



SÄHKÖISEN VETOVOIMAKALUSTON MAADOITUKSIEN TUTKIMINEN SEKÄ OHJEIDEN LAATIMINEN RAIVAUS- JA PELASTUSHENKILÖSTÖLLE

Eemi Mäkinen

Opinnäytetyö
Helmikuu 2011
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Sähkövoimatekniikan suuntautumis-
vaihtoehto
Tampereen ammattikorkeakoulu

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tampere University of Applied Sciences

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Sähkövoimatekniikan suuntautumisvaihtoehto

MÄKINEN, EEMI: Sähköisen vetovoimakaluston maadoitusten tutkiminen sekä ohjeiden laatiminen raivaus- ja pelastushenkilöstölle

Opinnäytetyö 66 s., liitteet 5 s.
Helmikuu 2011

Tämä sähkövoimatekniikan opinnäytetyö tehtiin VR-Yhtymä Oy:lle. Tutkimuksessa tutustuttiin sähköiseen vetovoimakalustoon, joka sisältää kaksi sähköveturia ja kuusi sähkömoottorijunaa. Työllä selkeytettiin ja parannettiin kalustojen maadoitusohjeet, joita käytetään raivaus- ja pelastushenkilöstön opetusmateriaalina.

Työssä on aluksi koottu ohjeistuksia ja määräyksiä työskenneltäessä sähkölaitteiden kanssa. Tämän jälkeen on annettu yleistä ohjeistusta radalla työskentelystä ja ajolangan maadoittamisesta, minkä jälkeen on käsitelty yksilöittäin eri sähköisen vetovoimakalustojen maadoitus. Lopuksi on käsitelty yleisimpiä radalla tapahtuvia ongelmatilanteita, jotka ovat syntyneet kaluston laitevioista tai sähköradan osien aiheuttamina.

Opinnäytetyö pohjautuu Ratahallintokeskuksen (RHK) B-sarjan julkaisuihin, standardeihin SFS 6002, kaluston käyttöohjeisiin, kenttäkuvamateriaaliin kaluston maadoitusohjeissa ja työnohjaajan antamiin ohjeistuksiin sekä VR:n raivausraportteihin.

Työ sisältää luottamuksellisen osan, johon kuuluvat luku 5 ”Kaluston hallitut menettelyohjeet”, luku 6 ”Ongelmatilanteissa maadoittaminen” sekä liite 5.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Electrical Engineering
Option of Electrical Power Engineering

MÄKINEN, EEMI: Grounding Study and instruction Drafting for Clearing- and Rescue Staff of Electric Rolling Stocks

Bachelor's thesis 66 pages, appendices 5 pages
February 2011

This thesis was made for Finnish VR-Yhtymä Oy concern, which administers Finnish railways. The purpose of this thesis was to collect information of electric rolling stocks groundings and make new instructions because old instructions are narrow and someone's without clarifying pictures.

Thesis has grounding instructions of two electric locomotive engines and six electric rolling stocks. It also includes instructions and standards for working in railways, working with electric devices and how to ground contact wire. The latter part of the thesis deals with the most common problems in railways caused by device damages for stocks.

This thesis was important, because VR did not have clear and good teaching- and repetition material for clearing- and rescue staff.

Thesis includes confidential information, which are chapters five, six and appendix 5.

ALKUSANAT

VR-Yhtymä Oy:n tytäryhtiö VR Track Oy tarjosi minulle kesinä 2009 ja 2010 kesätöitä, joiden pohjalta kiinnostuin mahdollisuudesta tehdä opinnäytetyötä VR-konsernissa.

Tuttujen yhteyshenkilöiden avulla sain kuulla, että VR-Yhtymän raivaus ja pelastus henkilöstölle olisi mahdollista tehdä opinnäytetyö koskien sähköisen vetokaluston maadoituksia. Työn suunnittelu lähti liikkeelle ja työ sai samalla lisää sisältöä.

Opinnäytetyön tekemisestä haluan kiittää VR-Yhtymä Oy:n Helsingin varikonpäällikkö Juha Ohvoa, työnohjaajaa Jarmo Lainetta, VR:n asentajia jotka toimivat kalustoon perehdyttämisessä, VR:n muita yhteyshenkilöitä sekä Tampereen ammattikorkeakoulun lehtoria Ilkka Tervaojaa, joka on toiminut koulun puolesta työnohjaajana.

