolangan ja kannattimen tai vain ajolangan muodostama johdin
M-johdin	Yleensä ilmassa oleva maadoitusjohdin, jota käytetään ratajohtopylväiden ja muiden rakenteiden maadoittamiseen paluukiskoon
Paluujohdin	Paluuvirtaa varten oleva johdin, joka liitetään paluukiskoon jokaisen imumuuntajavälin keskivaiheilla
Paluukisko	Paluuvirtatien osana toimiva metallisesti yhtenäinen rataskisko
Pystyelektrodi	Pystyyn asennettava elektrodi, jolla vakaampi maadoitusresistanssi, yleensä kuparipintainen terästanko
Ryhmityskaavio	Kaaviollinen esitys tietyn rataosan raiteiden jakaantumisesta sähköradan kytkentäryhmiin
Vaakaelektrodi	Asennetaan kaapeliojiin tai aurataan maahan, jolloin upotussyvyys alle metrin ja alttiina roudan vaikutuksille
Varmistettu maadoitus	Vähintään kahdella maadoitusjohtimella tehty maadoitus (yksinäänkin täyttävät sähköiset ja mekaaniset vaatimukset)
Vastajohdin	Johdin, jossa samansuuruinen mutta vastakkaisvaiheinen jännite maata vasten verrattuna ajojohtimeen 2x25 kV järjestelmässä

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KÄSITTEET

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 SUOMEN RATAVERKKO	3
2.1 Rataverkon historia	3
2.2 Liikennevirasto	4
2.3 VR Track Oy	4
3 MAADOITUS	6
3.1 Maadoituksen tarkoitus	6
3.2 Käyttömaadoitus	7
3.3 Suojamaadoitus rataverkossa	8
4 DOKUMENTIT KÄYTÖSSÄ	12
4.1 Dokumentointi tällä hetkellä	12
4.2 Kävelytarkastus	14
5 DOKUMENTOINTI EXCEL-TAULUKKON	15
6 YHTEENVETO	19
LÄHTEET	23
LIITTEET	

1 JOHDANTO

Suomessa rataverkolla suoritetaan keväisin niin sanottu kävelytarkastus, jonka yhteydessä tarkastetaan radan kunto kaikilta osilta. Käyttö- ja suojamaadoitusten tarkastus kuuluu oleellisena osana tarkastukseen. Siinä tarkastetaan maadoitusjohtimien mekaaninen kunto, kiinnitykset ynnä muut vastaavat, joilla on merkitystä toimivan maadoituksen kannalta. Maadoituksista on olemassa rakennusai- kaiset maadoitusluettelot (paperidokumentit) 1980-luvulta, jotka eivät sisällä sähköra- taan kuulumattomia maadoituksia, kuten turvalaitejärjestelmien suojamaa- doituksia.

Aiheen, jonka Liikenneviraston kunnossapitopäällikkö Markku Granlund hyväk- syi toteutettavaksi, esitteli minulle opinnäytetyön teknisenä asiantuntija toiminut Ramboll CM Oy:n sähkötekniikan asiantuntija Pekka Riikonen. Työelämäohjaaja- na toimi projektipäällikkö Leo Tuppurainen, VR Track Oy:stä.

Opinnäytetyön tavoitteena on laatia Liikennevirastolle ja edelleen VR Track Oy:lle rataosan 1901 ”Ylivieskan liikennepaikka ja Ylivieska – Kangas linjaosuus” esi- merkiksi Excel – formaatissa olevat maadoitusluettelot, jotka sisältävät sekä säh- körata- ja vahvavirtajärjestelmien että turvalaitejärjestelmien käyttö- ja suojamaa- doitukset. Maadoitukset kirjataan luetteloon kasvavien ratakilometrien mukaan – ratakilometrit alkavat Helsingistä edeten pohjoisen suuntaan. Tämän työkalun avulla helpotetaan kävelytarkastajien työtä ja nopeutetaan mahdollisia korjaus- toimenpiteitä. Työn pohjaa on tarkoitus soveltaa käytettäväksi koko rataverkko- alueella.

Opinnäytetyön ensimmäisessä pääluvussa käsitellään rataverkon historiaa Suomessa ja esitellään työn tilaaja Liikennevirasto sekä toteuttaja VR Track Oy. Toisessa pääluvussa kerrotaan maadoituksesta ja mikä on sen tarkoitus sekä maadoituksesta rataverkon alueella. Tässä opinnäytetyössä käsitellään lähinnä suojamaadoituksia. Kolmannessa pääluvussa tuodaan esiin millaisia ja mihin dokumentteja käytetään tällä hetkellä ja millaisia ongelmia käytössä ilmenee. Neljäs pääluku käsittelee Excel-taulukon tekoa ja sen ominaisuuksia ja viimeiset kaksi päälukua käsittelevät opinnäytetyön onnistumista ja esille nousseita kehityskohtia. Liikennevirasto on teettänyt ja teettää tälläkin hetkellä useampia opinnäytetöitä, joiden tarkoituksena on päivittää erilaisia vanhoja paperi- ja pdf-tiedostoja sähköiseen muotoon.

Työssä on käytetty päälähteenä Liikenneviraston www-sivuja, josta löytyvät kaikki rataverkkoon liittyvät ohjeet sekä Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry:n julkaisemaa Maadoituskirja teosta. Liikenneviraston ohjeet perustuvat Trafin määräyksiin.

2 SUOMEN RATAVERKKO

2.1 Rataverkon historia

Ennen päätöstä aloittaa rataverkon suunnittelu ja toteuttaminen, käytiin 1800-luvun puolivälissä kovaa vääntöä rataverkon rakentamisen ja kanavaverkoston laajentamisen välillä. Aikansa tunnetuin henkilö nykyään, joka vahvasti kannatti suunnitelmia rakentaa Suomeen rataverkko, oli J.V. Snellman. Ensimmäinen suunnitelma rautatiestä valmistui vuonna 1851 välille Helsinki-Hämeenlinna ja rakentaminen käynnistyi 1857. Rataosuus avattiin virallisesti 17. maaliskuuta vuonna 1862 ja siitä tuli päärata. Päärata kulkee nykyään reittiä Helsinki-Hämeenlinna-Tampere-Seinäjoki-Kokkola-Ylivieska-Oulu.

Alussa liikennöitiin höyryvetureilla ja ensimmäiset dieselveturit otettiin Suomessa käyttöön 1958. Vuonna 1962 hyväksyttiin sähköistyksen ensimmäinen vaihe välille Helsinki-Kirkkonummi ja 26. päivä tammikuuta vuonna 1969 ajettiin ensimmäinen virallinen sähköjunavuoro kyseisellä välillä. Liikennöityä rataverkkoa on nykyään 5944 kilometriä, joista 3073 kilometriä on sähköistetty (LIITE 1). Rataverkkoa alettiin sähköistää suhteellisen myöhään vasta 1960-luvulla. Tälläkin hetkellä on käynnissä radan sähköistystöitä. Myöhäisen aloittamisen hyötynä on modernin 25 kV ja 50 Hz:n tekniikan saaminen käyttöön. (VR 2014.)

Sähköenergia, jota sähköistetty rata käyttää, tulee 110 kV:n kantaverkosta. Syöttöasemat syöttävät 25 kV, 50 Hz yksivaihejännitteen (25 kV järjestelmä, LIITE 2) ajojohtimeen tai edellisen lisäksi vastakkaisvaiheinen -25 kV, 50 Hz yksivaihejännite vastajohtimeen (2x25 kV järjestelmä, LIITE 3). Liikennöinnin varmistamiseksi ratajohto on ryhmitelty (erottimia, erotuskenttiä ja ryhmityseristimiä käyttäen) niin, että ryhmiä tai erillisiä raiteita voidaan kytkeä jännitteettömiksi (LIITE 4). Syöttö-

asemalta tulee teho, jonka sähkövetokalusto tarvitsee. Käyttökeskus ohjaa sähköisten laitteiden toimintaa. Kiskoista toinen tai kumpikin toimii paluuvirtatien osana, josta käytetään nimitystä paluukisko. (Liikennevirasto 2015.)

