

Jere Sintonen

Keskijänniteverkkojen muuntamoiden kunnossapito ja dokumentointi

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkövoimatekniikka

Insinöörityö

5.5.2015

Tekijä Otsikko	Jere Sintonen Keskijänniteverkkojen kunnossapito ja dokumentointi
Sivumäärä Aika	58 sivua + 3 liitettä 5.5.2015
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Sähkötekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Sähkövoimatekniikka
Ohjaajat	Jarno Varteva, Yliopettaja Arto Malin, Käytön johtaja
<p>Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda Eltel Networks Oy:n kunnossapidon alaisiin Liikenneviraston omistamiin Helsingin ja Ilmalan keskijänniteverkkojen muuntamoihin huolto-ohjelmat ja -ohjeet. Ohjelmien ja ohjeiden lisäksi opinnäytetyöhön liittyi edellä mainittujen muuntamoiden sekä niihin liittyvien pienjännitepuolten pääkeskusten pääkaavioiden päivittäminen. Luotujen huolto-ohjelmien, -ohjeiden sekä dokumenttien perusteella päivitettiin myös muuntamoiden ja niihin liittyvien pääkeskusten varusteita sekä merkintöjä.</p> <p>Työssä perehdytään lakeihin, asetuksiin ja suosituksiin, joita muuntamoiden huolto-ohjeille ja dokumenteille on asetettu. Näiden lisäksi pureudutaan tarkemmin muuntamoiden eri komponentteihin sekä muuntamon syöttäviin komponentteihin ja järjestelmiin sekä niiden vaativiin huoltotoimenpiteisiin.</p> <p>Työ aloitettiin perehtymällä itse verkkoihin, niiden muuntamoihin sekä muuntamoiden syöttämiin järjestelmiin ja tarkemmin niiden komponentteihin niin teorian kuin käytännönkin kautta.</p> <p>Huolto-ohjelmien laatimisen apuna käytettiin aiheeseen liittyvää kirjallisuutta, standardeja, asetuksia, ST-kortistoa sekä alan ammattilaisten apua.</p> <p>Pääkaavioiden päivittäminen tehtiin vanhojen kuvien sekä kenttätöiden perusteella.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena syntyivät hyvät huolto-ohjelmat ja -ohjeet joita voidaan jatkossa soveltaa myös muihin vastaaviin huolto-ohjelmia vaativiin kohteisiin. Huolto-ohjelmien ja -ohjeiden avulla taataan komponenttien pidempi elinikä sekä parempi käytettävyys.</p>	
Avainsanat	Keskijänniteverkko, Muuntamo, Kunnossapito, Pääkaavio

Author Title	Jere Sintonen Maintenance and Documentation Of Middle Voltage Networks
Number of Pages Date	58 pages + 3 appendices 5 April 2015
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Bachelor of Electrical Engineering
Specialisation option	Electrical Power Engineering
Instructors	Jarno Varteva, Senior Lecturer Arto Malin, Head Of Electrical Uses
<p>The goal of the thesis was to create maintenance-plans and -instructions for the substations of the middle voltage networks of Helsinki and Ilmala, which maintenance Eltel Networks Oy is responsible for. In addition to the maintenance-plans and –instructions, part of the thesis was updating schemas of the electric switchboards of the previously mentioned substations and low-voltage main electric switchboards that are attached to them. With the created maintenance-plans, - instructions and documents, the equipment and markings of the substations were updated.</p> <p>The thesis introduces the laws, regulations and recommendations concerning the maintenance-plans and documents of the substations. The components of substations as well as the systems and components fed by them are described more specifically. Also the need of maintenance for these components is described.</p> <p>The thesis was started by getting familiar with the networks, their substations and the systems and components fed by them, from point of view of theory as well as practice.</p> <p>The maintenance-plans were created using literature, standards, and regulations concerning this topic as well as ST-kortisto and help of professionals from this field.</p> <p>Schemas of electric switchboards were updated with the help of old documents and field-work.</p> <p>The results of the thesis was favorable maintenance-plans and – instructions, which can be applied to similar targets that require maintenance-plans. With the maintenance-plans and instructions longer lifespan and reliability of the components can be achieved.</p>	
Keywords	Middle voltage network, substation, maintenance, schema of a main electric switchboard.

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Eltel Networks Oy	2
3	Liikennevirasto	2
4	Verkot	3
4.1	Verkot ennen niiden saneerauksen aloittamista	3
4.2	Saneerauksen tavoitteet	5
4.2.1	Verkkojen saneerauksen vaiheita	5
5	Opinnäytetyön tavoitteet	6
5.1	Sähkölaitteistojen huolto sekä huolto- ja kunnossapito-ohjeet	6
5.1.1	Sähkölaitteistojen luokitus	7
5.1.2	Muuntamoiden kunnossapitotarkastukset	10
5.1.3	Tämän hetkiset huolto ja kunnossapito-ohjelmat sekä -ohjeet	11
5.1.4	Uusien huolto- ja kunnossapito-ohjelmien sekä ohjeiden tavoitteet	11
5.2	Varusteet	12
5.2.1	Merkinnät	12
5.2.2	Sähkölaitteistoissa työskentelevien henkilöiden suojaamiseen tarvittavat varusteet ja muut varusteet	13
5.2.3	Alkusammutusvälineistö	15
5.2.4	Tarkka lista muista varusteista	15
5.3	Dokumentointi	17
5.4	Keinot tavoitteiden saavuttamiseksi	18

6	Keskijänniteverkot, muuntamot, kytkinlaitokset ja sähkökeskukset	20
6.1	Verkot	20
6.2	Voimakaapelit	20
6.3	Muuntamot	23
6.4	Muuntajat	23
6.4.1	Voimamuuntajat	23
6.4.2	Mittamuuntajat	25
6.5	Kytkinlaitokset	26
6.6	Verkkojen varavoima	34
6.7	Ilmalan verkon jakelumuuntamot	34
6.8	Helsingin verkon jakelumuuntamot	35
7	Toteutus	37
7.1	Muuntamoiden huolto- ja kunnossapito-ohjelmat	37
7.1.1	Keskijännitejakelujärjestelmä	38
7.1.2	Pääjakelujärjestelmä	41
7.1.3	Jako- ja ryhmäkeskukset	42
7.1.4	LVI-laitteet	42
7.1.5	Sähköliitännäsjärjestelmät	43
7.1.6	Turvavalaistusjärjestelmä	44
7.1.7	Loistehon kompensointilaitteet	44
7.1.8	Lämpökuvaus	45
7.1.9	Määräaikaistarkastukset	46
7.2	Huolto-ohjeet	47
7.3	Dokumentit	47
7.3.1	Pienjännitepuolien pääkeskusten pääkaaviot	48
7.3.2	Muuntamoiden pääkaaviot	50
7.4	Varusteet	52
7.4.1	Varusteet	53
7.4.2	Merkinnät	56
7.4.3	Seinälle kiinnitetyt kaaviot	56
8	Yhteenveto	58

Liitteet

Liite 1. Erään muuntamon pienjännitepuolen pääkeskuksen pääkaavio

Liite 2. Erään muuntamon yhden vuoden huolto-ohjelmat

Liite

3.

Huolto-ohjeet

1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö käsittelee Helsingin ja Ilmalan keskijänniteverkkojen dokumentointia sekä huolto- ja kunnossapito-ohjeita. Verkkojen komponentteja hallinnoi sekä VR-yhtymä että Liikennevirasto, Liikenneviraston hallinnoimien komponenttien kunnossapitovastuu kuuluu Eltel Networks Oy:lle. Opinnäytetyö tehdään Liikennevirastolle ja Eltel Networks Oy:lle. Lähtökohtaisesti verkkojen dokumentointi oli vanhaa tai puutteellista - sekä huolto-ohjelmat ja huolto-ohjeet olivat puutteellisia tai puuttuivat kokonaan.

Sähkölaitteistoille tulee olla huolto-ohjelmat niiden määrävälein tehtävää huoltoa varten kauppa ja teollisuusministeriön päätöksen nojalla, kyseiset ohjelmat tulee sijaita fyysisesti myös itse laitteistoissa.. Näillä on tarkoitus ylläpitää laitteistojen sähköturvallisuutta. Huolto-ohjeet eivät ole pakollisia, mutta ne ovat kuitenkin erittäin hyödylliset huollon tehokkuuden maksimoimiseksi. Kohteissa alun perin olleet huolto-ohjelmien toimenpideuettelot olivat puutteellisia, lisäksi kunnolliset huolto-ohjeet puuttuivat kaikista kohteista kokonaan. Huolto-ohjelmien puutteellisuuden ja huolto-ohjeiden puuttumisen vuoksi kohteiden laitteistojen vaatima huolto ei välttämättä toteudu täydellisesti, mikä saattaa vaikuttaa niiden elinikään ja luotettavuuteen negatiivisesti.

Niin ikään tietyt dokumentit sähköasennuksista ovat Standardin SFS 6000 nojalla pakollisia kohteissa. Opinnäytetyössä keskityttiin muuntamoiden keskijännitepuolien pääkaavioiden sekä niihin liittyvien pienjännitepuolen pääkeskusten pääkaavioiden päivittämiseen. Kohteissa alun perin olleet pääkaaviot olivat puutteellisia tai ne puuttuivat kokonaan, joten ne päivitettiin ajan tasalle kohteiden sen hetkisen tilanteen mukaisesti. Pääkaavioiden puuttuminen tai virheelliset tiedot vaikeuttavat vikatilanteessa vian selvittämistä merkittävästi, joten näiden dokumenttien olemassa olo helpottaa jo kunnossapitäjän työtä merkittävästi. Koska keskijänniteverkoissa on sekä Liikenneviraston että VR-yhtymän hallinnoimia laitteistoja, selkeät hallintorajat keskijännitepuolen pääkaavioissa ovat tarpeelliset.

Lisäksi kohteiden varusteissa ja merkinnöissä on puutteita, esim. jännitteenkoettimet ja ensiapuohjeet puuttuvat joistain kohteista. Kohteiden varusteet käydään läpi ja ne täydennetään lakien ja standardien vaatimusten mukaiselle tasolle opinnäytetyön yhteydessä sekä myöhemmin kunnossapitokäyntikertojen yhteydessä.