Eemi Mäkinen

Eemi Mäkinen

Tampereella 14.2.2011

SISÄLLYS

ALKUSANAT	4
1 JOHDANTO	6
2 TYÖSKENTELEY SÄHKÖLAITTEIDEN KANSSA	7
2.1 Työskentelykäytännöt	7
2.2 Työstä vastaavat henkilöt	7
2.3 Turvallisuus ja vaarat	8
2.3.1 Työalue	8
2.3.2 Induktio	8
2.3.3 Sääolot	9
2.3.4 Erottaminen	9
2.3.5 Jännitteettömyyden toteaminen	10
3 ETÄISYYDET RADALLA TYÖSKENNELTÄESSÄ	11
3.1 Pienin työskentelyetäisyys	11
3.3 Työkone radalla	13
4 TYÖMAADOITUS	14
4.1 Yleistä	14
4.2 Maadoitusvälineet	15
5 KALUSTON HALLITUT MENETTELYOHJEET	16
6 ONGELMATILANTEISSA MAADOITTAMINEN	16
7 YHTEENVETO	16
LÄHTEET	17
LIITTEET	17

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä perehdytään sähköisen vetovoimakaluston maadoitusohjeiden laatimiseen. Pää tarkoitus on pyrkiä selkeyttämään ja parantamaan ohjeet, joita tullaan käyttämään VR-Yhtymä Oy:n opetusmateriaalina raivaus – ja pelastushenkilöstölle. Junakaluston lisääntymisen ja uudistumisen myötä materiaalilla mahdollistetaan turvallinen ja oikeaoppinen työskentely, jolloin väärinymmärryksiä ei voi syntyä kokemattomallekaan.

Työhön kootaan myös ohjeistuksia vastuuhenkilöille raivaus – ja pelastustapauksiin. Tällä mahdollistetaan johdonmukainen työskentely, jolla pyritään minimoimaan sähkötapaturmien vaara. Työssä perehdytään myös maadoittamiseen ongelmatilanteissa, ja yleisempiin ongelmiin, joita raivaus- ja pelastushenkilöstä voi saada eteensä.

Opinnäytetyön aihe on tärkeä, sillä tällä hetkellä kunnollista opetusmateriaalia ei ole ja osa maadoitusohjeista on suppeita sekä kuvattomia. Tavoitteena on saada selkeät ohjeistukset usein tarvittavista tiedoista, jolla mahdollistetaan ohjeiden kertaus ja opetus myös maallikoille.

2 TYÖSKENTELEY SÄHKÖLAITTEIDEN KANSSA

Toinen luku perustuu Suomen standardoimisliiton SFS 6002 sähköturvallisuus julkaisuun, joka sisältää myös kansallisia opastavia tietoja.

2.1 Työskentelykäytännöt

Työmenetelmät jaetaan kolmeen erilaiseen käytäntöön: työ jännitteettömänä, jännitetyö ja työ jännitteisten osien läheisyydessä. Kaikki nämä työmenetelmät perustuvat siihen, että suojaudutaan sähköiskulta ja/tai oikosulun ja valokaaren vaikutuksilta (SFS 6002, 2005, 19).

Jännitetyöllä tarkoitetaan työtä, jossa työn tekijän tarkoituksellisesti koskettaa jännitteistä osaa tai ulottuu jännitetyöalueelle joko kehonsa osilla tai käsiteltävillä työkaluilla, varusteilla tai laitteilla (SFS 6002, 2005, 46).

Työtä, johon tarvitaan sähköisen vaaran tai vammojen välttämiseksi teknistä tietoa tai kokemusta, saa tehdä vain henkilö, jolla on riittävästi tietoa ja kokemusta, tai työ on tehtävä tarvittavalla tavalla valvottuna (SFS 6002, 2005, 13).

2.2 Työstä vastaavat henkilöt

Perusperiaatteiden mukaan joko sähkölaitteiston käytöstä vastaavan henkilön tai työstä vastaavan henkilön on varmistettava, että työtä tekevillä henkilöille annetaan täsmälliset ja yksityiskohtaiset ohjeet ennen kuin työ aloitetaan ja työn valmistuttua (SFS 6002, 2005, 18).

Työn vaativuus on arvioitava ennen työn aloittamista niin, että työhön valitaan sopivat ammattihenkilöt tai opastetut henkilöt tai maallikot (SFS 6002, 2005, 13).

Työstä vastaavan henkilön on opastettava kaikkia työhön osallistuvia henkilöitä myös niistä vaaroista, joita henkilöt eivät normaalisti pysty havaitsemaan (SFS 6002, 2005, 12).

Ennen työn aloittamista, työstä vastaavan henkilön tulee antaa opastusta henkilöstölle, erityisesti sellaisille henkilöille, jotka eivät ole tottuneet työskentelyyn jännitteisten osien läheisyydessä. Opastusta annetaan siitä, millä etäisyydellä jännitteisistä osista työskennellään, miten turvaetäisyydet säilytetään työn aikana ja tarpeesta jatkuvasti tiedottaa turvallisuus. Työalueen rajat pitää määritellä tarkasti ja selkeästi ja huomiota on kiinnitettävä myös epätavallisiin tilanteisiin ja olosuhteisiin. Opastus tulee uusina sopivina väliajoin tai silloin, kun työn turvallisuuteen vaikuttavat olosuhteet muuttuvat. (SFS 6002, 2005, 28.)