2.2 Liikennevirasto

Rataverkon omistaa Suomen valtio ja sen kunnossapidosta sekä kehittämisestä vastaa Liikenne- ja viestintäministeriön alainen vuonna 2010 toimintansa aloittanut Liikennevirasto (Ratahallintokeskus, Tiehallinto ja Merenkulkulaitos sulautuivat yhdeksi organisaatioksi). Aiemmin rataverkon ylläpito, kehittäminen ja rakentaminen kuuluivat Ratahallintokeskukselle. Liikennevirasto kilpailuttaa neljään osaan jaetun rataverkon isännöinnin viiden vuoden välein. Tällä hetkellä isännöitsijöinä toimivat RR Management Oy ja Ramboll CM Oy. Isännöitsijä valvoo, että kunnossapitoprojektit toteutetaan olemassa olevien ratateknisten ohjeiden mukaisesti. Radan sähkörata- ja vahvavirtajärjestelmien kunnossapito kilpailutetaan erikseen viiden vuoden välein neljällä eri käyttökeskusalueella. Liikennevirasto toimii tämän opinnäytetyön tilaajana.

2.3 VR Track Oy

VR Track Oy on osa VR Groupia, joka on kokonaisuudessaan Suomen valtion omistama ja asiakkaina on muun muassa satamia, kuntia, valtio sekä yrityksiä, jotka tarvitsevat infrarakentamisen tai rautatiepalveluja. Palvelutarjonta kattaa koko elinkaaren alkaen suunnittelusta ja päättyen kunnossapitoon. VR Groupin emoyhtiö on VR-Yhtymä Oy, johon kuuluu 23 yhtiötä. Pääasiallisesti VR Group

toimii kotimaassa. Toimintoihin kuuluu kolme liiketoimintoa: VR, jolle kuuluu matkustajaliikenne, VR Transpoint, joka harjoittaa logistiikkaa sekä VR Track, joka on erikoistunut infrarakentamiseen. Suurin asiakas on tällä hetkellä Liikennevirasto. (VR Track 2014.)

3 MAADOITUS

3.1 Maadoituksen tarkoitus

Sähköjärjestelmien maadoituksilla on yleisesti ottaen neljä tärkeintä tarkoitusta:

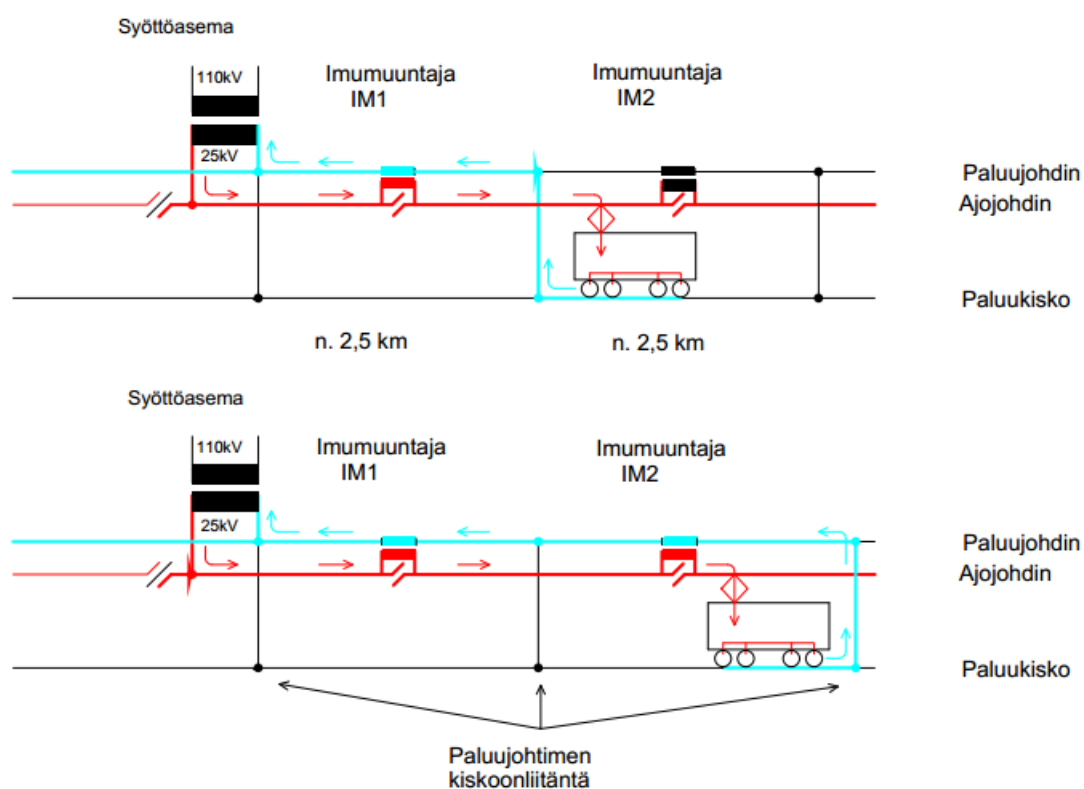
- estää kosketus- ja askeljännitteitä mahdollisissa vikatilanteissa
- ehkäistä sähkölaitteissa tai laitteistoissa syntyviä häiriöitä sekä niiden siirtymistä järjestelmien välillä
- estää ilmastollisten ilmiöiden (esim. ukkosen) aiheuttamia vahinkoja ja vaaratilanteita
- luoda mahdolliselle vikavirrälle reitti, jotta voidaan varmistaa suojalaitteiden oikea toiminta

Jos jännitteelle alttiin osan maadoitus lisää turvallisuutta, se kuuluu sähköturvallisuusmääräysten mukaan suojamaadoittaa. Maadoitus tehdään joko maadoitusjohdella, pysty- tai vaakaelektrodilla. Elektrodi voi olla rakenteeltaan esimerkiksi tanko, putki, nauha, lanka tai levy. Vaatimukset voidaan luokitella potentiaalintasaukseen sekä maahan eli maadoituselektroniin liittyviin vaatimuksiin. Yli 1 kV:n asennuksissa käytetään SFS 6001 standardin vaatimuksia ja maksimissaan 1 kV:n asennuksissa SFS 6000 standardin vaatimuksia. (Maadoituskirja 2007.)

Maadoituksella on myös muita tarkoituksia, kuten estää valokaarien, vuotovirtojen sekä kipinöiden syntyminen, vaarallisten jännitteiden siirtyminen ja luoda toimintaedellytykset maasulku- ja vikasuojaukselle. Maadoitusta voidaan käyttää joko toimintaa ja suojausta varten tai tarpeen mukaan jompaankumpaan. (Maadoituskirja 2007.)