2 Eltel Networks Oy

Eltel Networks Oy on Euroopassa toimiva, pääasiassa infraverkkojen rakentamiseen erikoistunut yritys. Eltel toimii usealla eri infaverkon alueella mm. siirto- ja jakeluverkot, kiinteät televerkot, mobiiliverkot, viranomaisverkot, tieverkot ja rataverkot. Toimimaita ovat tällä hetkellä Suomi, Ruotsi, Norja, Tanska, Viro, Liettua, Puola, Saksa ja Iso-Britannia. Yhtiö työllistää yhteensä n. 8 600 henkeä (2014) näissä yhdeksässä maassa. Vuonna 2014 Eltelin liikevaihto oli 1.24 Miljardia. Yhtiö on kasvanut paljon ja se listautui Tukholman Nasdaq-pörssiin helmikuussa 2015. [1]

Opinnäytetyö tehdään Eltel Suomen Etelä-Suomen sähkörataverkon kunnossapidon yksikössä. Eltel on ensimmäinen yksityinen yhtiö joka on voittanut Etelä-Suomen sähkörataverkon kunnossapitosopimuksen, sopimuksen ensimmäinen vuosi oli 2013. Vuotta 2013 ennen kunnossapito on kuulunut aina VR:lle. Etelä-Suomen kunnossapidon yksikkö työllistää tällä hetkellä 18 henkeä. Kunnossapidon lisäksi yksikkö tekee sähkörataverkon turvallisuutta ja käytettävyyttä parantavia lisätöitä, joista hyvänä esimerkkinä tämä opinnäytetyö.

3 Liikennevirasto

Liikennevirasto on liikenteen asiantuntijaorganisaatio, joka toimii liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalalla ja työllistää noin 650 asiantuntijaa. Tehtävät vaihtelevat liikenteen asiantuntijatehtävistä operatiiviseen liikenteen ohjaukseen ja hallinnollisiin tehtäviin.

Liikenneviraston tehtävänä on

- ylläpitää ja kehittää liikennejärjestelmää yhteistyössä muiden toimijoiden kanssa;
- vastata valtion tie- ja rataverkosta sekä hallinnoimistamme vesiväylistä ja niihin kohdistuvien toimien yhteensovittamisesta sekä hallinnoimistamme vesiväylänpitoa koko maassa
- vastata suurten tiehankkeiden toteuttamisesta sekä ratojen ja vesiväylien suunnittelusta, ylläpidosta ja rakentamisesta

- vastata Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskusten toiminnallisesta ohjauksesta tienpidon alueella
- osallistua liikenteen ja maankäytön yhteensovittamiseen
- huolehtia liikenteen hallinnasta ja sen kehittämisestä valtion liikenneväylillä ja meriliikenteessä
- turvata talvimerenkulun edellytykset
- kehittää ja edistää liikenteen palveluja ja niiden markkinoiden toimivuutta;
- edistää väylänpidon tuottavuuden parantamista
- kehittää julkisen liikenteen toimintaedellytyksiä sekä myöntää merenkulun ja muiden liikennemuotojen edistämiseen tarkoitettuja avustuksia
- huolehtia merikartoituksen ylläpidosta ja kehittämisestä;
- varautua toimialallaan huolehtimaan liikennejärjestelmän toimivuudesta poikkeusoloissa ja normaaliolojen häiriötilanteissa. [22]

4 Verkot

4.1 Verkot ennen niiden saneerauksen aloittamista

Alun perin verkot omisti kokonaisuudessaan VR. Vuonna 1995 VR hajautettiin VR Oy:hyn, VR Trackiin sekä ratahallintokeskukseen. Tämän hajautuksen yhteydessä verkkojen kaapelit ja osa niiden muuntamoista siirtyi RHK:n ja loput muuntamoista VR-yhtymän omistukseen. Vuonna 2010 tiehallinto, merenkulkulaitos ja RHK yhdistettiin Liikennevirastoksi, jonka yhteydessä kaikki RHK:n omistuksessa olleet verkon komponentit siirtyivät LiVille. Nämä kaikki omistuksen ja yhtiöiden hajauttamiset sekä yhdistämiset ilman selkeää hallintorajojen määrittelyä on aiheuttanut sekaannusta mm. sähkökulutuksen seurannassa; yhdessä keskuksessa saattaa olla kahden eri tahon hallinnoimia kulutuslaitteita, mutta vain yksi mittaus. Ajan kuluessa verkoilla on ollut useampia kunnossapitäjiä sekä lukuisia urakoitsijoita, joiden yhteisvaikutus omistusvaihdosten kanssa on aiheuttanut sen, että verkkojen dokumentoinnissa on puutteita tai dokumentteja puuttuu kokonaan. [23]

Alkutilanteessa Helsingin 10 kV:n ja Ilmalan 20 kV:n verkot olivat yhteydessä toisiinsa Haarakallion muuntamossa sijaitsevien välimuuntajien välityksellä, jolloin verkot pystyi-

vät syöttämään toisiaan tarpeen mukaan. Haarakalliossa sijaitsi myös 3x2400kVA dieselgeneraattorit (ks. kuva 1), joilla turvattiin molempien verkkojen sähkönsyöttö vikatilanteessa. Kuitenkaan kaksisuuntaiselle verkolle ei ollut suurta käyttöarvoa ja sen ylläpitäminen lähes käyttämättömänä oli kallista mm. dieselgeneraattoreiden testien ja muuntajien tyhjäkäyntihäviöiden vuoksi. Verkkojen silloisen Helsingin Energian pääsyöttö sijaitsi niin ikään haarakalliossa.



Kuva 1. Haarakallion kolme 2 400 kVA -dieselgeneraattoria.

Molempia verkkoja syöttävät niin Liikenneviraston, Senaatti-kiinteistöjen kuin VR yhtiönkin muuntamot. Kuitenkin näiden verkkojen kaapelit olivat ja ovat edelleen kokonaisuudessaan Liikenneviraston omistuksessa.

Ennen muutosprojektia verkot yhdistävä Haarakallion välimuuntamo kuului liikennevirastolle. Helsingin puolen 10 kV:n verkossa oli yhteensä 7 muuntamoita, joista 3 VR-yhtiön hallinnoimia, 3 Liikenneviraston hallinnoimia ja 1 Senaatti-kiinteistöjen hallinnoima. Ilmalan puolella oli 11 muuntamoita, joista 7 VR-yhtiön hallinnoimia ja 4 liikenneviraston hallinnoimia.

Eltel Networks Oy:n huoltosopimuksen alaisia muuntamoita ovat Liikenneviraston hallinnoimat muuntamot sekä verkkojen kaapelit kokonaisuudessaan.

4.2 Saneerauksen tavoitteet

Verkoista haluttiin siis kaksi galvaanisesti erotettua ja itsenäisesti toimivaa verkkoa, niiden käytettävyyden ja turvallisuuden parantamiseksi. Nämä ovat siis Ilmalan 20 kV:n verkko ja Helsingin 10 kV:n verkko. Helsingin 10 kV:n verkkoon olisi toivomus luoda 2 rengasverkkoa, joista toinen olisi Liikenneviraston täysin hallitsema ja toinen VR yhtiön, myös kaapelin osalta. Kuitenkin niin, että Helsingin 10 kV:n verkko säilyisi muuten galvaanisesti yhtenäisenä.

4.2.1 Verkkojen saneerauksen vaiheita

Koska verkot haluttiin erottaa toisistaan, jäi niitä yhdistävä Haarakallion välimuuntamo tarpeettomaksi, ja se poistettiin käytöstä helmikuussa 2015 ja suunnitelmissa on sen purku vuoden 2015 aikana.

Projektin yhteydessä uusittiin myös lähes koko Helsingin 10kV verkon kaapeli, pääasiassa kaapelin huonon yleiskunnon ja osittaisen virheasennuksen vuoksi. Joillain osin kaapeli kulki ratakiskojen ali hyvin lähellä pintaa, mikä aiheutti riskitekijöitä ja hankaloitti mm. kaivuu- ja tukemiskoneen sekä muiden koneiden käyttöä alueella. Tämä kaapeli oli tärkeä osa Helsingin päärautatieaseman sähkönsyöttöjärjestelmää, ja näin ollen sen jännitteettömäksi tekeminen töiden ajaksi oli vaikeaa.

Helsingin verkon puolelta yksi 315 kVA:n muuntamo oli huonokuntoinen eikä sen saneeraus enää kannattanut, joten se purettiin vuoden 2014 alussa. Koska ennen saneerausta Helsingin verkko sai syöttönsä Haarakalliosta, Helsingin verkkoon rakennettiin uusi kytkemö johon tuotiin verkon pääsyöttö.

Ilmalan verkon puolelta ei purettu muuntamoita, mutta sinne rakennettiin yksi uusi kytkemö, samasta syystä kuin Helsingin verkkoonkin: verkon uusi pääsyöttö tuotiin sinne. Ilmalan verkkoon rakennettiin myös yksi uusi 315 kVA:n muuntamo lähinnä lisääntyneiden kulutuspisteiden vuoksi. [24]

5 Opinnäytetyön tavoitteet

Itse opinnäytetyön tavoitteena oli päivittää tai luoda kokonaan verkkojen muuntamoiden huolto-ohjelmat ja ohjeet muuntamokohtaisesti. Lisäksi kummastakin verkosta luodaan selkeät kokonaiskuvat, joissa hallintarajat ovat selkeät. Tämä pitää sisällään selkeät kuvat verkoista, niiden syötöistä ja muuntamoista sekä muista oleellisista näihin liittyvistä komponenteista. Myös lähes kaikkien muuntamoiden keskuskaavioissa on puutteita, eivätkä kaikki lähdöt ole selkeitä, joten keskuskaaviot tulee niin ikään päivittää ja dokumentoida selkeästi luettavaan muotoon.

Verkkojen muuntamoiden osalta päivityksiä tehdään vain viiden muuntamon dokumentointiin, joista kaikki ovat liikenneviraston hallinnoimia, eli siis Eltel Networks Oy:n huoltosopimuksen alaisia. Näistä muuntamoista kaksi sijaitsee Helsingin verkossa ja neljä Ilmalan verkossa. Näille kyseisille muuntamoille tehtyjä huolto- ja kunnossapito-ohjelmia sekä -ohjeita tullaan soveltamaan myös verkon muille muuntamoille sekä samanlaisille muuntamoille, jotka ovat Eltel Networksin kunnossapitosopimuksen alaisia.

5.1 Sähkölaitteistojen huolto sekä huolto- ja kunnossapito-ohjeet

Sähkölaitteistoilla tarkoitetaan kiinteitä sähköjärjestelmäkokonaisuuksia, jotka koostuvat mm. keskuksista, kaapeleista, asennuskalusteista ym. Sähkölaitteistot jaotellaan niiden ominaisuuksiensa perusteella eri luokkiin, joiden perusteella määräytyy

- määräaikaistarkastuksien suorittaja ja niiden väli
- rekisterinpitäjä, jolle ilmoitukset tehdään.