Ennen kuin työ aloitetaan, työstä vastaavan henkilön on annettava sähkölaitteiston käytöstä vastaavalle henkilölle tiedot aiotun työn luonteesta ja paikasta sekä siitä miten työ vaikuttaa sähkölaitteistoon. Tiedot annetaan mieluummin kirjallisesti, erityisesti jos kyseessä on vaativa työ. (SFS 6002, 2005, 18.)

Vain sähkölaitteiston käytöstä vastaava henkilö saa antaa valtuutuksen työn aloittamiseen. Vastaavaa menettelyä pitää soveltaa myös työn kaikille keskeytyksille ja työn lopettamiselle. (SFS 6002, 2005, 18.)

2.3 Turvallisuus ja vaarat

2.3.1 Työalue

On ryhdyttävä sopiviin toimenpiteisiin, joilla ehkäistään henkilöiden vammat, joita aiheuttavat työkohteessa esiintyvät muut vaarantekijät, kuten mekaaniset laitteet, painejärjestelmät tai putoaminen (SFS 6002, 2005, 14).

2.3.2 Induktio

Jännitteiset johtimet voivat aiheuttaa varauksia läheisyydessä oleviin johtimiin tai johdaviin osiin. Kun työskennellään sähköjärjestelmissä, jotka voivat varautua induktion vaikutuksesta, pitää ryhtyä erityistoimenpiteisiin:

- Maadoittaminen sopivien väleillä, jotta voidaan pienentää johtimien ja maan välinen potentiaali turvalliselle tasolle.
- Potentiaalitasauksen käyttö työkohteessa, jolloin voidaan ehkäistä työntekijöiden itsensä kytkeytyminen induktiovirtapiiriin osaksi. (SFS 6002, 2005, 19.)

2.3.3 Sääolot

Työn aloittamista on siirrettävä ja/tai jatkamista rajoitettava, jos esiintyy haitallisia ympäristöoloja esim. salamointia, rankkaa sadetta, sumua, kovaa tuulta jne.

(SFS 6002, 2005, 19).

Jos työkohteessa on säästä johtuva olematon näkyvyys, mitään työtä ei saa aloittaa ja käynnissä olevat työt pitää keskeyttää ja saattaa työkohde turvalliseksi.

(SFS 6002, 2005, 19)

Kun nähdään salamointia tai kuullaan ukkosen jyrinää tai havaitaan ukkosen lähestyvän, sähkölaitteiston ukkosella alttiisiin johtimiin tai suoraan niihin liitettyihin laitteisiin kohdistuva työ pitää lopettaa välittömästi, jos se on vaaran välttämiseksi tarpeellista.

Asiasta pitää ilmoittaa sähkölaitteiston käytöstä vastaavalle henkilölle.

(SFS 6002, 2005, 19.)

2.3.4 Erottaminen

Se osa sähkölaitteistoa, jossa työ tehdään on erotettava kaikista syötöistä. Erottaminen pitää tehdä käyttämällä ilmaväliä tai vastaavaa eristystä, jolla varmistetaan ettei erotuskohta petä sähköisesti (SFS 6002, 2005, 20.)

Jos jännitteet kytkeminen voi tapahtua useammasta kuin yhdestä suunnasta, tai jos laitteistossa muuten on monia kytkentämahdollisuuksia, on työkohde tehtävä jännitteettömiksi erityisen huolellisesti erehdyksen välttämiseksi (SFS 6002, 2005, 20).

Työkohde on erotettava käyttöjännitteestä erottimella, erotuskytkimellä, poistamalla sulakkeet tai muulla luotettavalla tavalla. Erotuslaitteessa on oltava näkyvä avausväli, luotettava mekaaninen asennonosoitus tai sen toimiminen on muulla tavoin luotettavasti todettava. (SFS 6002, 2005, 20.)

Sähkölaitteiston osat, joihin jää täydellisen erottamisen ja jännitteen kytkeytymisen jälkeen varaus, esimerkiksi kondensaattorit ja kaapelit, on purettava varauksesta käyttäen sopivia välineitä (SFS 6002, 2005, 20).

2.3.5 Jännitteettömyyden toteaminen

Jännitteettömyys pitää todeta sähkölaitteiston kaikista navoista työalueella tai niin lähellä työaluetta kuin on käytännössä mahdollista. Jännitteettömäksi saatettujen osien tila on varmistettava paikallisissa ohjeissa määriteltyjen käytäntöjen mukaisesti. Erillisten jännitteenkoettimien toiminta pitää kokeilla välittömästi ennen käyttöä ja jos mahdollista myös käytön jälkeen. (SFS 6002, 2005, 20.)