3.2 Käyttömaadoitus

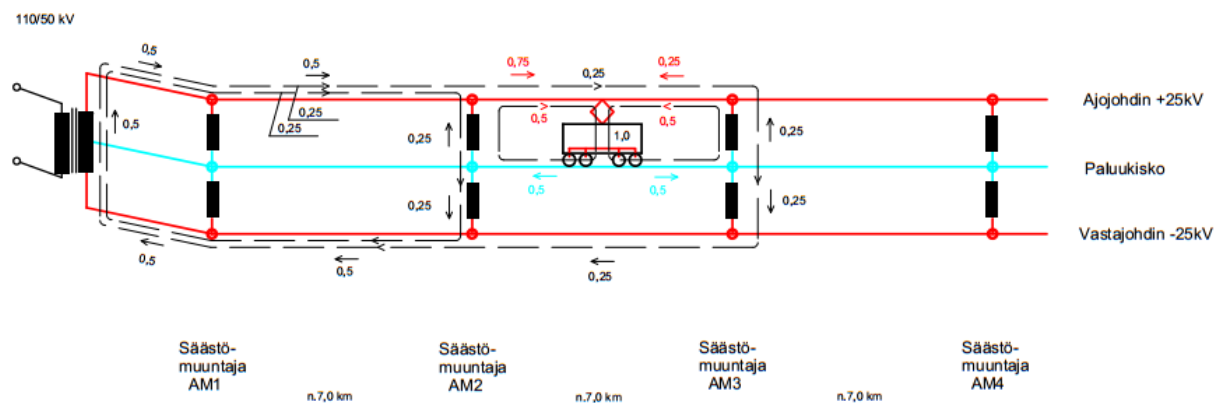
Käyttömaadoituksessa virtapiirin osa maadoitetaan, jolloin johdin toimii osana virtapiiriä. Säästömuuntajan sekä vaihteen- ja vaunulämmitysmuuntajien maadoitukset sekä paluujohdinten kiskoonliitännät (PKL) ovat sähköratajärjestelmän käyttömaadoituksia. Sähkövetokaluston ottaessa tehoa, samalla imumuuntajavälillä (maksimiväli on 2,6 kilometriä) olevan PKL-pylvään maadoitusjohtimissa kulkee virta (25 kV järjestelmä, KUVIO 1.). Imumuuntajassa ajojohdin ja ensiökäämi ovat sarjassa, samalla tavalla ovat sarjassa keskenään paluujohdin ja toisiokäämi. Muuntajalla pakotetaan paluuvirta kulkemaan paluujohdintessa.



KUVIO 1. Virran kulutie syöttöaseman ja vetokaluston välillä 25 kV järjestelmässä (Liikennevirasto 2015.)

Kun 2x25 kV järjestelmässä kahden säästömuuntajan (maksimiväli on 7 kilometriä) välissä otetaan tehoa, niin samojen kahden muuntajan välisissä olevissa maa-

doitusjohtimissa kulkee virta (KUVIO 2.). Säätömuuntimessa on vain yksi käämi eli ensiö- ja toisiopuolella on yhteinen johdin. Vaihteen lämmityksen ollessa päällä vaihteenlämmityspylvään maadoitusjohtimissa kulkee virta. Käyttömaadoitusjohtimen katkeaminen virran kulkiessa aiheuttaa hengenvaarallisen jännitteen katkeamiskohtaan ja tällaisen korjauksen saa suorittaa vain sähköalan ammattihenkilö. (Liikennevirasto 2015.)



KUVIO 2. Virran kulkutie syöttöaseman ja vetokaluston välillä 2x25 kV järjestelmässä (Liikennevirasto 2015.)

3.3 Suojamaadoitus rataverkossa

Myös virtapiiriin kuulumaton osa, joka on alttiina jännitteelle, suojamaadoitetaan. Sillat, laiturikatokset, metalliaidat ja ratajohtopylväät muun muassa, ovat suojamaadoitettavia kohteita. Tämä toteutetaan muodostamalla sähköinen yhteys osan tai rakenteen ja paluukiskon välille. Yli 1 kV järjestelmissä maadoitus- ja suojajohtimissa käytetään vähintään seuraavia poikkipinta-aloja: kupari 16 mm², alumiini 25 mm² ja kuumasinkitty teräs 35 mm². (Liikennevirasto 2015; Maadoituskirja 2007.)

Johtavat osat, kuten metalliset ratajohtopylväät (KUVIO 3), suojamaadoitetaan M-johtimeen tai paluukiskoon. Kytkinlaitoksessa, esimerkiksi ratajohtopylväs, jossa on muuntaja tai kytkinlaite (KUVIO 4.), jännitteelle altis osa suojamaadoitetaan (raidevirtapiirien niin salliessa) paluukiskoon ja M-johtimeen tai varmistetusti kahden maadoitusjohtimen avulla paluukiskoon (KUVIO 5.). Alueella, jossa oleskelee tai liikkuu ihmisiä usein, jännitteelle altis osa suojamaadoitetaan M-johtimeen tai vähintäänkin varmennetusti paluukiskoon. (Liikennevirasto 2015.)



KUVIO 3. Metallisen ratajohtopylvään maadoituslähtö



KUVIO 4. Erotinpylväs



KUVIO 5. Varmistettu maadoitus paluukiskoon

Lisäksi joko M-johtimeen tai paluukiskoon suojamaadoitetaan rakenteet, jotka koksaa, kuten metalliverkkoaidat tai jotka voivat niihin kytkettyjen johtojen kautta, kuten valaisinpylväät tai opastinpylväät (KUVIO 6.), oleellisesti levittää esimerkiksi sinkoutuneen tai pudonneen osan, joka on jännitteinen, potentiaalia kauemmas. Maadoitus tehdään myös, kun etäisyys vaakasuoraan on kuorma- ja säätöloissa 25 kV johtimesta maksimissaan 2,5 m, sähköistetyn raiteen keskilinjasta alle 5,0 m tai alle 1,5 m paluujohdimesta. Esimerkiksi irrallisia esineitä kuten piikkilanka-aita, varastoituja ratakiskoja tai muuta vastaavaa ei suojamaadoiteta. (Liikennevirasto 2015.)



KUVIO 6. Raideopastin U20

4 DOKUMENTIT KÄYTÖSSÄ

4.1 Dokumentointi tällä hetkellä

Rataverkostossa tapahtuu muutoksia peruskorjausten ja uudisrakentamisen myötä. Samalla sähköä käyttävät laitteet ja järjestelmät lisääntyvät tuoden oman haasteensa dokumentointiin. Liikennevirastolla on paperiset dokumentit käyttö- ja suojamaadoituksista, mutta ne ovat todella hajanaiset. Hajanaisuus tarkoittaa, että pelkästään opinnäytetyön alueen dokumentit noin 10 kilometrin matkalta ovat kolmessa eri kansiossa, jotka puolestaan on jaoteltu vielä pienempiin osa-alueisiin.

Näistä dokumenteista ei ole olemassa yhteen koottua tiedostoa eikä päivityksiä ole tehty juuri ollenkaan 1980-luvun jälkeen. Hajanaisuuden lisäksi nämä dokumentit eivät sisällä tietoja loogisessa järjestyksessä, vaan muutokset on lisätty niin sanotusti joukon jatkoksi. Kuvioissa 7 ja 8 on osittain skannattu Ylivieskan ratapihan pylväsluettelo. Pylväsluettelo on jatkettu uudella pylväällä, vaikka olisi ollut järkevämpää (varsinkin näin jälkikäteen ajateltuna) tehdä kokonaan uusi luettelo, jossa pylväät ovat oikeassa järjestyksessä.