Sähkölaitteistot luokitellaan kolmeen pääluokkaan seuraavanlaisesti:

- sähkölaitteisto asuinrakennuksessa (luokka 1a)
- sähkölaitteisto erityistilassa (luokat 1d, 2b, 3a, 3b)
- sähkölaitteistokokonaisuus (luokat 1b, 2c, 2d, 3c). [6,1]

5.1.1 Sähkölaitteistojen luokitus

Tukes ohjeen S4 täydentämä kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä 517/1996 2§ luokittelee sähkölaitteistot seuraavanlaisesti.

Luokittelematon sähkölaitteisto

Enintään kahden asuinhuoneiston asuinrakennus, jossa pääsulakkeiden koolla ei ole merkitystä. Muu sähkölaitteisto luokkien 1d, 2b, 3a ja 3b erityistiloja lukuun ottamatta, kun käytössä on nimellisvirraltaan korkeintaan 35A suojaava ylivirtasuojaja.

Luokan 1 sähkölaitteistot

Luokka 1a

Sähkölaitteisto asuinrakennuksessa, jossa on enemmän kuin kaksi asuinhuoneistoa. (Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä 517/1996 2§)

Rakennus määritellään asuinrakennukseksi sen päätarkoituksen mukaan. Asuinrakennukseen voi kuulu myös muita kuin sen päätarkoituksen mukaisia tiloja, esim. liiketiloja. Muiden tilojen lisäksi asuinrakennukseen voi kuulua luokkien 1d, 2b ja 3b erityistilojen sähkölaitteistoja. [6,1]

Luokka 1b

Muuta kuin asuinrakennuksen sähkölaitteistoa, jonka suojalaitteena toimivan ylivirtasuojan nimellisvirta on yli 35 ampeeria ja joka ei kuulu luokkiin 2 tai 3. (Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä 517/1996 2§)

Luokka 1d

Sähkölaitteisto räjähdysvaarallisessa tilassa, jossa vaarallinen kemikaali edellyttää ilmoitusta pelastusviranomaiselle (Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä 517/1996 2§)

Vaarallisen kemikaalin ilmoitusta vaativa toiminta:

Vaarallisen kemikaalin vähäinen teollinen käsittely ja varastointi. Ilmoitus tehdään pelastusviranomaiselle. [Asetus vaarallisten kemikaalien teollisesta käsittelystä ja varastoinnista (59/1999)]. Jakeluaseman katsotaan harjoittavan kemikaalin vähäistä varastointia.

Nestekaasun vähäinen tekninen käyttö, käsittely tai varastointi (enintään 5 t). Ilmoitus tehdään kunnan palopäällikölle, kun nestekaasun varastointimäärä on yli 200 kg. [Nestekaasuasetus (711/1993)]

Nestekaasun keskisuuri varastointi (yli 5 t mutta enintään 50 t). Ilmoitus tehdään Tukesiin. [Nestekaasuasetus (711/1993)]

Luokan 2 sähkölaitteisto

Luokka 2b

Lääkintätilojen sähkölaitteistot niissä sairaaloissa, terveyskeskuksissa ja lääkäriasemilla, joiden leikkaussaleissa ei tehdä yleisanestesiaa tai laajapuudutusta edellyttäviä kirurgisia toimenpiteitä. (Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä 517/1996 2§)

Lääkintätila on ”Tila, jossa potilaita tutkitaan, hoidetaan (mukaan luettuna kosmeettinen hoito) ja valvotaan sähkökäyttöisten lääkärlaitteiden avulla.” [3, 440]

Luokka 2c

Sähkölaitteistoa, johon kuuluu yli 1000 voltin nimellisjännitteisiä osia, lukuun ottamatta sellaista sähkölaitteistoa, johon kuuluu vain enintään 1000 voltin nimellisjännitteellä syötettyjä yli 1000 voltin sähkölaitteita tai niihin verrattavia laitteistoja. (Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä 517/1996 2§)

Yli 1000 voltin laitteistot, kiinteistöjen muu sisäinen jakeluverkko ja sellaiset rakennukset ja alueet yms. joissa enintään 1000 voltin laitteistoja, jotka kuuluvat saman haltijan sähkölaitteistoon. Saman kiinteistön tai kiinteistöryhmän alueella voi olla kuitenkin useita haltijoita ja eri luokkien sähkölaitteistoja. Luokkaan 2c sisältyy myös saman kiinteistön alemman luokan sähkölaitteistot.

Luokka 2d

Sähkölaitteistoa, jonka liittymisteho, jolla tarkoitetaan sähkölaitteiston haltijan kiinteistölle tai yhtenäiselle kiinteistöryhmälle rakennettujen liittymien liittymistehojen summaa, on yli 1600 kilovolttiampeeria. (Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä 517/1996 2§)

Luokan 2d määritelmää vastaava sähkölaitteisto, jossa laitteiston jännite on enintään 1 000 voltia ja liittymisteho on yli 1 600 kilovolttiampeeria.

Luokka 3a

Sähkölaitteistoa räjähdysvaarallisessa tilassa, jossa vaarallisen kemikaalin valmistus, käsittely tai varastointi taikka räjähteen valmistus vaatii lupaa. (Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä 517/1996 2§)

Vaarallisen kemikaalin lupaa vaativa toiminta:

Vaarallisen kemikaalin laajamittainen teollinen käsittely ja varastointi (Asetus vaarallisen kemikaalien teollisesta käsittelystä ja varastoinnista (59/1999)).

Nestekaasun laajamittainen tekninen käyttö, käsittely ja varastointi (yli 50t) sekä keskisuuri tekninen käyttö tai käsittely (yli 5t, enintään 50t) (Nestekaasuasetus (711/1993)).

Maakaasuputkien rakennuttaminen ja maakaasun varastointi. Luokan 3 sähkölaitteistoja on paineenlisäys- ja paineenvähennysasemilla, tankkausasemilla sekä suurissa käyttökohteissa (>6MW) (Valtioneuvoston asetus maakaasun käsittelyn turvallisuudesta (551/2009)).

Räjähteiden valmistus ja sen yhteydessä tapahtuva varastointi (perustamislupa) (räjähdeseasetus (473/1993)).

Luokka 3b

Lääkintätilojen sähkölaitteistoa sellaisessa sairaalassa tai terveyskeskuksessa taikka sellaisella yksityisellä lääkäriasemalla, jossa tehdään yleisanestesiaa tai laajapuudutusta edellyttäviä kirurgisia toimenpiteitä. (Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä 517/1996 2§)

Myös saman haltijan samassa kiinteistössä, eri rakennuksessa sijaitsevat luokan 3b lääkärintiloissa sijaitsevat sähkölaitteistot kuuluvat tähän luokkaan.

Luokka 3c

Verkonhaltijan jakelu-, siirto- ja muuta vastaava sähköverkko. (Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä 517/1996 2§)

Sähkönjakeluverkko, joka vaatii sähköverkkoluvan. Näillä verkoilla tarkoitetaan kiinteistöihin kuulumattomia jakelu- ja siirtoverkkoja.

5.1.2 Muuntamoiden kunnossapitotarkastukset

Kunnossapitotarkastukset ovat säännöllisin väliajoin tehtäviä tarkastuksia, joilla varmistetaan laitteiston kunnossapito ja turvallinen käyttö. Tarkastusten perusteella laitteistojen puutteet ja viat pystytään korjaamaan riittävän ajoissa. Kauppa ja teollisuusministeriön päätös (517/1996) 10 §, edellyttää sähkölaitteiston kunnan ja turvallisuuden tarkailua sekä puutteiden ja vikojen poistamista riittävän nopeasti.

Muuntamot luokitellaan 2c-luokan sähkölaitteistoiksi, ja tämän nojalla kauppa ja teollisuusministeriön pykälä (517/1996) 11 §, vaatii luokkien 2 ja 3 sähkölaitteistoille kunnossapito-ohjelman, jolla varmistetaan sähkölaitteistojen sähköturvallisuuden ylläpito.

Kunnossapitotarkastuksista on tehtävä pöytäkirja on tehtävä yksityiskohtainen tarkastuspöytäkirja, jossa yksilöidään tarkastuksen kohteena olevat asennukset ja muut kohdat. Pöytäkirjaan tulee merkitä kaikki viat ja puutteet sekä mittausten tulokset. [8, 361]

Eltelin ja Liikenneviraston välisessä kunnossapitosopimuksessa sanotaan muuntamoiden huolloista sekä niiden aikavälistä seuraavasti:

Muuntamon (suurjännitelaitteet, muuntajat, pienjännitelaitteet, kaapelit, muuntamon varusteet ja maadoituksen) tarkastukset ja huollot kerran vuodessa sekä vian korjauksen. Tarkastukset ja huollot tehdään liikenneviraston ohjeistuksien mukaan, sekä sähkönjakeluverkkojen huolto- ja kunnossapito-ohjeiden mukaan. Lisäohjeina käytetään laitevalmistajien ohjeita sekä SFS6000-6002.

Rakennusten joiden sisällä sijaitsee muuntamo, sähkölaitteiston kunnossapito kuuluu kokonaisuudessaan muuntamoiden käytön johtajan vastuulle, joten näiden rakennusten kaikille sähköasennuksille tulee tehdä kunnossapito-ohjelma. Itse kunnossapito ei kuitenkaan kuulu Eltelille vaan tämä kunnossapito-ohjelma tulee toimittaa näiden ra-

kennusten pienjännitepuolen sähköasennuksista vastuussa olevalle taholle. Tällaisia muuntamoita on Helsingin verkossa kaksi ja Ilmalassa yksi.

Kunnossapitotarkastukset ovat käytännössä sähköasennusten yksityiskohtaista tutkimista, joka tehdään asennusta purkamatta tai se osittain purkamalla. Tarkistuksiin kuuluu myös mittauksia sekä varusteiden tarkastamista.