Jännitteettömyys on todettava aina ennen kuin aloitetaan työskentely jännitteettömäksi saatetussa laitteistossa. Jos työ keskeytetään ja poistutaan työkohteesta siten, että työkohtetta ei voida valvoa itse tai työtä tekevän työryhmän toimesta, jännitteettömyys on todettava uudelleen, ennen kuin työ aloitetaan. Jännitteettömyyden toteamista uudelleen ei kuitenkaan vaadita silloin, kun on varmistettu että työkohde on työmaadoitettu. (SFS 6002, 2005, 21.)

Kuvassa 1 näkyy ajolangan jännitteenkoetus pitkällä maadoitussauvalla. Jännitteenkoetin näyttää vihreää valoa jolloin ajolanka on jännitteetön.



Kuva 1. Ajolangan jännitteenkoetin maadoitussauvassa (VR:n raivausraportit)

3 ETÄISYYDET RADALLA TYÖSKENNELTÄESSÄ

Radalla työskenneltäessä on noudatettava Ratahallintokeskuksen B 24 radanpidon turvallisuusohjeita (TURO).

Kaikki ratajohtoon kuuluvat johtimet ja niihin liittyvät rakenteet, kuten kääntöorret ja eristimet, ovat hengenvaarallisia, ellei kyseinen ratajohto ole erotettu jännitteestä ja työmaadoitettu (Ratahallintokeskus 2009, B22, 13). Liite 1 opastaa radan rakenteet avoradalla ja ratapihalla.

3.1 Pienin työskentelyetäisyys

Pienin työskentelyetäisyys on pienin ilmvälinä toteutettu työskentelyetäisyys, jonka pitää säilyä työntekijän kehon minkä tahansa osan tai suoraan käsiteltävän työkalun, työkonen tai työssä tarvittavien aineiden ja muussa potentiaalissa olevan jännitteisen osan välillä (Ratahallintokeskus 2009, B22, 13).

Työskentely jännitteisten rakenteitten yläpuolella on kielletty ilman sähkölaitteiston käytön johtajan lupaa (Ratahallintokeskus 2009, B22, 13).

Pienin työskentelyetäisyys suojaamattomista jännitteistä osista on esitetty taulukossa 1 ja 2. Muulla työkonelle tarkoitetaan konetta, joka ei ole kiskoilla liikkuva eikä ole nostokorkeudella rajoitettu. Tehtävään opastetun henkilön pienimmät työskentelyetäisyydet ratajohdon jännitteisistä osista on esitetty liitteissä 2 ja 3. (Ratahallintokeskus 2009, B22, 14.)

Taulukko 1. Työntekijän työskentelyetäisyys (Ratahallintokeskus 2009, B22, 14).

Työntekijä	Pienin työskentelyetäisyys 25kV jännitteisistä osista		Pienin työskentely- etäisyys paluujohtimesta	
	sivulla	alapuolella	sivulla	alapuolella
Sähköalan ammattihenkilö	1,5 m	1,0 m	0,5 m	0,5 m
Tehtävään opastettu henkilö	2,0 m	2,0 m	2,0 m	2,0 m

Taulukko 2. Työkoneen työskentelyetäisyys (Ratahallintokeskus 2009, B22,14).

Työkone	Pienin työskentelyetäisyys 25kV jännitteisistä osista		Pienin työskentely- etäisyys paluujohtimesta	
	sivulla	alapuolella	sivulla	alapuolella
Muu liikkuva tai siirrettävä kone ilman nostokorkeuden rajoitinta	3,0 m	2,0 m	2,0 m	2,0 m

3.2 Katkenneesta johtimesta aiheutuva vaara

Jos ratajohdon johdin on katkennut ja pudonnut maahan, myös maassa saattaa esiintyä vaarallinen jännite, ns. askeljännite. Vaarallisen alueen katsotaan ulottuvan vähintään 20 m päähän pudonneesta johtimesta. Johtimen lähelle ei sen vuoksi saa mennä, vaan katkenneesta johtimesta on toimitettava välittömästi tieto käyttökeskukseen.

(Ratahallintokeskus 2009, B22, 15.)

Ratajohdon ollessa vaurion takia maassa, vauriopaikalta ilmoitetaan alueohjaajalle, joka hälyttää käyttökeskuksen kautta sähkömiehet, tai raivauspaikalta raivauspäällikkö pyytää alueohjaajalta tai käyttökeskukselta sähkömiehet paikalle. Kuvassa 2 näkyy kontti-vaunu kaatuneena kyljelleen ja ratajohto vaurion takia maassa.



Kuva 2. Katkennut ratajohto (VR:n raivausraportit)

3.3 Työkone radalla

Rautatiealueella torni- ja erillisellä ajoneuvonosturilla tehtävät nostot on suunniteltava kirjallisesti. Suunnitelmassa on arvioitava nostojen riskit ja kartoitettava mahdolliset jännitekatkot, liikennöinnin rajoitukset ja muut riskejä pienentävät toimenpiteet ennen nostoja. (Ratahallintokeskus 2009, B24, 15.)