VALTIONRAUTATIIET				S11	SÄHKÖRADAT	
PYLVÄSMAADOITUSLUETTELO				Helsinki		
Rataosa: YLIVIESKA				Leet 19.10.81 SJ	Korvas	
km + m: 629-223...630-069				Tark 17	Kervattu	
				PIIRUSTUS No. M 4 - 1276		
Pylväs n:o	km + m - lukema	Maadoitus-koodi	Raide	Liit. imped. siltään	Huomautuksia	
629/4	629-223	M123/vb	I			
629-5	629-289	M104/vb	I		erotin	
629/6	629-349	M121/vb	I			
629/7	629-417	M121/vb	I			
629/10	629-468	M121/ta	I			
629X15	629-514	M122/vb	I		erotin	
629X23	629-579	M121/tb	I			
629X25	629-598	M126/vb	I		LM-varaus	
629X28	629-627	M122/vb	I		erotin	
629X32	629-669	M127/va	I		PKL	
629X35	629-712	M123/ta	I			
629X37	629-743	M123/va	I			
629X40	629-778	M123/va	I			
629/43	629-812	M121/vb	I			
629X44	629-812	M121/va	I			
629X48	629-842	M123/va	I			
629-50	629-852	M103/va	I			
629-55	629-892	M103/vb	I			
629-57	629-929	M103/vb	I			
629/61	629-976	M123/vb	I			
630/1	630-027	M123/vb	I			
630/5	630-069	M123/vb	I			

KUVIO 7. Kuva pylväsluettelosta 1/2

VALTIONRAUTATIIET				S11	SÄHKÖRADAT	
PYLVÄSMAADOITUSLUETTELO				Helsinki		
Rataosa: YLIVIESKA				Leet 20.10.81 SJ	Korvas	
km + m: 629-417...630-304				Tark 17	Kervattu	
				PIIRUSTUS No. M 4 - 1277a		
Pylväs n:o	km + m - lukema	Maadoitus-koodi	Raide	Liit. imped. siltään	Huomautuksia	
629/8B	629-417	M123/va	26 A			
629/11	629-468	M121/tb	V24-6			
629/12	629-473	M121/tb	26 A			
629-13 B	629-473	M123/vb	V006			
629X16	629-514	M101/vb	26 A			
629X19	629-543	M121/tb	26 A			
629-17 B	629-551	M101/va	V025			
629/20	629-553	M121/va	V024			
629X22	629-570	M123/vb	V006			
629X24	629-579	M123/vb	V024			
629/24 B	629-583	M121/va	V025			
629X26	629-598	M121/ta	V025			
629X36	629-712	M122/vb	V009		erotin	
629X38	629-743	M121/tb	10			
629X41	629-778	M121/tb	10			
629X45	629-812	M121/tb	10			
629X49	629-842	M121/tb	10			
629/51	629-852	M121/vb	10			
629X53	629-882	M121/tb	10			
629X59	629-929	M121/tb	10		tuulipussivaraus	
629X63	629-976	M121/tb	10			
630X3	630-027	M121/tb	10			
630/6	630-069	M121/tb	10			
630X8	630-074	M121/tb	10			
630X11	630-128	M121/tb	10			
630X14	630-186	M121/va	10			
630X17	630-246	M121/tb	10			
630X21	630-304	M121/tb	10			

KUVIO 8. Kuva pylväsluettelosta 2/2

4.2 Kävelytarkastus

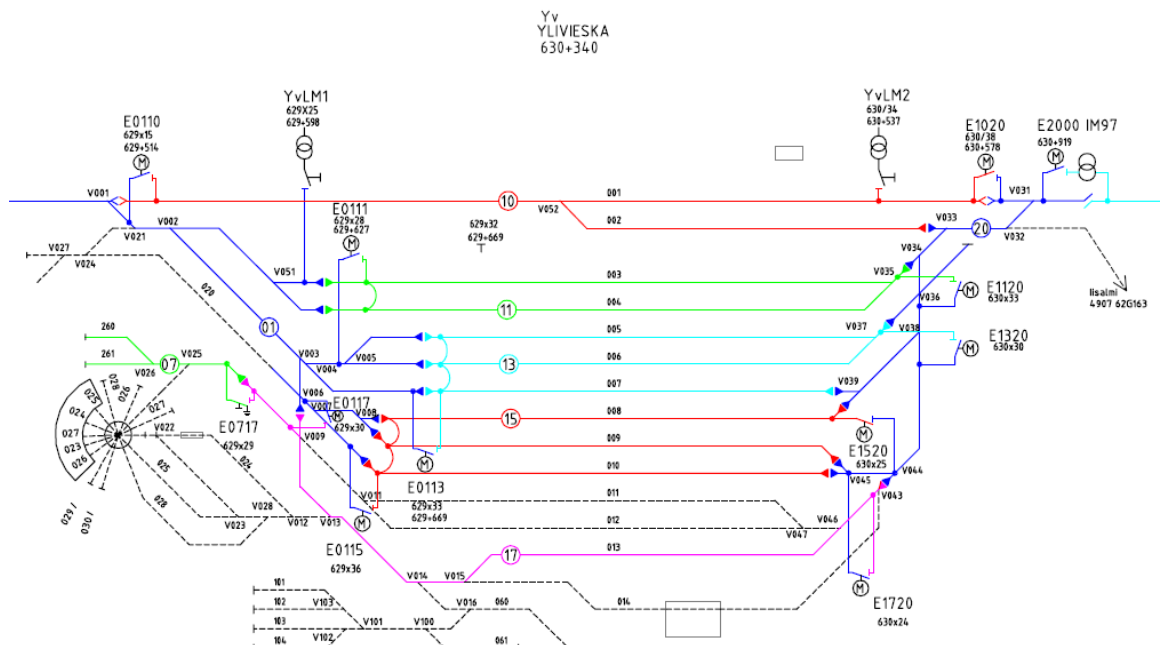
Kävelytarkastusta suoritettaessa tarkastavalla henkilöllä on mukanaan paperiset maadoitusluettelot, joiden perusteella on nähtävissä maadoituksen tyyppi ja sijainti. Henkilö kirjaa ylös mahdolliset virheet, jotka aiheuttavat korjaustoimenpiteitä. Tietoja kirjataan muistiin monin eri tavoin, koska Liikennevirastolla ei ole tällä hetkellä tarjota yhtenäistä pohjaa. Ohjeet kirjauksiin ovat olemassa, mutta käytännössä tyylit ovat vaihtelevia.

Maastossa tehtyjen merkintöjen perusteella dokumentit kirjoitetaan puhtaaksi, yleensä suhteellisen pitkän ajan kuluttua, jonka jälkeen korjaustoimenpiteet voivat käynnistyä. Toimivilla maadoituksilla on suuri merkitys turvallisuuteen, varsinkin käyttömaadoituksilla, jotka toimivat sähköradalla paluuvirtapiirin osana.

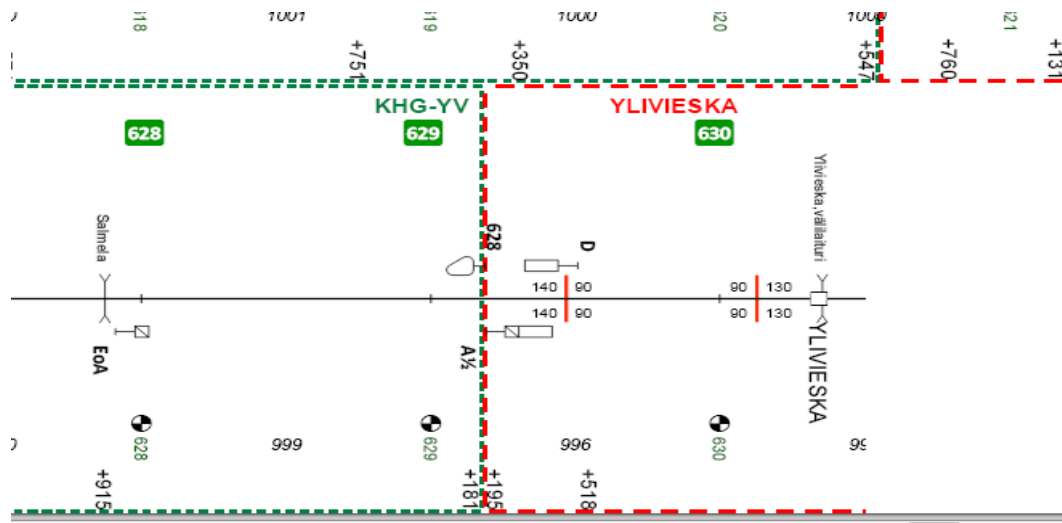
5 DOKUMENTOINTI EXCEL-TAULUKKOOON

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää työkalu kunnossapidon käyttöön, minkä avulla maastossa havaitut puutteet ja virheet saadaan kirjattua ylös. Sama taulukko sisältäisi myös sähkörata- ja vahvavirtajärjestelmien sekä turvalaitejärjestelmien käyttö- ja suojamaadoitukset. Oli jo etukäteen tiedossa, että maadoitusten kuvaamiseen kuluisi paljon aikaa. Sen takia suhteellisen alussa tehtiin päätös suunnitella maadoitusluettelo Excel-taulukkoon pohjautuvaksi.