5.1.3 Tämän hetkiset huolto ja kunnossapito-ohjelmat sekä -ohjeet

Tällä hetkellä muuntamoiden huolto-ohjelmat ovat paperiversioita, joiden dokumentointi ja arkistointi eivät tue niiden tehtävää. Koska huolto-käyntien yhteydessä täytetyt tarkistuslistat ovat paperiversioita, jotka jäävät joko itse muuntamoille tai ne arkistoidaan toimistolle, niihin merkityt viat ja puutteet jäävät helposti huomiotta. Huolto-ohjelmat ovat myös osittain puutteellisia, jolloin tärkeät huoltoon vaativat komponentit saattavat jäädä täysin huomiotta. Joiltain sähköjärjestelmiltä puuttuu huolto-ohjelmat täysin, esim. kompensointilaitteet. Tämänhetkisille huolto-ohjelmille ei myöskään ole varsinaisia ohjeita, joissa olisi huoltotoimenpiteet tarkemmin selitettynä.

5.1.4 Uusien huolto- ja kunnossapito-ohjelmien sekä ohjeiden tavoitteet

Uusiin huolto-ohjelmiin on tarkoitus täydentää mahdolliset puuttuvat kohdat, sekä tarkentaa eri huoltotoimenpiteiden intervallia. Huolto-ohjelmat on tarkoitus tehdä sähköiseksi Excel-tiedostoina Railbase-ohjelmaan, jota käytetään radan sähköratajärjestelmän kunnossapidon seurantaan ja dokumentointiin, jolloin niiden seuranta on helpompaa ja viat sekä puutteet tulee korjattua nopeammin. Itse muuntamoilla säilytetään paperiversiota kyseisestä kunnossapito-ohjelmasta ja se pidetään ajan tasalla. Railbasea käyttämällä myös verkon omistaja, eli Liikennevirasto voi seurata muuntamoiden huoltotoimenpiteitä. Näin ollen pystytään parantamaan sekä sähköturvallisuutta, että muuntamoiden ja niiden komponenttien elinikää.

Muuntamoille tehtävien huolto-ohjeiden tavoitteena on selkeyttää yksittäisiä huoltotoimenpiteitä, jolloin huollon tekeminen on nopeampaa ja sujuvampaa. Huolto-ohjeiden käyttäminen varmistaa myös sen, että vaaditut toimenpiteet tulee tehdyksi asianmukaisesti.

Yhteensä Eltelin kunnossapitosopimuksen alaisia muuntamoita on 26 kappaletta, ja niiden perustarkastuskäyntien intervalli on yksi vuosi. Tarkastuskäynnit pyritään tekemään ajallisesti kaikille muuntamoille mahdollisimman lähellä toisiaan, tavoitteena keväällä. Käyntien jälkeen pidetään kokous, jossa käydään käytön johtajan kanssa läpi muuntamoiden puutteet ja viat sekä tehdään arvio niiden korjauksien kiireellisyydestä sekä korjaussuunnitelmat ja aikataulut. Seurantakokous pidetään vuosittain toukokuussa.

5.2 Varusteet

Erilaisten varusteiden kohteissa on varmistaa niiden yleinen turvallisuus sekä työskentelytilanteen turvallisuus.

5.2.1 Merkinnät

Merkintöjen tarpeellisuudesta on sanottu standardissa SFS 6001 kohdassa 7.8, seuraavanlaisesti:

7.8.1 Yleistä

Laitteistot on oltava selkeästi tunnistettavissa ja niissä pitää olla yksiselitteiset merkinnät jotta vältetään virheellinen käyttö, inhimilliset erehdykset, onnettomuudet yms. käyttö- ja kunnossapitotoiminnan aikana.

Kyltit, taulut ja ilmoitukset on tehtävä kulutusta ja korroosiota kestävästä materiaalista ja painettava kestävillä merkeillä.

Kytkinlaitteen käyttöasento on näytettävä selkeästi asennonosoittimilla elleivät pääkoskettimet ole selvästi käyttäjän nähtävissä.

Kaapelipäätteet ja osat on tunnistettava. Tarpeelliset yksityiskohdat on merkittävä, jotta tunnistaminen johtoluettelon tai –kaavion mukaan on mahdollista.

7.8.2 Ilmoitus- ja varoituskyltit

Sähkötiloihin ja teollisuusrakennuksien sähkölaitetiloihin on asetettava tilan ulkopuolelle ja kuhunkin sisäänkäyntioveen tilan tunnistetiedot ja merkinnät vaaroista.

7.8.3 Varoitukset sähkön vaarallisuudesta

Kaikki sisäänkäyntiovet sähkötiloihin ja sähkötilaa rajaavan aidan kaikki sivut on varustettava ulkopuolelta näkyvällä sähkön vaarallisuudesta varoittavalla kilvellä. Kaikki sähkötilojen ulkopuolella olevat suurjännitteiset laitteet, kuten pylväs muuntamot, pylväskytkinlaitokset, kytkentäkaapit ja suurjännitemoottorit on myös varustettava sähkön vaarallisuudesta varoittavilla kilvillä.

Varoituskilpenä käytetään kolmiomaista sähkön vaarallisuudesta varoittavaa kilpeä.

7.8.4 Asennukset, joihin on yhdistetty kondensaattoreita

Kondensaattorit on varustettava varoituskyltillä, joissa ilmoitetaan purkausaika

7.8.5 Uloskäytävien ja varateiden merkinnät

Uloskäytävät ja varatiet on osoitettava tarkoituksenmukaisella kilvellä.”

Lisäksi on mainittu, että kaikkien kilpien tulee täyttää valtioneuvoston päätöksessä (976/1994) esitetyt vaatimukset.

5.2.2 Sähkölaitteistoissa työskentelevien henkilöiden suojaamiseen tarvittavat varusteet ja muut varusteet

Standardin SFS 6001 kohdassa 7.3 on mainittu varusteita, joilla taataan sähkölaitteistoissa työskentelevien henkilöiden turvallisuus käyttö- ja kunnossapitotilanteissa. Siinä on mainittu erotuslaitteista, jännitteenkoettimista ja työmaadoitusvälineistä seuraavallisesti:

7.3.1 Asennusten tai kojeiden erotuslaitteet

Koko asennus tai sen osa on voitava erottaa käyttövaatimusten mukaisesti siihen varatuilla laitteilla.

Tämä voidaan tehdä käyttämällä erottimia tai kuormanerottimia tai erottamalla asennuksen osa esimerkiksi poistamalla liitoskappaleet tai yhdistysjohtimet.

Asennuksen tai asennuksen osat, joita voidaan syöttää useasta syöttösunnasta on voitava erottaa jokaisesta suunnasta.

Jos useiden laitteiden tähtipisteet kytketään rinnan, ne on voitava erottaa yksittäin. Tämä koskee myös maasulkukeloja ja –vastuksia. Verkkoon liitettyjen laitteiden tähtipisteiden ylijännitesuojaus on säilytettävä.

Sellaisissa laitteissa, esimerkiksi kondensaattoreissa, joissa voi olla jännite syötön erottamisen jälkeen, on oltava välineet varauksen purkamiseen.

Erotusvälit voidaan muodostaa eristimien tms. avulla vain jos vuotovirtojen kulku navasta toiseen näin estetää.

7.3.2 Erotuslaitteiden kiinnityskennän estäminen

On oltava käytettävissä sopivat välineet, joilla estetään erottamiseen käytetyn laitteen käyttövoima (jousivoima, ilmanpaine, sähköenergia) toiminta tai ohjauksen käyttö. Käyttäjät voivat vaatia, että nämä välineet ovat lukittavissa.

Jos poistettavia osia, kuten varokkeita tai ulosvedettäviä katkaisijoita, käytetään täydelliseen erottamiseen ja ne korvataan kierrekannella tai peitetulpalla, näiden kansien ja tulppien on oltava sellaisia, että ne voidaan poistaa vain käyttämällä sopivaa työkalua kuten avainta.

Käsitöissä kytkimissä on voitava käyttää mekaanisia lukituslaitteistoja kiinnityskenttien estämiseksi.

7.3.3 Välineet jännitteettömyyden toteamiseen

Tarvittaessa on hankittava välineet, joilla todetaan laitteiden jännitteettömyys ottaen huomioon käyttövaatimukset. Hankinnan laajuus on sovittava toimittajan ja käyttäjän kesken.

Välineillä on voitava tarkistaa jännitteettömyys työskentelykohdissa aikaisemmin jännitteisinä olleista osista ilman tehtävää suorittavalle henkilölle aiheutuvaa vaaraa.

Vaatimusten täyttämiseksi voidaan käyttää kiinteitä laitteita tai siirrettäviä välineitä.

7.3.4 Työmaadoitusvälineet

Jokainen erikseen erotettava asennuksen osa on voitava työmaadoittaa.

Laitteet (kuten muuntajat tai kondensaattorit) on voitava työmaadoittaa työskentelykohdassa, ellei työskentelykohta sijaitse kojeistojen välittömässä läheisyydessä. Vaatimus ei koske osia, missä työmaadoittaminen ei ole käytännöllistä tai tarkoituksenmukaista (esimerkiksi muuntajat tai sähkökoneet, joissa on laippaan asennetut kaapelit tai kaapelin liitännäkotelot). Näissä tapauksissa työmaadoittaminen on suoritettava kojeiston kennoissa tai -kentissä ensiö- ja toisiopuolella. Tavallisesti on voitava työmaadoittaa muuntajan molemmat puolet.

Seuraavat työmaadoitusvälineet on hankittava toimittajan ja käyttäjän keskenään sopimassa laajuudessa.

- maadoituserottimet (mieluiten kytkentäkykyiset maadoituskytkimet)
- maadoituserotinvaunut

- siirrettävät työmaadoitusvälineet tai työmaadoitus- ja oikosulkuvälineet
- ohjattavat maadoitussauvat ja työmaadoitusvälineet

7.3.6 Suojavälineiden säilytys

Jos suojavälineet säilytetään asennuksen luona, ne on sijoitettava paikkaan, josta ne on helposti saatavissa käyttöön ja joissa ne ovat suojassa kosteudelta, liialta ja vaurioilta.

5.2.3 Alkusammutusvälineistö

Koska sähkölaitteistoja sisältävät tilat voidaan luokitella palovaarallisiksi tiloiksi, niiden läheisyyteen on sijoitettava niiden paloon soveltuvat sammuttimet. Nämä sammuttimet on sijoitettava kiinteästi niiden sijoituspaikalle kaatumisen ehkäisemiseksi. [19]

5.2.4 Tarkka lista muista varusteista

Standardien pohjalta laadittu ST-kortiston kortissa 53.11 ”Kaapeliliitäntäiset sähkönkäyttäjän muuntamot” kohdassa 10 on listattu tarkemmin vaadittuja merkintöjä, kylttejä ja varusteita kappalemäärineen, jotka vaaditaan keskijännitekojeistoissa.