Sähköistetyn radan läheisyydessä tehtäviin nostotöihin on päätoteuttajan nimettävä sähköturvallisuushenkilö vastaamaan sähköturvallisuudesta ja sen valvomisesta (Ratahallintokeskus 2009, B24, 15).

Jos työkone tai sen taakka voi työkoneen rikkoutumisen, kaatumisen, vaijerin katkeamisen (vaijerin katkeamisesta ja sinkoutumisesta aiheutuvaan vaaraan on kiinnitettävä huomiota) tai muun sellaisen syyn vuoksi ulottua taulukon 2 vähimmäisetäisyyksiä lähemmäksi ratajohdon jännitteisiä osia, työkoneen runko maadoitetaan työn ajaksi paaluiskoon vähintään yhdellä 25mm² Cu-johtimella. (Ratahallintokeskus 2009, B22, 15.)

Kuvassa 2 näkyy, kun raiteelta suistunutta Pendolino junaa nostetaan Karjaalla kahdella nosturilla.



Kuva 3: Pendolinon nosto (VR:n raivausraportit)

4 TYÖMAADOITUS

Työmaadoittamisella estetään työkohteen tuleminen vaarallisesti jännitteiseksi erottamiseen käytetyn kytkinlaitteen virheellisen käytön tai virhetoiminnan takia tai muista syistä laitteistoon tulleen jännitteen takia. (Suomen Standardoimisliitto SFS 2005, 21.)

Raivaustilanteissa joissa ei ole hätätilaa, sovitaan sähköpäivystäjän kanssa maadoituksista. Sähköpäivystäjä sopii yleensä käyttökeskuksen kanssa katkosta ja suorittaa tämän jälkeen työmaadoitukset ja tarkistaa mahdolliset radan rakenteisiin kohdistuneet vauriot.

Ajolangan hätämaadoituksesta ja tilanteesta toimimisesta on kerrottu kohdassa 6.3 ”ajolangan hätämaadoitus”.

4.1 Yleistä

Työmaadoituslaitteet pitää kytkeä ensin maadoituspisteeseen ja sen jälkeen maadoitettaviin osiin. Työmaadoituslaitteiden pitää olla aina kun mahdollista nähtävissä työpisteestä. Muulloin työmaadoitus pitää asentaa niin lähelle työkohdetta kuin kohtuudella on mahdollista. (Suomen Standardoimisliitto SFS 2005, 21.)

Jos työn aikana joudutaan johtimia erottamaan (katkaisemaan) tai liittämään ja syntyy vaarallisia potentiaalieroja, potentiaalierot tulee estää ennen johtimien katkaisua tai liittämistä yhdistämällä ja/tai työmaadoittamalla johtimet työkohteessa.

(Suomen Standardoimisliitto SFS 2005, 21.)

Työmaadoitusvälineiden luotettava kiinnipysyminen työn aikana on varmistettava (Suomen Standardoimisliitto SFS 2005, 21).

Raivaus/pelastus toiminnassa, jolloin henkilö(t) on hengenvaarassa ja sähköradasta ei ole saatu heti jännitteitä pois vian tai muun takia, on toimittava harkiten aiheuttamatta lisää henkilövahinkoja.

4.2 Maadoitusvälineet

Maadoituksen tekemiseen on aina käytettävä kuhunkin kohteeseen hyväksytyjä maadoitusvälineitä. Näitä kohteita ovat:

- a) ajojohdin
- b) paluujohdin
- c) ohitusjohdin
- d) vastajohdin
- e) kytkinasemat 25kV ja 110 kV

Ajo- ja paluujohdinten maadoitusvälineet on esitetty liitteessä 4. (Ratahallintokeskus 2009, B22, 30). Ajojohdinten maadoitusvälineet näkyvät kuvissa 4,5 ja 6.



Kuva 4. Maaliitin (VR:n raivausraportit)



Kuva 5. Vaiheliitin (VR:n raivausraportit)



Kuva 6. Työmaadoitusvälineet (VR:n raivausraportit)

5 KALUSTON HALLITUT MENETTELYOHJEET

6 ONGELMATILANTEISSA MAADOITTAMINEN

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön sai alulle VR-Yhtymän raivaus- ja pelastusryhmän tarve päivittää ja yhtenäistää kaikki sähköisen vetovoimakaluston maadoitusohjeet. Työllä mahdollistetaan etenkin uuden Allegro junan maadoituksen tekemisen helpompi oppiminen suuremmalla kuva materiaalilla.