Excel-taulukon tekemistä varten tarvittiin olemassa olevat dokumentit. Pylväät ja sillat olivat paperitulosteina ja vaihteet, muuntajat (KUVIO 9.) ja opastimet (KUVIO 10.) pdf-tiedostoina. Näiden lisäksi kuvattiin kaikki maadoituskohteet kävelemällä Ylivieskan liikennepaikka ja Ylivieska – Kangas linjaosuudet läpi. Kuvista tehtiin aluksi yksinkertainen Word-tiedosto, johon kohteet, jotka oli kuvattu kulkusuunnan mukaisessa järjestyksessä, siirrettiin.



KUVIO 9. Ylivieskan liikennepaikan ryhmityskaavio



KUVIO 10. Kuva linjakaaviosta Kokkola-Ylivieska

Kuvien, Word-tiedoston ja luetteloiden pohjalta luotiin Excel-taulukko, jossa maadoituskohteet olivat samassa järjestyksessä, kuin maastossa tarkasteltuna. Taulukoon tuli maadoituskohteen (pylväs, vaihde, silta, opastin, turvalaitekaappi yms.) lisäksi muun muassa paikkatieto (kilometri + metrit), pylvään numero, kohteessa olevat huomioitavat kohdat ja raide johon maadoitus on kytketty. Ensimmäisessä versiossa, kun taulukkoa tehtiin, käytettiin Excel-ohjelman ryhmitöimintöä (KUVIO 11.; KUVIO 12.), jolla olisi saatu näyttöön vain tietyn osuuden maadoituskohteet.

1 Liikennevirasto		MAADOITUSLUETTELO						
2		1901 Ylivieska - Kangas						
3								
4								
5								
6		KM	PYLVÄS	RAIDE	K tai S	MAADOITUS / KISKO	MAADOITUSKOHDE	HUOM!
7								
8		629						
9								
+		133						
134		630						
135								
+		229						
230								
231		631						
232								
+		251						
252		632						"Tieto onko M -johdin alue"
253								
+		275						
276		633						
277								
+		294						
295		634						
296								
+		313						
314		635						
315								
+		333						
334		636						

KUVIO 11. Taulukkoryhmät kiinni

+		232						
251								
252		632						"Tieto onko M -johdin alue"
253								
·		254	37	632-1				
·		255	98	632-2				
·		256	157	632-3				
·		257					Opastin EoB	
·		258	217	632-4				
·		259	277	632-5				
·		260	325	632-6				
·		261	363	632-7				
·		262				MKL/x	Pohjoinen ylikulkusilta	piir K4-9086/0b
·		263	401	632-8				
·		264	441	632-9				
·		265	490	632-10	I	M 101 / vs		Impedanssilta pylvaalta n 10m etelaan
·		266	550	632-11				
·		267	610	632-12				
·		268	670	632-13				
·		269	730	632-14				
·		270	790	632-15				
·		271	820	632-I 98		M141 / v	Imumuuntaja IM98	Ei liitetty kiskoon
·		272	850	632-16				
·		273	910	632-17				
·		274	974	632-18				
-		275						
276		633						
277								
+		294						
295		634						

KUVIO 12. Taulukkoryhmät auki

Ryhmätoiminto ei kuitenkaan toiminut Android-käyttöjärjestelmää käyttävissä laitteissa, joihin ei vielä ollut saatavilla Microsoft-yhtiön omaa versiota Office-ohjelmistoa, joten siitä luovuttiin. Taulukosta muokattiin versio, joka toimii eri laitteissa käyttöjärjestelmästä riippumatta. Taulukko suojataan salasanalla, jotta

kukaan ei vahingossa muuttaisi perustietoja. Ainoa kohta, jota esimerkiksi kävely-tarkastajat voivat muokata, on kohta VIAT, johon tulee merkintä havaitusta puutteesta. Normaalisti ruudun taustaväri on valkoinen, mutta kun siihen kirjoitetaan tekstiä, se muuttuu punaiseksi, jolla huomio kiinnittyy oikeisiin kohtiin paremmin (KUVIO 13.).

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Liikennevirasto							
2						MAADOITUSLUETTELO	19.1.2015	
3								
4						1901 Ylivieska - Kangas		
5	KM	PYLVÄS	RAIDE	K tai S	MAADOITUS / KISKO	MAADOITUSKOHDE	ERITYISTÄ	VIAT
45	xx					VHM1 kaappi		
46	xx					Rakennus vihertävä	Maadoitus molemmista nurkista	
47	xx					Vaihde 26		
48	555	629-21						
49	551	629-17B						
50	xx					VLK 5		
51	xx					VLK 4		
52	xx					VLK 3		
53	529	629-18						
54	506	629-14B						
55	499	629-13B						
56	xx					Valaisintolppa puu		Kaapeli irti
57	xx					SVLK3		
58	488	629-14						
59	xx					Valaisintolppa puu		
60	460	629-11B						
61	xx					Valaisintolppa puu		
62	xx					SVLK1		
63	xx					Pistorasiatolppa metalli	Käytössä? Maadoitus?	Ei maadoituksia
64	417	629-9B						

KUVIO 13. Taulukossa vikamerkintä

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella taulukkomallinen luettelo, joka sisältää käyttö- ja suojamaadoitukset. Taulukko tulisi mahdollisesti käyttöön koko rataverkon alueella. Taulukon tuli olla myös yksinkertainen, jotta sen käyttö vaihtelevissa olosuhteissa olisi mahdollista. Rataverkon alueella tehdyt valokuvaukset suoritin yhdessä Pekka Riikosen kanssa, joka toimi sekä opinnäytetyön teknisenä asiantuntijana että turvamiehenä maadoituskohteita kuvattaessa, koska kuvaukset tapahtuivat myös ratatyön suojaulottuma-alueella (LIITE 5), jossa ei saa toimia yksin.