10.1 Työpaikan maadoitusvälineet

Keskijännitekojeistossa tulee olla:

Jännitteen ilmaisain liityntäkaapeleille.

Jännitteen ilmaisain myös jokaiselle muuntaja- tai kaapelilähdölle etenkin silloin, kun on takasyötön mahdollisuus.

Ilmaeristeisten keskijännitekojeistojen yhteydessä tarvitaan yleensä jännitteen koettimet, joiden tulee olla työryhmällä varusteena. Uusiin ilmaeristeisiin kojeistoihin on saatavissa maadoituskytkimiä, jolloin jännitteen ilmaisain on riittävä

Maadoituskytkimet uusissa kojeistoissa jokaista kaapelilähtöä ja muuntajaa sekä kiskostoa varten. Muuntajan maadoituskytkimen tulee maadoittaa muuntajan keskijännitesulakkeen kumpikin napa tai sulakkeenvaihdon tulee olla muuten täysin turvallista. Mittauskennon maadoituskytkimen voi korvata maadoituskohtioilla ja siirrettävillä työmaadoituslaitteilla, jos maadoituskytkimen sijoittaminen tuottaa vaikeuksia

Siirrettävät maadoituslaitteet pienjännitekeskuksen työmaadoituksia varten tai maadoituskytkimet 1000 A tai suurempiin pienjännitekeskuksiin

10.2 Muut varusteet ja merkinnät

Muuntajan suojana olevia keskijännitteen sulakkeita tulee olla varalla 3 kpl kutakin käytössä olevaa kokoa ja lajia. Mikäli sulakkeiden vaihto vaatii erikoistyökaluja, on niiden oltava muuntamossa sulakkeiden läheisyydessä.

Sähkön kulutuksen päämittarit toimittaa yleensä verkonhaltija. Niiden sijainti merkitään kilvellä "PÄÄ-MITTAUS".

Keskijännitekojeistossa suoritetaan seuraavat merkinnät:

Liittymiskuormanerotimet "VERKONHALTIJA OY" (yrityksen nimi ja verkonhaltijan ohjeen mukainen kaapeliosoite)

PÄÄKYTKIN tai PÄÄKATKAISIJA (kojeen mukaan)

Mittamuuntajat: MITTAUS

Muuntaja 1: MUUNTAJA 1

Lähtö 1: LÄHTÖ 1 ja osoite

Muut kytkinlaitteet merkitään asiakkaan ohjeen mukaan.

Jokaisessa muuntamossa tulee olla seinälle kiinnitettynä seuraavat kaaviot:

Sähköinen pääkaavio

Maadoituskaavio

Tarrakilpi "Muista työmaadoittaa", joka kiinnittää huomion työmaadoitusten pakollisuuteen

Hätäpuhelinnumero

Sähkönkäyttäjän päämuuntamossa tulisi lisäksi olla kansio, johon kootaan muuntamoon liittyviä tietoja:

Käytön johtajan yhteystiedot

Muuntamon suunnitteluvaiheen ja normaalin käyttötilanteen mukainen oikosulkuvirta, joka saadaan pyydettäessä verkonhaltijalta. Tiedon antamispäivä ja antaja merkitään.

Maadoitusresistanssin arvo valmistumishetkellä ja tarkistusmittausten yhteydessä

Verkonhaltijan ilmoittama vaadittavan maadoitusresistanssin arvo (Päiväys ja henkilö, keneltä tieto on saatu)

Releasettelut: laukaisuvirta ja -aika sekä mahdollinen maasulkusuojauksen aset-
teluvirta (Päiväys ja henkilö, kenen kanssa asetteluista on sovittu)

Kansioon tulisi sijoittaa myös seuraavat kunnossapidon ja käytön dokumentit:

Huolto ja kunnossapito-ohjelma

Kaikki tarkastuspöytäkirjat

Kaikki vuosittaiset toimenpidemuistiot

Jokaisessa muuntamossa tulee olla standardissa SFS 6002 mainittuja standardin
SFS ISO 3864 mukaisia turvallisuuskilpiä vähintään seuraavasti:

2–3 kpl kolmiomaista varoituskilpeä, jossa on teksti "ÄLÄ KYTKE – TYÖ KÄYN-
NISSÄ"

2 kpl kolmiomaista yleisestä jännitteisyydestä varoittavaa kilpeä

Suorakaiteen muotoinen kilpi, jossa on varoitusnuoli kolmiossa ja teksti "PÄÄSY
SIVULLISILTA KIELLETTY"

Muuntamon oven ulkopuolelle kiinnitetään kilpi "MUUNTAMO" ja verkonhaltijan
kanssa sovittu muuntamon nimi tai numero.

Muuntamoihin kasataan ST kortin 53.11 kohdan 10.2 mukainen kansio, jolle hankitaan
ja asennetaan kosteudelta ja lialta suojaava tasku kansion dokumenteille. Asentajien
kokemusten mukaan erityisesti puistomuuntamomallisten muuntamoiden dokumentit
ovat usein fyysisesti huonossa kunnossa erityisesti liian ja kosteuden vuoksi, ja ne me-
nevät nopeasti käyttökelvottomiksi ja menettävät näin ollen merkityksensä. [5]

Näiden lisäksi laaditaan yllä olevan mukaisen listan mukainen tarkistuslista muunta-
moille, joka säilytetään edellä mainitussa kansiossa. Listan avulla voidaan helposti tar-
kastaa muuntamoiden varusteet huoltokäyntikertojen yhteydessä.

5.3 Dokumentointi

SFS Standardin 6000:2007 kohdan 132.13 mukaan: "jokaisesta sähköasennuksesta on
oltava tarpeelliset dokumentit". Kohdassa 514.5 kohtaa 132.13 on tarkennettu seuraa-

vanlaisesti:

514.5.1. Sähköasennusten dokumentointiin on käytettävä kaavioita, piirustuksia ja taulukoita, joista ilmenee erityisesti seuraavat tiedot:

- Virtapiirien laji ja rakenne (kulutuspisteiden sijainti, johtimien lukumäärä ja koko, johtolaji, johtojen tyypit), sekä

- Tiedot, joiden avulla suoja-, kytkin- ja erotuslaitteiden ominaisuudet ja niiden sijainti voidaan tunnistaa.

- Yksinkertaisista asennuksista voivat edellä mainitut tiedot olla luettelomuodossa.

Dokumenttien tulee sisältää seuraavat yksityiskohtaiset tiedot siltä osin kuin ne ovat tarpeen kussakin asennuksessa:

- Johtimien tyypit ja poikkipinnat

- Virtapiirien pituudet, joita tarvitaan suojausta tai jännitteen alenemaa koskevien laskelmien tekemiseen (yleensä riittää mitoituksessa käytetyt maksimipituudet)

- Suojalaitteiden lajit ja tyypit

- Suojalaitteiden mitoitusvirrat tai asetellut

- Prospektiiviset oikosulkuvirrat ja suojalaitteiden katkaisukyvyt

- Nämä tiedot pitäisi olla käytettävissä asennuksen jokaisesta piiristä.

Tiedot päivitetään asennuksen jokaisen muutoksen jälkeen.

514.5.2. Käytettyjen piirrosmerkkien on oltava standardin SFS-IEC 60617 (julkaistu SFS-käsikirjana e510) mukaisia tai muuten yksiselitteisiä.

5.4 Keinot tavoitteiden saavuttamiseksi

Yhtenä tavoitteena oli päivittää muuntamoiden dokumenttien puutteita. Helpoin tapa työn aloittamiseksi on kerätä kohteiden mahdolliset dokumentit itse kohteista sekä Hyvinkään VR:n arkistosta, josta löytyy dokumentteja kaikkeen Suomen rataverkkoon liittyvästä.

Saatuja ja löydettyjä dokumentteja sitten verrattaisiin kohteiden sen hetkiseen tilantee-

seen, ja mahdolliset muutokset päivitetäisiin olemassa oleviin dokumentteihin tai vaihtoehtoisesti dokumenttien puuttuessa ne laadittaisiin kokonaan uudelleen.

Muuntamoiden pääkaavioiden osalta on olemassa suurpiitteiset dokumentit, joiden tiedot täydennetään ja kuvat tarkentavineen tietoineen toimitetaan VR:n suunnittelijalle puhtaaksi piirrettäväksi. Pääkeskusten osalta kuvat päivitetään ja tehdään alusta alkaen ja valmiit sähköiset dokumentit toimitetaan VR:n arkistoon ja niistä tulosteet itse kohteisiin sekä Eltelin kunnossapidon toimistoon.

Puuttuvien tietojen selvittämiseksi täytyy tehdä käyntejä sähkötiloihin joissa laitteiden kotelointiluokat eivät täytä kotelointiluokan IP2X vaatimuksia:

- Suojaa ihmistä koskettamasta sormella vaarallisia osia. Nivelsormella, jonka halkaisija on 12 mm ja pituus 80 mm, on oltava riittävä etäisyys vaarallisiin osiin.
- Suojaa koteloinnin sisällä olevaa laitetta halkaisijaltaan 12,5 mm tai sitä suurempien vieraiden esineiden sisään tunkeutumiselta
- Veden tunkeutumiselle ei ole asetettu vaatimuksia. [3,168]

Tällöin niissä käyminen edellyttää sähköalan ammattihenkilön valvontaa tai tehtävää perehdytystä.

TAI

Niissä on täysin kosketussuojaamattomia, puomilla suojattuja tai osittaisella verkkoaitauksella suojattuja kojeistoja. Tällöin niissä käyminen edellyttää sähköalan ammattihenkilön jatkuvaa valvontaa, eikä pelkkä tehtävään perehdytys riitä. [2, 100]

Koska sähköalan ammattihenkilöksi katsotaan kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksen sähköalan töistä (516/1996) pykälän 11§ perusteella henkilö, joka on kyseisiin töihin opastettu ja täyttää yhden tai useamman alla olevien kohtien määritelmistä:

- Sähköalan diplomi-insinööriin, insinööriin tai teknikon tutkinto,
- Sähköalan ammattitutkinto tai yliasentajan erikoisammattitutkinto taikka vastaavat tutkinnot,
- Hyväksytysti suoritettu sähköalan oppisopimuskoulutus,

-Ammattikoulun tai vastaavan koulun kaksivuotinen sähköalan koulutus ja sen jälkeen kaksi vuotta työkokemusta kyseisissä sähköalan töissä taikka kolmivuotinen sähköalan koulutus ja sen jälkeen vuosi vastaavaa työkokemusta,

-Suoritettuna aikuiskoulutuskeskuksen sähköalan vähintään 50 viikon kurssi ja sen jälkeen kolme vuotta työkokemusta kyseisissä sähköalan töissä taikka Kuiden vuoden kokemus kyseisistä sähköalan töistä ja riittävät alan perustiedot

Näistä syistä tekijä ei itsenäisesti voi selvittää kaikkien komponenttien tietoja ja näin ollen osa käyntikerroista tehdään Eltel Networksin asentajan kanssa, joka täyttää sähköalan ammattihenkilön määritelmän.