Tässä työssä on käsitelty tärkeimpänä osana maadoitusten päivittäminen, jolla mahdollistetaan myös maallikon oppiminen. Ohjeistuksissa otettiin myös huomioon sähkötöiden turvallisuus ja vastuut radalla työskenneltäessä. Opinnäytetyön on tarkoitus jatkossa toimia opetuksessa joko yhtenä kokonaisuutena tai osiin jaettuna sitä tarvitseville.

Tämä työ oli mielestäni ajankohtainen, sillä kalustoon tarkemmin perehdyttyä ja maadoituksia tehdessä, huomasin että osa edellisistä ohjeista oli hyvinkin puutteellisia henkilöille, joille kalustot ovat uusia. Työ onnistui hyvin ja sain koottua oleelliset tiedot, joita raivaustoiminnassa tarvitaan. Jatkossa uusien kalustojen kanssa olisi suotavaa tehdä samanlaiset ohjeistukset.

LÄHTEET

Allegro maadoitusohje.7.12.2010. (VR-intra). Luettu 2.1.2011

Immonen, J. 2003. Sm 3 käyttöohjekirja kuljettajalle. (VR-intra). Pdf

Immonen, J. 2005. Sm 1 – 2 kuljettajan ohjekirja. (VR-intra). Pdf

Oranne & Aja.2003. Sr 2 kuljettajan ohjekirja. (VR-intra). Pdf

Pajunen & Järvelä.2002. Sr 1 kuljettajan ohjekirja. (VR-intra). Pdf

Ratahallintokeskus. 2009. B 22 Sähkörataohjeet. Helsinki. Luettu 19.9.2010.
https://rhk.fi.directo.fi/tietopalvelu/julkaisut/b-sarjan_julkaisut/.

Ratahallintokeskus. 2009. B 24 Radanpidon turvallisuusohjeet (TURO). Helsinki.
Luettu 22.10.2010. https://rhk.fi.directo.fi/tietopalvelu/julkaisut/b-sarjan_julkaisut/.

Ryypö, H. 2011. VR-Yhtymä Oy, insinööri. Jäännösjännitteet. Sähköpostiviesti.
Ryypö.Hannu@vr.fi. Luettu 3.1.2011.

Sm 4 kuljettajan ohjekirja. 2000. Versio C. (VR-intra). Pdf

Standler Bussnang AG. 2009. Sm 5 junan käyttöohjekirja. (VR-intra). Pdf

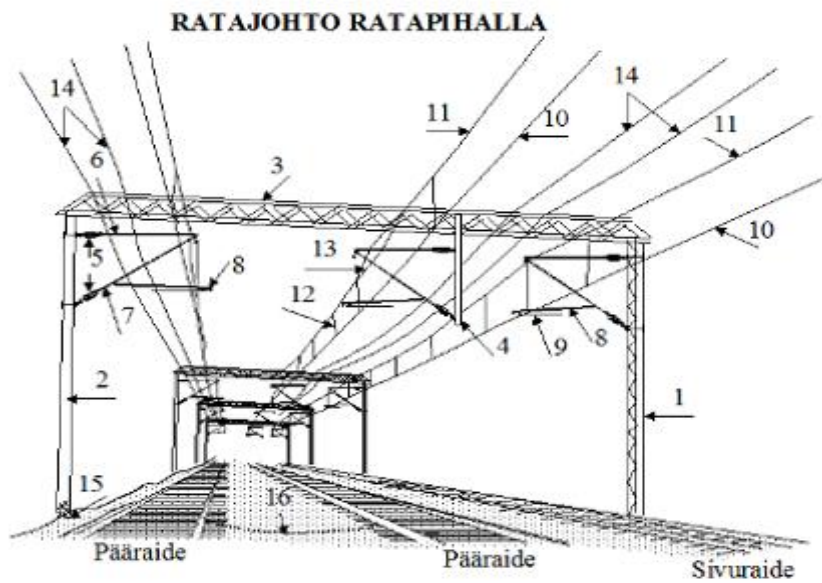
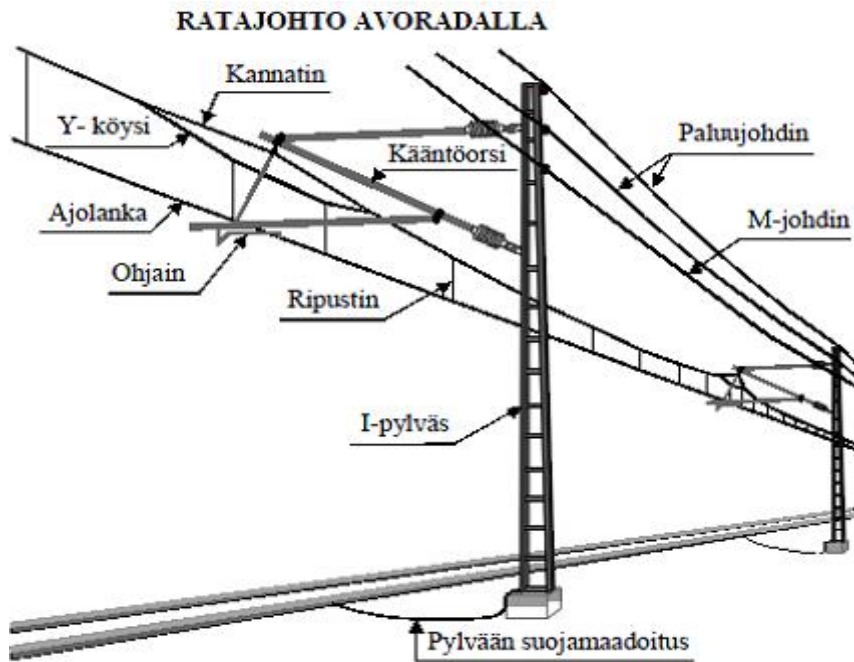
Suomen Standardoimisliitto SFS. 2005. SFS 6002. Sähköturvallisuus. 2. painos.
Helsinki. Luettu 20.10.2010.