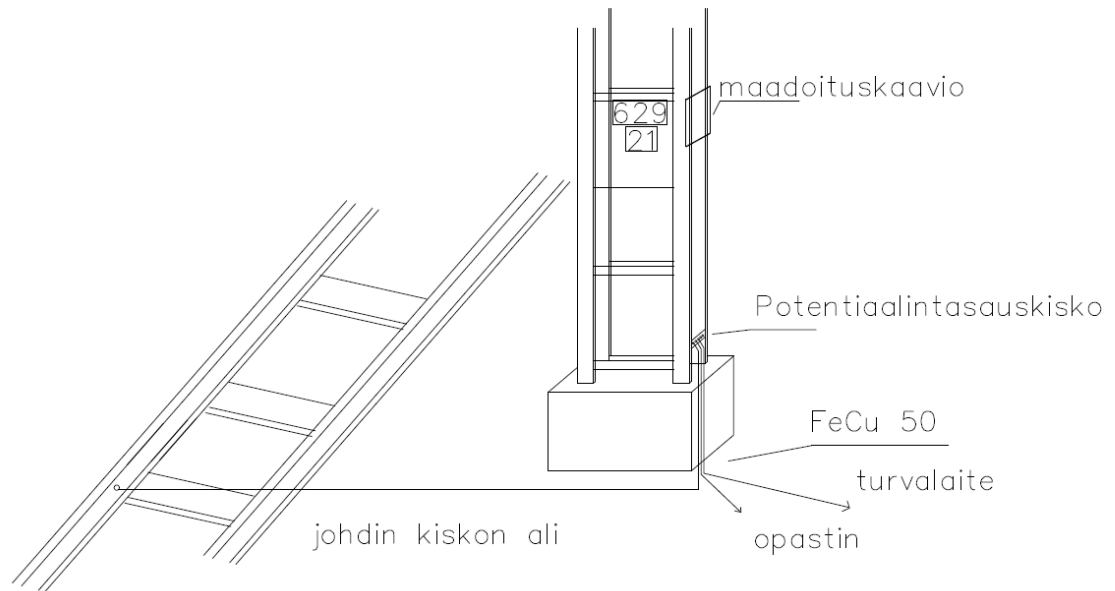
Onnistuin opinnäytetyön teossa mielestäni hyvin. Teoria maadoituksista oli tuttua, mutta tämä opetti paljon käytännön tasolla tapahtuvista maadoituksista. Onnistuin pysymään suunnitellussa aikataulussa, vaikka välillä kirjoittaminen tuntui todella vaikealta. Aiemmin olen kirjoittanut vain lyhyitä raportteja, maksimissaan noin 10 sivun mittaisia. Tässä työssä jouduin käsittelemään asioita paljon tarkemmin, mutta yrittäen kuitenkin pysyä aiheessa. Maadoituksesta yleensä ja rataverkossa olisi saanut useita sivuja lisää, mutta en katsonut tarpeelliseksi kirjoittaa niistä enempää enkä lisätä mallikuviakaan, koska silloin olisi menty jo hieman työn aiheesta ohi. Vaikka tietolähteitä ei ollut montaa, niin asiaa oli sitäkin enemmän ja oikeiden tietojen yhdistäminen oli haastavaa. Uskon, että tästä projektista on tulevaisuudessa hyötyä, olenhan oppinut etsimään tietoa ja kirjoittamaan sujuvaa ja loogista tekstiä. Ja toivottavasti Liikennevirastolle on hyötyä tekemästäni opinnäytetyöstä.

Maadoituskohteita valokuvattaessa huomattiin vaikeus tarkistaa kohteiden maadoitus. Nyt maadoitusjohdin lähtee esim. pylväältä ja toinen pää menee johonkin. Kaapelit kulkevat muun muassa kiskojen ali, sepelin seassa tai muulla tavalla, kuitenkin niin ettei ole varmuutta mikä kaapeli on kytkeytynyt mihinkin. Tällöin ei voida silmämääräisesti edes todeta maadoituksen mahdollista toimivuutta, vaan pitää ottaa käyttöön mittaukset.

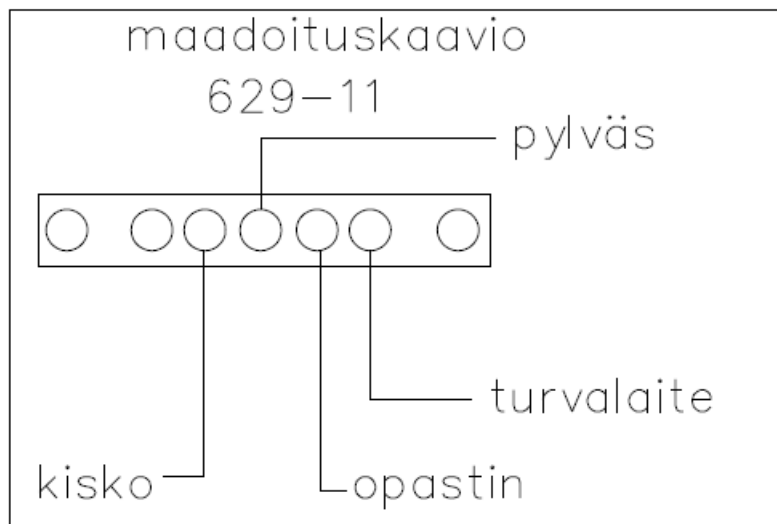
Yksi mahdollisuus olisi kytkeä maadoitukset yhteen potentiaalintasauskiskon avulla (KUVIO 14; KUVIO 15.). Kisko olisi asennettuna esimerkiksi pylvääseen ja siihen tuotaisiin kaikki maadoitukset sopivalta etäisyydeltä. Kiskon vieressä olisi noin 1,5 metrin korkeudella kyltti, jossa on esitettynä maadoituskaavio (KUVIO 16.). Kyseisessä kaaviossa on esitetty mistä kaapelit tulevat ja mihin kohtaan kiskoa ne on liitetty. Kaikista maadoituskaavioista olisi pohjakuva, esimerkiksi pdf-kuvatiedosto, jonka pohjalta kyltit voisi tehdä. Samalla näistä kuvista muodostuisi yhteinen tietokanta, joka sisältäisi kaikki rata-alueen maadoitukset.



KUVIO 14. Potentiaalintasauskisko AM5 (Sähköbit Oy 2015.)



KUVIO 15. Potentialintasauskisko pylvässä



KUVIO 16. Maadoituskaavio pylvässä

Maastossa tehdyn kartoituksen aikana havaittiin useita maadoituksia, jotka eivät olleet kunnossa. Oli irrallisia johtimia, vääränlaisia liittimiä ja Ylivieskan ratapihalta löytyi jopa katkottuja kuparijohtimia (LIITE 6). Saman alueen Kokkolan puoleisessa päässä oli yksinäinen pistorasiatolppa, jossa ei näkynyt maadoitusta eikä se ole missään luettelossa. Jäi epäselväksi onko tolppa enää käytössä. Jos ei ole enää käytössä, miksi ei ole poistettu (LIITE 7).

Näistä havainnoista vain muutama oli merkitty tarkistuslistaan, jonka saimme nähdä. Vikakohteet eivät kuitenkaan näyttäneet siltä, että olisivat syntyneet hiljattain. Riittääkö mahdollisesti uusi työkalu parantamaan tarkistusten laatua vai pitäisikö tarkistuksia suorittaa useammin kuin kerran vuodessa?

Opinnäytetyön loppuvaiheessa heräsi myös ajatus, olisiko mahdollista kehittää ja toteuttaa vielä parempi työkalu tarkastuksia varten. Yksi mieleen tullut mahdollisuus olisi käyttää relaatiotietokantaan pohjautuvaa ohjelmaa käyttäen esimerkiksi SQL-kieltä tietokannan hallintaan. Sen etuihin kuuluisi reaaliaikaisuus ja mahdollisuus luoda selkeä internetpohjainen käyttöliittymä.

LÄHTEET

Liikennevirasto 2015.

Ratatekniset määräykset ja ohjeet. Www-dokumentti. Saatavissa:

http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf4/rato_5_sahkoistetty_rata.pdf Luettu 2.2.2015

Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 6 Turvalaitteet. Www-dokumentti. Saatavissa:

http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2014-07_rato6_web.pdf Luettu 28.1.2015

Rataverkon kuvaus 1.7.2014. Www-dokumentti. Saatavissa:

http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lv_2014-02_rataverkon_kuvaus_web.pdf Luettu 7.1.2015

Rautatiealueelle tulevien kiinteiden laitteiden ja rakenteiden maadoitussuunnitelu. Www-dokumentti. Saatavissa:

http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2010-13_rautatiealueelle_tulevien_web.pdf Luettu 1.2.2015

Rautatiet. Www-dokumentti. Saatavissa:

<http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/liikenneverkko/rautatiet#.VGHs3PmsV8E> Luettu 23.12.2014

Sähkörataohjeet. Www-dokumentti. Saatavissa:

http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf4/rhk_b22_sahkorataohjeet_web.pdf Luettu 22.1.2015

Sähköturvallisuusmääräysten soveltaminen sähköradan kiinteisiin laitteisiin.

Www-dokumentti. Saatavissa:

http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf4/rhk_b10_sahkoturvallisuusmaaraysten_soveltaminen.pdf Luettu 24.1.2015

Maadoituskirja 2015.

Maadoituskirja. Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL. 2007. Espoo: Painokurki.

Sähköbit 2015.