Sähkötilojen varusteiden tarkastaminen tehdään tarkistuskäyntikertojen yhteydessä ja mahdolliset puuttuvat varusteet toimitetaan kohteisiin sekä varustelistat dokumentoidaan.

Huolto-ohjelmat ja ohjeet suunnitellaan yhteistyössä verkkojen käytön johtajan sekä muuntamoiden huollosta vastaavien asentajien kanssa, jotta uudet huolto-ohjelmat ja ohjeet palvelisivat mahdollisimman hyvin kaikkia osapuolia sekä itse verkkoa.

6 Keskijänniteverkot, muuntamot, kytkinlaitokset ja sähkökeskukset

6.1 Verkot

Keskijänniteverkoksi luokitellaan verkot, joiden nimellisjännite on 1-36kV. Helsingin 10 kV:n ja Ilmalan 20 kV:n verkot ovat siis määritelmän mukaisesti ns. keskijänniteverkkoja, jotka luokitellaan myös jakeluverkoiksi. [20]

Aiemmin verkot olivat yhteydessä toisiinsa, mikä oli ainutlaatuinen tapaus Suomessa. Nykyisin verkot ovat omia ns. rengasverkkoja, eli jokaiselle muuntamolle tulee syöttö kahdesta suunnasta.

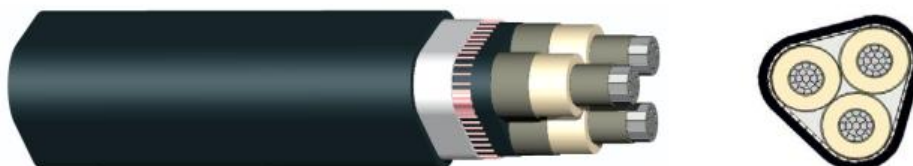
6.2 Voimakaapelit

Helsingin ja Ilmalan keskijänniteverkkojen kaapelit ovat kaikilta osin maakaapeleita eli voimakaapeleita. Voimakaapeli on määritelmänsä mukaan johto, jossa on tehdasval-

misteinen, korroosiota, kosteutta ja mekaanista vahingoittumista kestävä vaippa, jonka sisällä on yksi tai useampi toisistaan eristettyä johdinta. Voimakaapelit on tarkoitettu energian siirtoon.

Kaapelien poikkipinnat vaihtelevat yleisesti 25-2000 mm², ja käytetyn kaapelin poikkipinta riippuu sen käyttökohteesta, eli kuormituksesta ja jännitetasosta. Yleisesti mitä suurempi jännite ja kuorma sitä, suurempi kaapeli. Kaapelien johtimien materiaalina käytetään pääsääntöisesti kuparia tai alumiinia. Alumiinikaapelia käytetään erityisesti suurilla poikkipinta-aloilla alumiinin keveyden ja halvan hinnan vuoksi. Kuitenkin alumiinin resistiivisyys on kuparia huonompi, jonka vuoksi alumiinikaapelien poikkipinnat ovat noin 50 % suuremmat kuin vastaavalle käytölle mitoitettut kuparikaapelit.

Kaapelit koostuvat johtimista, johdinsuojista, johdineristyksistä, hohtosuojista, kosketussuojista ja ulkoisista suojakerroksista. Esimerkkinä alla on Helsingin 10 kV:n verkon saneerauksen yhteydessä vaihdettu voimakaapeli (ks. kuva 2) [15, 141]

AXLJ-F
AHXCMK-WTC/PE 12 kV
 6/10(12) kV
 CENELEC HD 620 S2:2010 Part 10
 Sections F and M

Three-core Aluminium Power Cable
CONSTRUCTION

Conductor:	Longitudinally water sealed, round stranded and compacted aluminium conductor (EN 60228 class 2).
Conductor screen:	Semi-conducting cross-linked polyethylene (XLPE) with nominal thickness of 0,5 mm.
Insulation:	Extruded cross-linked polyethylene having nominal thickness of 3,4 mm.
Insulation screen:	Semi-conducting XLPE with nominal thickness of 0,5 mm. Three insulated conductors are laid up together. A lapped layer of semi-conducting tape as a binder.
Metallic screen:	Layer of helically wound copper wires with a copper equalization tape. Lapped plastic tapes applied over the metallic screen.
Sheath:	Black weather resistant polyethylene (PE-LLD).
Temperature limits:	Max. conductor temperature 90 °C Max. short circuit temperature 250 °C (duration not exceeding 5 sec.) Min. temperature during handling and installation - 20 °C Min. temperature during transport - 40 °C
Applications:	Cable is intended for fixed installations indoors and outdoors, on cable ladders, in conduits and cable ducts. Cable may also be installed directly in soil. Not for submarine or similar applications.

Kuva 1, Helsingin verkon saneerauksen yhteydessä vanhan kaapelin tilalle vaihdettu keskijännite-kaapeli. [21]

6.3 Muuntamot

Muuntamot koostuvat keskijännitekojeistoista, eli kytkinlaitoksista, itse muuntajasta ja pienjännitepuolen pääkeskuksesta sekä näihin liittyvistä suoja-, mittaus- ym. komponenteista.

6.4 Muuntajat

Muuntaja on sähkölaite, joka muuntaa ja säätää jännitettä ja virtaa vaihtosähköjärjestelmässä kahden tai useamman käämityksen välillä sähkömagneettisella induktiolla. Muuntajia on sekä yksi- että monivaiheisia. Muuntajilla muunnetaan sähköjärjestelmän jännitetasoa monissa eri tarkoituksissa ja ne jaetaan kahteen eri päätyyppiin, voima- ja mittamuuntajiin.

6.4.1 Voimamuuntajat

Voimamuuntajia käytetään energian siirto- ja jakelujärjestelmissä. Jännitetasoa halutaan muuntaa korkeammaksi energiaa siirtäessä, sillä tehohäviöt ovat alla olevan kaavan mukaisesti suoraan verrattavissa virran neliöön

$$P_{\text{häviö}} = 3 * R * I^2$$

Ja koska teho (esimerkkinä kolmivaiheteho) lasketaan seuraavan kaavan mukaan

$$P = \sqrt{3} * U * I * \cos \varphi$$

voidaan päätellä, että verkossa, jossa tehokerroin $\cos \phi$ pysyy likimain vakiona, teho riippuu jännitteen ja virran suhteesta. Näin ollen jännitettä nostamalla virta pienenee ja sitä mukaa myös tehohäviöt. [14, 4]

Jakelujärjestelmissä jännitetaso yleisesti lasketaan kulutuslaitteille sopivaksi.

Muuntajat voidaan jakaa eristyksensä perusteella kahteen päätyyppiin. Öljyeristeisiin muuntajiin, joissa öljy toimii lämmönsiirtäjänä muuntajan rautasydäimestä ja käämityksistä muuntaja-astian pintaan. Kuivamuuntajassa lämmönsiirtäjänä toimii ilma, SF₆-kaasu tai palamaton neste. [15, 141]

Helsingin ja Ilmalan verkkojen muuntamot ovat kaikki ns. jakelumuuntamoita, eli ne muuntavat 10/20 kV keskijännitteen 230/400 V pienjännitteeksi, jota käytetään muuntamoiden pienjännitepuolen lähtöjen kulutusasteissa. Tehohäviöiden vuoksi on hyödyllistä myös se, että verkoissa on useita muuntamoita, sillä niiden kulutusasteet ovat jakaantuneet suhteellisen isoille alueille. Niissä käytettävät muuntajat ovat kaikki öljyeristeisiä (esim. ks. kuva 3).



Kuva 2. Erään sisämuuntamon 20/0,4 kV 800 kVA muuntaja

6.4.2 Mittamuuntajat

Mittamuuntajat (ks. kuva 4) ovat jännitteen ja virran mittauksen apuvälineinä käytettäviä erikoisrakenteisia muuntajia, joiden tehtävä on

- erottaa mittapiiri galvaanisesti päävirtapiiristä
- muuntaa jännite/virta mitta- ja suojalaitteille sopivalle tasolle
- suojata mittareita ylikuormitukselta
- mahdollistaa mittareiden ja releiden sijoitus keskitetysti yhteen paikkaan.



Kuva 3, Mittamuuntajat 20/0,4 kV muuntajan toisiopuolella

6.5 Kytkinlaitokset

Koska muuntamot ovat keskijännitepuolella yhteydessä toisiinsa, voidaan niitä kutsua myös kytkinlaitoksiksi.

Kytkinlaitokset koostuvat kennoista, jotka ovat niiden toiminnallisia osia. Kennot ovat pääasiassa katkaisijakennoja, jotka sisältävät katkaisijat, erottimet, maadoituserottimet, suojarieleet jne. [4]

Koteloidut kojeistot

Näiden verkkojen rakennusten sisällä sijaitsevien muuntamoiden kytkinlaitospuolen kojeistot ovat koteloituja kojeistoja, eli niiden kennot ovat ilmaeristeisiä.



Kuva 4, Koteloitu kojeisto. Erään Ilmalan verkon rakennuksen sisällä sijaitsevan muuntamon kenno.

Koteloimattomat kojeistot

Puistomuuntamomallisten muuntamoiden kytkinlaitokset ovat suljettuja kojeistoja, eli ne ovat kaasueristeisiä. Kaasueristeisissä kytkinlaitoksissa kennot ovat täytetty SF₆-kaasulla. Kaasu mahdollistaa pienemmät etäisyydet eri komponenttien välillä ja näin ollen kytkinlaitoksen pienemmän koon.



Kuva 5. Kaasueristeinen kojeisto. Erään Ilimalan verkon puistomuuntamon kennosto.