VR raivausraportit. (VR-intra).

LIITTEET

Ratajohto avoradalla ja ratapihalla
(Ratahallintokeskus 2009, B22, 73)

LIITE 1

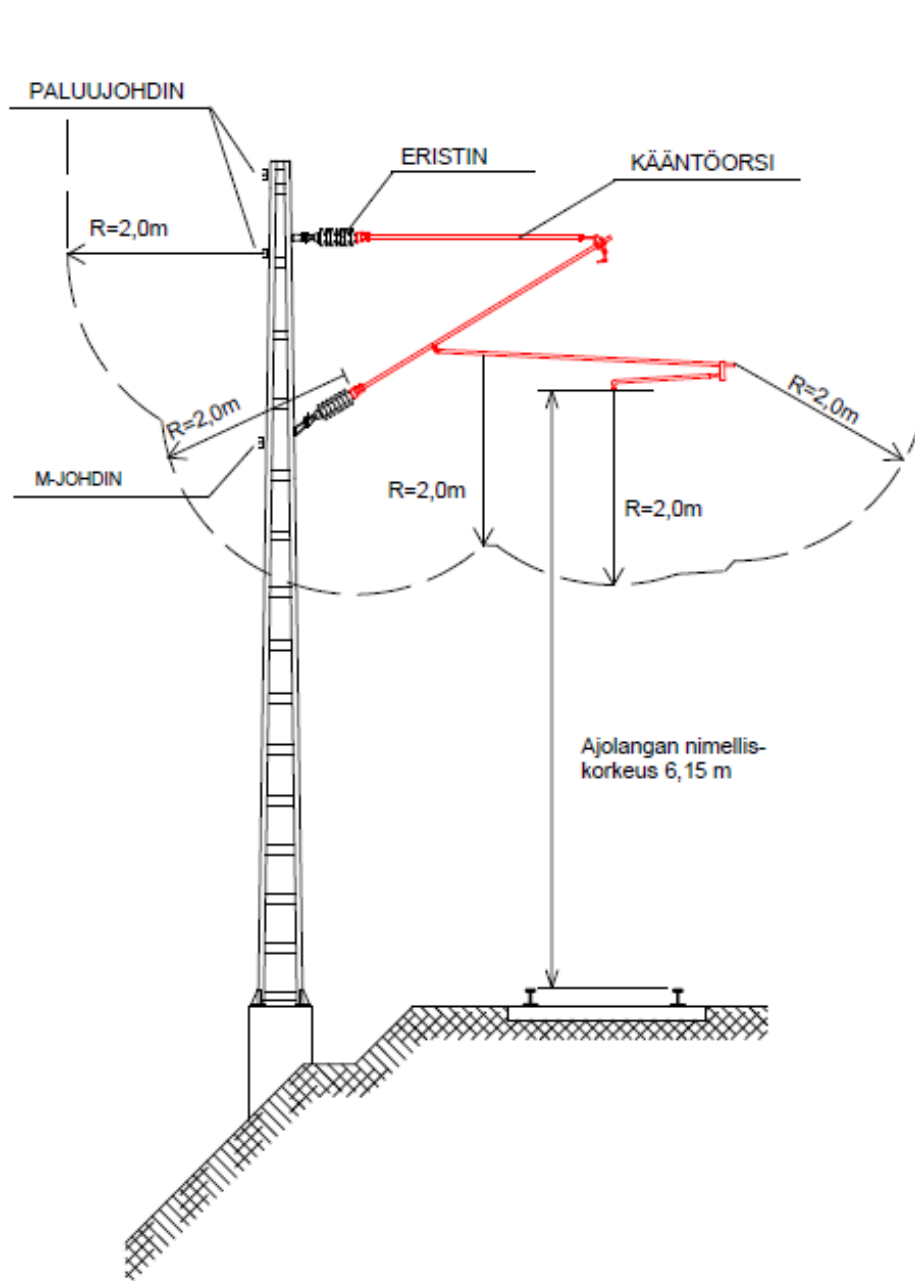


- | | | |
|--------------------|------------------------|----------------------|
| 1. Pylvään numero | 10. Ajolanka | } Ajojohtin |
| 2. Portaalin jalka | 11. Kannatin | |
| 3. Portaalin orsi | 12. Ripustin | |
| 4. Ripustusorsi | 13. Y-köysi | } Kääntöorsi |
| 5. Eristin | 14. Paluujohtin | |
| 6. Ylätuki | 15. Pylvään maadoitus | } Poikittaisyhdistys |
| 7. Vinotuki | 16. Poikittaisyhdistys | |