<http://www.sahkobit.fi/verkkokauppa/potentiaali-tasauskisko-max-50mm2-am5-p-259.html> Luettu 27.2.2015

VR 2014. Www-dokumentti. Saatavissa:

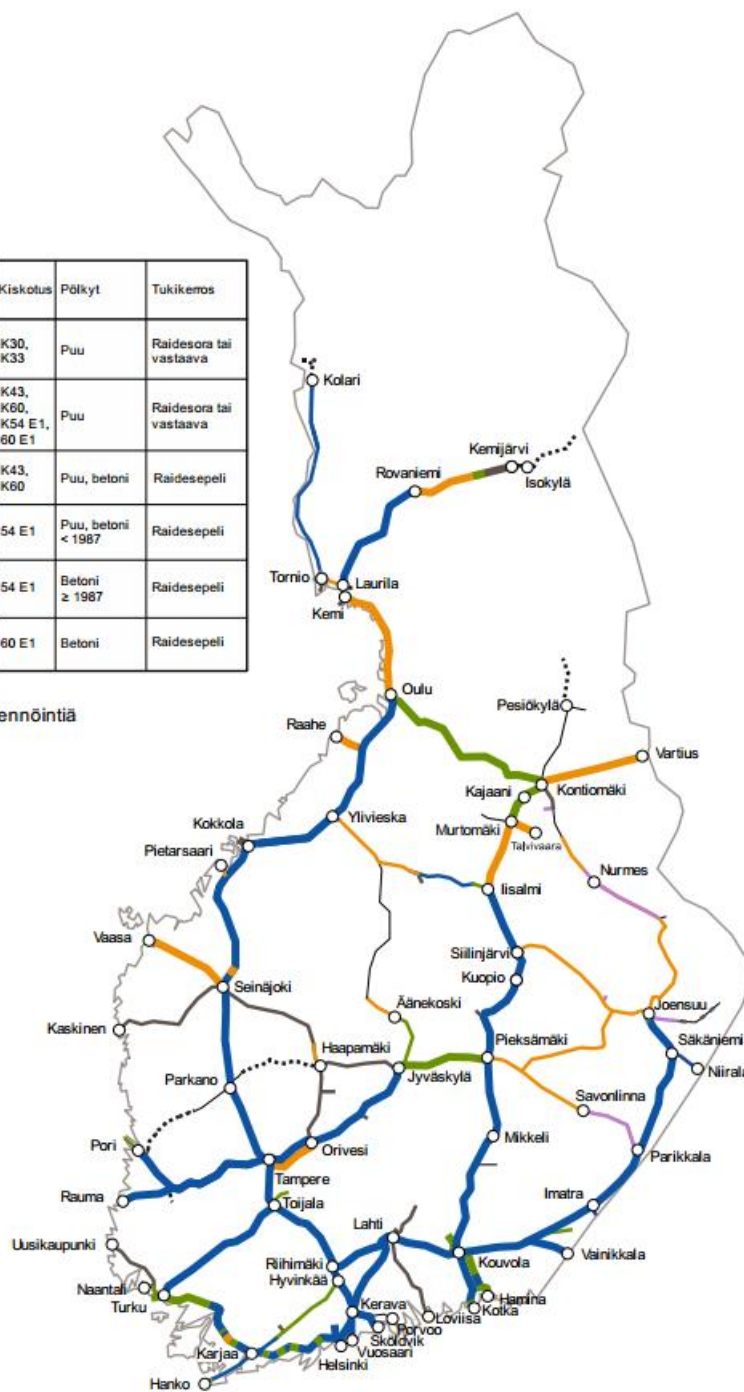
<http://www.vr150.fi/#historia/menneisyyden-mosaiikki> Luettu 28.12.2014

VR Track 2014. Www-dokumentti. Saatavissa:

http://www.vr-rata.fi/fi/index/vr_track_oy/toimintaymparisto/suomen_rataverkko.html Luettu 18.1.2015

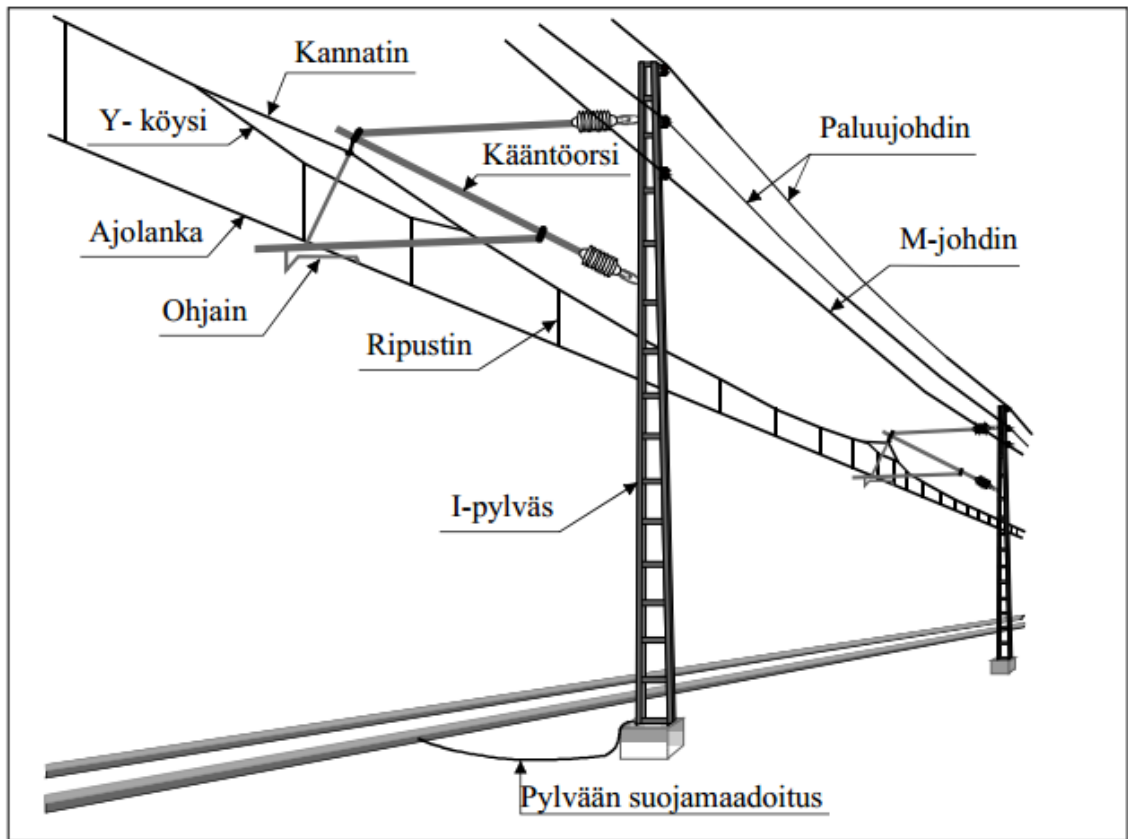
Päällysrakenneluokka	Ei sähköistetty	Sähköistetty	Kiskotus	Pölkkyt	Tukikerros
A	—		K30, K33	Puu	Raidesora tai vastaava
B ₁	—	—	K43, K60, K54 E1, 60 E1	Puu	Raidesora tai vastaava
B ₂	—	—	K43, K60	Puu, betoni	Raidesepeli
C ₁	—	—	54 E1	Puu, betoni < 1967	Raidesepeli
C ₂	—	—	54 E1	Betoni ≥ 1967	Raidesepeli
D	—	—	60 E1	Betoni	Raidesepeli