Kokoojakiskosto

Kytkinlaitoksissa sen tehonsiirtojärjestelmän rungon muodostaa kokoojakiskosto, jonka välityksellä kaikki kytkinlaitoksen kennot ovat yhteydessä toisiinsa. Helsingin ja Ilmalan verkoissa käytetään yksikiskojärjestelmää. Kokoojakiskostot on fyysisesti kiinnitetty itse kojeistoon tukieristimillä, jolloin ne eivät ole sähköisesti yhteydessä kojeiston runkoon. Kokoojakiskostoon on kiinnitetty virtakiskot, jotka ovat ns. siltoja kokoojakiskoston ja kennojen väleillä. [4]

Erottimet

Erottimia on kytkinlaitoksissa käytettävä mekaaninen kytkinlaite. Määritelmän mukaan erottimen avulla täytyy pystyä luomaan näkyvä avausväli, jotta voidaan varmistaa sen laitteen jännitteettömyys, joka erottimen avulla erotetaan laitteen käyttöjännitteestä. Erottimen on oltava rakenteeltaan sellainen, että se ei voi avautua tai sulkeutua painovoiman, tuulen, värinän tai iskun vaikutuksesta. Tämän vuoksi erotin on voitava lukita ääriasentoonsa joko sähköisesti tai mekaanisesti. Erottimen on virrankestoisuudeltaan oltava aina yhtä suuri tai parempi kuin siihen liitetyt johdot tai kiskostot.

Erottimien ohjaus voidaan toteuttaa käsi-, paineilma- tai moottorihjauksella.

Erottimia on useanlaisia, näistä monia käytetään kytkinlaitoksissa; erottimia, kuorman- ja varokekuormanerotimia, sekä maadoituserottimia.

Tavallisella erottimella ei voida tehdä kytkentätoimenpiteitä virrallisessa virtapiirissä, koska sillä ei ole suojausta valokaarta vastaan.

Kuormanerotinta pystytään käyttämään myös virrallisessa virtapiirissä, eli sillä on suojaus valokaarta vastaan ja näin ollen se eroaa normaalista erottimesta.

Varokekuormanerotin on muuten vastaava kuin kuormanerotin, mutta sen rakenteeseen on lisätty nimensä mukaisesti varokkeet. Varokekuormanerotinta voidaan näin ollen käyttää myös suojalaitteena, sillä yhden tai useamman varokkeen palamisen seurauksena se katkaisee virtapiirin.

Maadoituserottimia käytetään lähinnä korvaamaan siirrettäviä maadoitusvälineitä, eli maadoituserottimella voidaan maadoittaa jännitteetön osa kytkinlaitoksesta, jännitteisenä sitä ei voida käyttää. [4]

Katkaisijat

Katkaisijoita käytetään virtapiirien kytkemiseen ja katkaisemiseen kuormitettuina. Katkaisijoilla on kuormanerottimen tapaan sammutusjärjestelmä, joka sammuttaa virrallisenä käytetyn katkaisijan koskettimien väliin syntyneen valokaaren. Valokaari sammutetaan yleisesti joko virtaavan öljyn tai suojakaasun (SF_6) avulla. [4]

Edellä mainituissa koteloiduissa kojeistoissa käytetään yleisesti vähäöljykatkaisijoita ja suljetuissa kojeistoissa SF_6 -katkaisijoita.



Kuva 6, Käytöstä poistunut vähäöljykatkaisija Haarakalliossa

Kytkinlaitoksen suojaus

Kytkinlaitosten suojaukset toteutetaan yleisesti suojarелеistyksellä. Vikatilanteessa suojarелеiden avulla verkon viallinen kohta voidaan erottaa muusta verkosta. Releet eivät kuitenkaan yksin pysty suorittamaan käyttötoimenpiteitä vaan ne antavat käskyn katkaisijoille jotka kykenevät erottamaan viallisen kohdan verkosta. Suojaavien ominai-

suuksien lisäksi releitä voidaan käyttää myös ulkopuolisten häiriöiden aiheuttamien käyttökeskeytysten minimointiin. Esimerkiksi oksan joutuessa kahden avolinjan johtimen väliin syntyy kaksivaiheinen oikosulku, jonka suojareleistys tunnistaa ja katkaisee kyseisen osan jännitteet. Oksa kuitenkin palaa usein poikki hyvin nopeasti suuren oikosulkuvirran ansiosta, jolloin releiden avulla toimiva pikajälleenkytkentä palauttaa jännitteen takaisin viattomaan verkkoon n. 0,4 sekunnissa. Tilanteessa jossa vika ei poistu pikajälleenkytkennän määrittämässä ajassa, releistys yrittää palauttaa jännitteen vielä 1-2 minuutin kuluttua. [4]

Sähkökeskukset

Sähkökeskuksia voidaan sanoa sähkön jakelu- tai haaroituspisteiksi, joiden jakelukohteet riippuvat niiden tyypeistä. Sähkökeskuksia on neljä eri alalajia: pääkeskus, mittauskeskus, nousukeskus ja ryhmäkeskus. Sähkökeskuksissa käytettävä jännite on yleisesti 400/230 V, eli niitä käytetään pääsääntöisesti kulutuskojeiden sähkönjakeluun. Pääkeskus on yleisesti jonkin sähköistetyin kiinteistön liittymäpiste sähkönjakeluverkkoon. Pääkeskuksilta on kohteesta riippuen lähtöjä nousukeskuksille, ryhmäkeskuksille sekä kulutuskojeille. Mittauskeskuksia käytetään lähinnä suurissa teollisuusrakennuksissa ja kiinteistöissä, joissa energian kulutus on suurta. Ryhmäkeskuksilta on yleisesti lähtöjä vain kulutuskojeille, eli se toimii haaroituspisteenä pääkeskuksen ja kulutuskojeiden välillä. Nousukeskuksia käytetään pää- ja ryhmäkeskusten välillä esim. kerrostaloissa, jossa jokaisessa kerroksessa on yksi nousukeskus sekä useampia ryhmäkeskuksia.

Helsingin ja Ilmalan verkkojen muuntamoiden pienjännitepuolen pääkeskukset ovat puistomuuntamoiden osalta itse muuntamossa, mutta eri osiossa kuin itse muuntaja tai keskijännitekojeisto. Rakennusten sisällä sijaitsevilla muuntamoilla pääkeskukset on yleisesti sijoitettu eri tilaan kuin muuntajat ja keskijännitekojeistot.



Kuva 7. Ilmalan sähkötalon kennomallinen pääkeskus.



Kuva 8. Erään Ilmalan puistomuuntamomallisen muuntamon pienjännitepuolen pääkeskus

Sulakkeellinen järjestelmä

Sulakkeet eli varokkeet ovat yleisin ja yksinkertaisin keino johtimien ja laitteiden oikosulku- ja ylikuormitussuojaamiseen. Varoke on sähköturvallisuusmääräysten mukaan laite, jossa yhden tai useamman osan sulaminen avaa tietyssä ajassa piirin, johon se on kytketty katkaisemalla virran tämän ylittäessä tietyn arvon. Varokkeita käytetään lähinnä alle 500 V jännitteillä ja alle 800 A virroilla. Varokkeita on kolmenlaisia: tulppavarokkeet, kahvavarokkeet ja putkivarokkeet.

Tulppavarokkeet koostuvat sulakkeesta, varokepesästä, varokekannesta ja pohjakoskettimesta. Tulppavarokkeita käytetään nykyisin uudiskohteissa lähinnä pienrakennusten pääsulakkeina, aikaisemmin niitä käytettiin yleisesti myös lähtöjen suojaukseen. Tulppavarokkeet ovat kosketussuojattuja, ja näin ollen niiden vaihto on sallittua maallikoiltakin, myös virrallisena.

Kahvavarokkeita käytetään pienjänniteverkoissa, kuten tulppavarokkeitakin. Kahvavarokkeiden nimellisvirrat ovat suurempia kuin tulppasulakkeiden, joten ne soveltuvat paremmin suurempien lähtöjen suojaamiseen. Kosketussuojaamattomuutensa vuoksi kahvavarokkeiden vaihto on sallittu vain sähköalan ammattihenkilöiltä, ja näilläkin henkilöillä yleensä virrattomana. Jotta kahvavarokkeiden vaihtaminen olisi turvallista, yleisesti käytetään kytkinvarokkeita ja jonovarokeytkimiä, joiden avulla on mahdollista tehdä sulakkeita suojaava piiri jännitteettömäksi. Kytkinvarokkeet ja jonovarokeytkimet ovat yleisesti kolminapaisia, jolloin kaikki kolme vaihetta voidaan tehdä kerralla jännitteettömäksi.

Putkivarokkeita käytetään tulppa- ja kahvavarokkeista poiketen keskijänniteverkoissa.
[12]

6.6 Verkojen varavoima

Jotkin verkot on hyödyllistä turvata varavoimalla, kun ensitilaiseen energianlähteeseen tulee häiriö tai vika. Tällaisia verkkoja voivat olla esim. sairaaloiden verkot ja tässä tapauksessa junaliikennettä tukeva verkko, jonka kaatuminen voisi pysäyttää suuren osan Etelä-Suomen junaliikenteestä.

Dieselgeneraattori

Dieselgeneraattori on dieselmoottorin ja sähkögeneraattorin yhdistelmä, jonka avulla voidaan tuottaa energiaa verkon häiriötilanteissa. Dieselmoottori muuttaa siis diesel-polttoaineen kemiallisen energian liike-energiaksi ja sähkögeneraattori muuttaa liike-energian sähköenergiaksi.

UPS-varavoima

UPS-varavoimalla tarkoitetaan katkeamatonta tehon lähdeä. UPS-varavoimajärjestelmät koostuvat akuista ja niitä verkkovirralla lataavista tasasuuntaajista. Akkujen jännite on aina tasajännitettä, joka siis tasasuunnataan vaihtosähköstä tasasähköksi. Tasasuuntaajat toimivat myös toisinpäin, eli verkon vikatilanteessa akkujen tasasähkö vaihtosuunnataan vaihtosähköksi. UPS-varavoima eroaa esim. dieselgeneraattoreiden tuottamasta varavoimasta siinä määrin, että vikatilanteessa UPS varavoima on lähes välittömästi käytettävissä, kun taas dieselgeneraattoreiden käynnistäminen kestää hetken. Tämän vuoksi UPS-järjestelmiä on usein suojaamassa laitteistoja, jotka ovat haavoittuvaisia jännitekatkoille, kuten tietokoneet ja datakeskukset. UPS-järjestelmillä voidaan kompensoida myös muita järjestelmään kohdistuvia häiriöitä, kuten jännitepiikkejä ja -alennuksia sekä harmonisia yliaaltoja.