| 8. Sivutuki | | |
| 9. Ohjain | | |

Pienin työskentelyetäisyys järjestelmässä 25kV.

LIITE 2

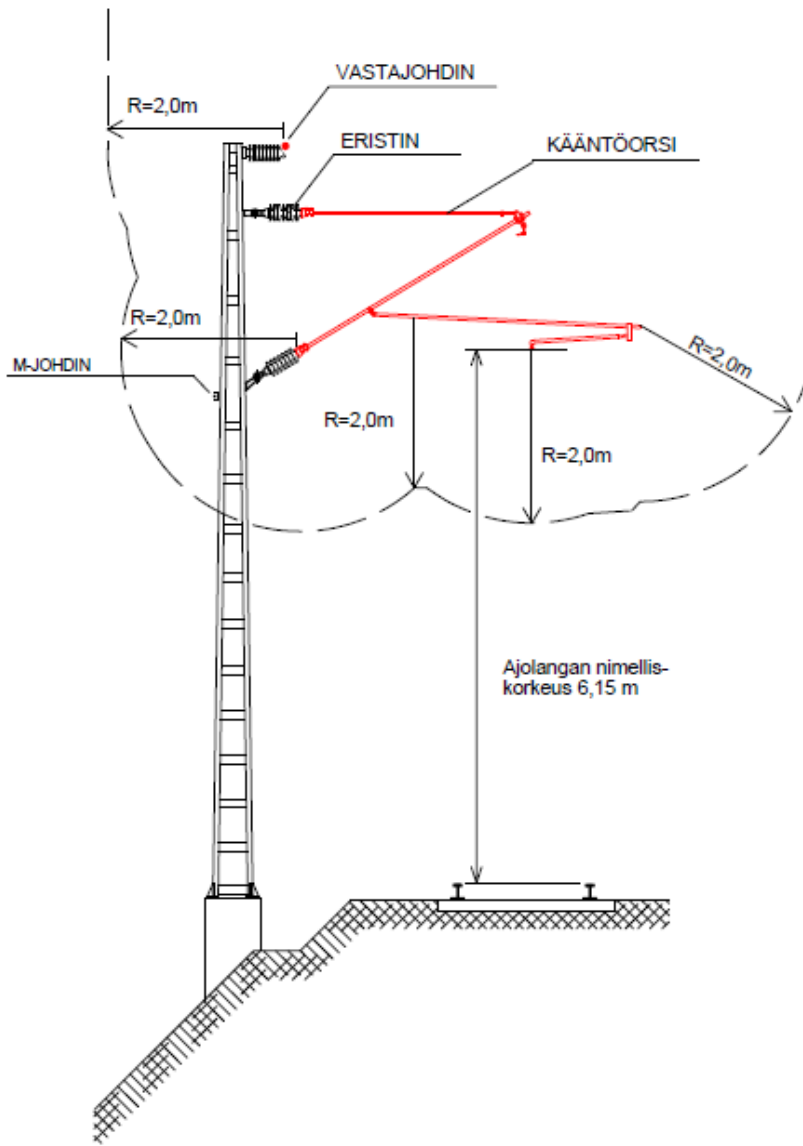
(Ratahallintokeskus 2009, B22, 75)



TEHTÄVÄÄN OPASTETUN HENKILÖN
PIENIN TYÖSKENTELYETÄISYYS
RATAJOHDON JÄNNITTEISISTÄ OSISTA
JÄRJESTELMÄSSÄ 25 KV.

Pienin työskentelyetäisyys järjestelmässä 2x25kV
(Ratahallintokeskus 2009, B22, 77)

LIITE 3



TEHTÄVÄÄN OPASTETUN HENKILÖN
PIENIN TYÖSKENTELYETÄISYYS
RATAJOHDON JÄNNITTEISISTÄ OSISTA
JÄRJESTELMÄSSÄ 2 X 25 KV.

Työmaadoitusvälineet

LIITE 4

(Ratahallintokeskus 2009, B22, 83)