..... Ei liikennöintiä



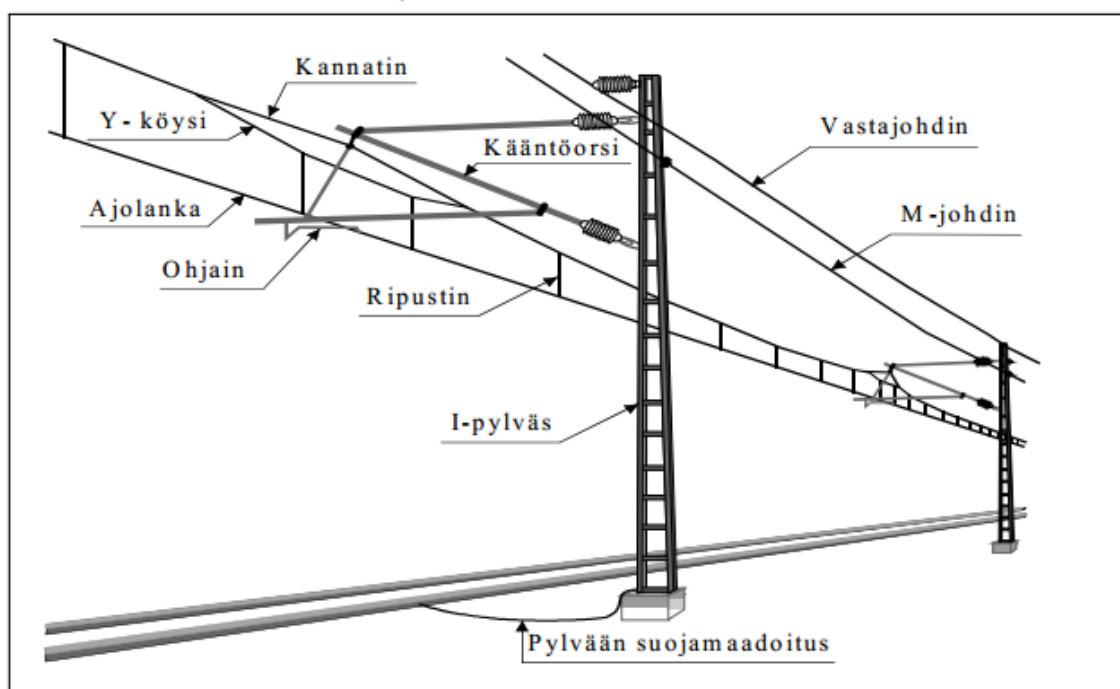
Rataverkon kuvaus 1.7.2014

RATAJOHTO AVORADALLA, JÄRJESTELMÄ 25 kV



25 kV järjestelmä

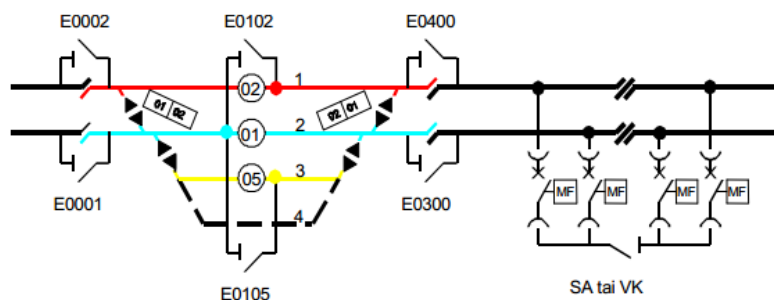
RATAJOHTO AVORADALLA, JÄRJESTELMÄ 2x25 kV



2x25 kV järjestelmä

Kytentäryhmä

Kytentäryhmien, ryhmitseristimen, erotuskentän tai erotusjakson rajaama ratajohdon virtapiirin metallisesti yhtenäinen osa.



Merkintöjen selitykset:

① ② ⑤	kytentäryhmien numerot
E0001, E0002 E0300, E0400	pitkittäiserottimet
E0102	poikittäiserotin
E0105	ryhmäerotin
02 01	ryhmitseristimen kytentäryhmien numero (ilmoittaa eristimen takana olevan ryhmän numeron)

	ryhmitseristin
	erotuskenttä
	erotusjakso
SA	syöttöasema
VK	välilytkinasema
	sähköistämätön raide
	erotin
	katkaisija

Kuva 1. Kytentäryhmä

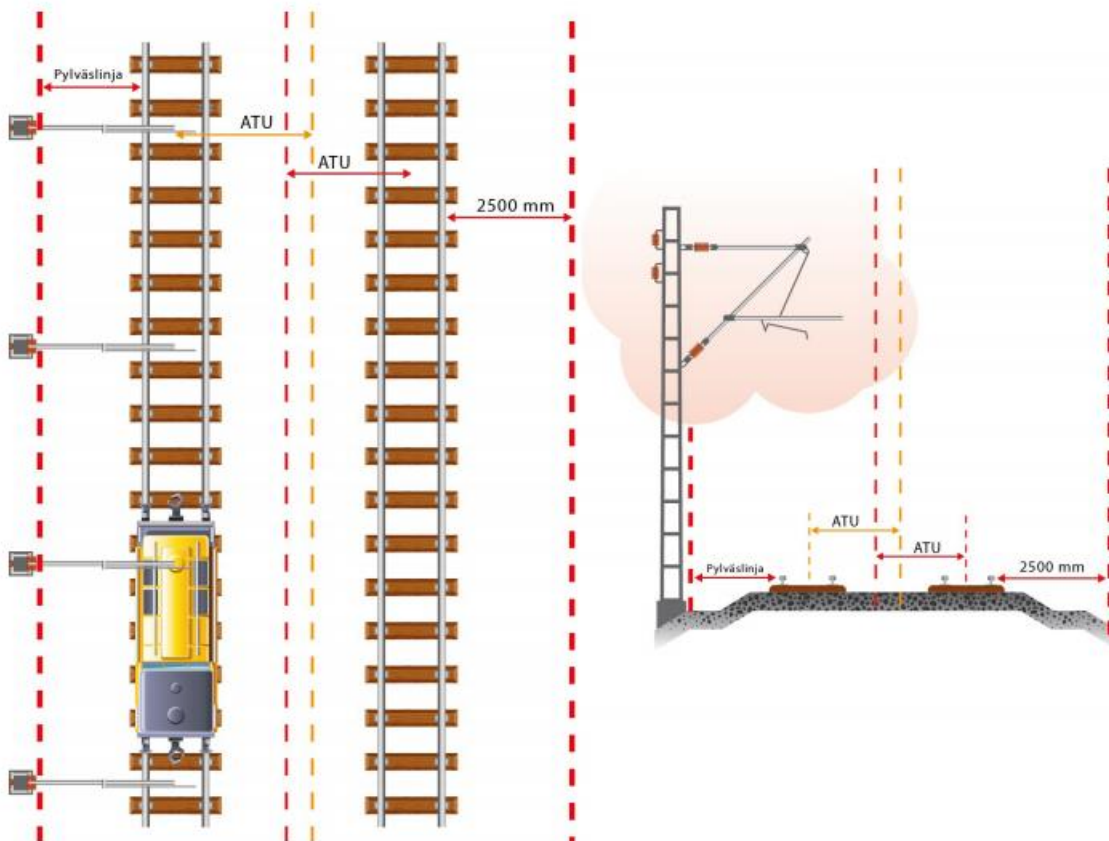
Ryhmitseristimien varustamista kytentäryhmännumeroilla käytetään isoilla ratapihoilla.

Kytentäryhmä

Ratatyön suojaulottuman (RSU) reunan etäisyys on:

- yksiraiteisella radalla 2,5 metriä lähimmästä kiskosta tai sähköradan pylväslinja.
- useampiraiteisella radalla tai ratapihalla 2,5 metriä uloimpien raiteiden uloimasta kiskosta tai sähköradan pylväslinja. Raiteiden välissä RSU on sama kuin aukean tilan ulottuma (ATU).

Lisäksi on huomioitava sähköradan suojaetäisyydet, joita ei saa alittaa. (ks. B22, Sähkörataohjeet



Ratatyön suojaulottuma



Katkaistu maadoitusjohdin



Tunnistamaton tolppa