6.7 Ilmalan verkon jakelumuuntamot

Ilmalan 20 kV:n keskijänniteverkossa on tällä hetkellä yhteensä 13 muuntamoita, joista 6 LiVin ja 7 VR-yhtymän hallinnoimia. Muuntamot ovat pääasiassa puistomuuntamotyyppisiä sekä muutama rakennuksen sisällä sijaitseva muuntamo. Muuntamoiden yhteenlaskettu tehokapasiteetti on 15 080 kVA. Verkko on turvattu varasyöttöpisteellä sekä yhteisteholtaan 14 kVA UPS-varavoimalla.

Nämä muuntamot syöttävät niiden yhteydessä olevia pääkeskuksia joista on lähtöjä UPS-, nousu-, jako- ja ryhmäkeskuksille. Nämä keskuksat tukevat itse junaliikenteen toimintaa välillisesti, eivätkä ne liity suoraan sähköradan toimintaan.

Keskuksat syöttävät mm. Ilmalan alueen valaistusta ja erilaisia junien kunnossapitoon liittyviä sähkölaitteita esim. pesuhalleja ja glykoliasemia. Rakennuksen sisällä ovat keskuksat syöttävät myös rakennusten normaaleja sähkölaitteita, valaistusta yms.



Kuva 10. Eräs Ilmalan verkon puistomuuntamomallisista muuntamoista.

6.8 Helsingin verkon jakelumuuntamot

Helsingin 10 kV:n keskijänniteverkossa on tällä hetkellä yhteensä 6 muuntamoita, joista 3 LiVin ja 3 VR Yhtymän hallinnoimia. Muuntamoiden yhteenlaskettu tehokapasiteetti on 5 230 kVA.

Muuntamot ovat pääasiassa rakennusten sisällä sijaitsevia muuntamoita, joista yksi on puistomuuntamo. Muuntamoilta lähtevät syötöt ovat pääasiassa samantyyppisiä kuin Ilmalan verkossakin, pois lukien junien kunnossapitoon liittyvät sähkölaitteet.

Helsingin 10kV verkko on tärkeä osa Etelä-Suomen junaliikenteen toimintaa, sillä se syöttää mm. liikenteenohjauskeskusta ja Helsingin päärautatieasemaa. Merkityksellisyytensä vuoksi verkko on turvattu varasyöttö pisteellä sekä yhteisteholtaan 785 kVA dieselgeneraattoreilla ja 124 kVA UPS-varavoimalla.



Kuva 11. Helsingin verkossa, Linnunlaulussa sijaitsevassa suurasetinlaite rakennuksen sisällä on yksi muuntamo.

7 Toteutus

7.1 Muuntamoiden huolto- ja kunnossapito-ohjelmat

Käytännössä verkkojen käytön johtajan vastualueeseen kuuluu verkot kokonaisuudessaan, pienjännitepuolen kulutuskojeet mukaan lukien. Tästä syystä huolto-ohjelmat tehtiin kaikille sähköverkkoon liittyville komponenteille. Huolto-ohjelma jaotellaan seitsemään eri osa-alueeseen: keskijännitejakelujärjestelmä, pääjakelujärjestelmä, jako- ja ryhmäkeskukset, kaapelireittijärjestelmät, LVI-laitteet, sähköliitännäjäjärjestelmät, loistehon kompensointilaitteet sekä poistumisvalaistus. Jaottelun perusteella huollon ja kunnossapidon suorittavien asentajien on helpompi tietää, mitkä kohdat kuuluvat heidän vastuulleen minäkin vuonna.

Huolto- ja kunnossapito-ohjelmat tehtiin olemassa olevien vajaiden huolto- ja kunnossapito-ohjelmien ja ST-kortiston ohjeiden perusteella.

Ohjelmista tehtiin kohdekohtaisesti sähköiset versiot Excel-tiedostoina, joissa jokaisessa on

- kokonaiskatsaus kaikista kohteessa tehtävistä huoltotoimenpiteistä, sekä huoltoaikavälien ja aikaisemmin tehtyjen huoltojen perusteella laadittu aikataulukaus
- yksityiskohtaiset huolto- ja kunnossapitotoimenpideluettelot jokaiselle kohteeseen kuuluvalla järjestelmällä.

Yksityiskohtaisissa toimenpideluetteloissa huollon tekevä asentaja merkitsee huollon toimenpiteisiin kuuluviin kohtiin "+" tai "-", jossa "+" merkitsee kohdan olevan kunnossa ja "-" tarkoittaa, että kohdassa on huomautettavaa. "0"-merkintä tarkoittaa sitä, että toimenpide ei kuulu huoltokerran toimenpiteisiin. Jokaiselle toimenpidekohdalle on varattu tilaa huomautuksille, sekä suorittajan ja suorituspäivämäärän merkinnöille. + / - / 0- merkintää on käytetty aikaisemminkin ja todettu hyväksi, joten sitä sovelletaan myös uusiin huolto- ja kunnossapito-ohjelmiin asentajien toivomuksesta.

Nämä tiedostot tallennettiin yrityksen intranettiin Etelä-Suomen kunnossapidon työtilaan, johon kaikilla asentajilla ja toimihenkilöillä on pääsy.

Jokaisen kohteen huolto- ja kunnossapito-ohjelmat tulostettiin keskijännite- ja pääjake-
 lujärjestelmien osalta seuraavalle viidelle vuodelle, eli nykyisen Eltelin ja Liikenneviras-
 ton välisen kunnossapitosopimuksen ajaksi. Ohjelmiin on merkitty ne toimenpiteet, kai-
 kille järjestelmille ja kaikille vuosille, jotka eivät kuulu kyseisenä vuonna tehtävään huol-
 toon. Näistä ohjelmista tehtiin kansiot, jotka jaoteltiin verkon mukaan (Helsinki ja Ilma-
 la). Kansioita säilytetään Eltelin toimistolla, josta asentajat voivat ottaa mukaansa tar-
 vitsemansa ohjelmat lähtiessään tekemään huoltoja. Huoltokäyntien yhteydessä pape-
 riversiot täydennetään ja näiden perusteella täytetään intranetistä löytyvät tyhjät ohjel-
 mat ja ne tallennetaan Railbase-ohjelmaan. Näistä Excel-tiedostoista tulostetaan asen-
 täjien autossa olevalla tulostimella paperiversio kohteissa sijaitseviin kansioihin. Alku-
 peräiset ohjelmat palautetaan täydennettyinä niiden kansioihin.

7.1.1 Keskijännitejakelujärjestelmä

Keskijännitejakelujärjestelmällä tarkoitetaan muuntamoiden osalta itse muuntajaa ja
 muuntamon keskijännitekojeistoa.

Tämän järjestelmän huolto- ja kunnossapito-ohjelmaan kuuluu vuosittain

- tarkastus muuntajien ja suurjännitelaitteiden osalta
- aistinvarainen tarkastus järjestelmän varusteiden, varoituskilpien sekä va-
 laistuksen, yleisen siisteyden ja ovien lukituksen osalta.
- IV-suodattimien puhdistus tai vaihto sekä
- öljynkorkeuden ja -lämpötilan tarkastus
- laitteiden ja huoneiden puhtauden tarkistus ja puhdistus tarvittaessa.

Kolmen vuoden välein tehtäviä toimenpiteitä ovat keskijännitekojeiston katkaisijoiden ja
 erottomien kokeilu sekä releiden koestus.

Kuuden vuoden välein tehdään muuntajaöljyn näytteenotto sekä sen analyysi ja lait-
 teiston lämpökuvaus.

Maadoitusresistanssin mittaus tehdään 6 vuoden välein, jos maadoitus on yhden maa-
 doitusjohtimen varassa, tai 12 vuoden välein, jos maadoitus on useamman kuin yhden

maadoitusjohtimen varassa. Lisäksi kymmenen vuoden välein tehdään määräaikaistarkastus.

Jännitekatkomenettely Liikenneviraston verkoissa

Keskijännitekojeiston laitteiden testausta ja puhdistusta varten tarvitaan jännitekatko huoltoa koskevaan laitteiston osaan. Kunnossapitäjän eli Eltelin täytyy tehdä jännitekatkopyyntö ja kytkentäsuunnitelma käyttökeskuksen hyväksyttäväksi. Pyynnön tekemisen henkilön tulee olla sähköalan ammattihenkilö. Jännitekatkosuunnittelija käyttökeskuksesta tarkastaa toimitetun kytkentäehdotuksen ja laatii sen pohjalta SFS 6002 mukaisen kytkentäehdotuksen ja hyväksyy sen. Koska kytkennät pystytään tekemään kaukokäytöllä, käyttöpäivystäjänä toimiva sähköalan ammattihenkilö suorittaa jännitekatkoilmoituksen mukaisen kytkennän tarkastettuaan, että kytkentä voidaan suorittaa vaarantamatta ihmisiä, laitteita tai käyttövarmuutta. Lisäksi käyttöpäivystäjä varmistaa jännitekatkonumeron työmaadoituksen tekijältä, eli siis huoltoa suorittavalta asentajalta. Tämän jälkeen käyttöpäivystäjä antaa luvan työmaadoituksen tekemiseen.

[10]

Arto Malin

15.1.2015

1 (2)

Liikenneviraston / VR:n keskijänniteverkon 10/20kV keskeytysmääräys.
Keskeytyksen tilaaja täyttää lomakkeen ja toimittaa sen projektin valvojalle. Valvoja numeroi tilauksen yksiselitteisesti ja lähettää käyttökeskukseen hyväksyttäväksi. Hyväksytyt tilaus palautetaan tilaajalle ja sähkökunnossapitäjälle.

Tärkeät täyttökohdat 1-4, 6 sekä laatijan tiedot.				Numero xxxx
1. Keskeytysalue	Haarakallio 2001 – Ratapiha/infra 2012 välin kj-kaapeli			
2. Keskeytyksen alkamisaika	Päivämäärä 21.1.2015	Kello 8.30	Huom!	
3. Keskeytyksen arvioitu päättymisaika	Päivämäärä Click here to enter a date.	Kello	Huom! Ei palauteta takaisin	
4. Keskeytyksen syy	Kytentä- / syöttömuutokset kj-verkolla			
5. Käyttönotettavuus	Urakoitsija ilmoittaa			
6. Yhteyshenkilöt	Nimi	Puhelinnumero	Sähköpostiosoite	
6.1 Kytentöjen johtaja	Käyttökeskus			
6.2 Työstä vastaava henkilö	██████████	██████████	██████████	
6.3 Työn aloitusluvan saaja	██████████	██████████	██████████	
6.4 Sähköturvallisuustoimien valvoja(t)	██████████	██████████	██████████	
6.5 Turvallisuusvahti (tarvittaessa)				
6.6 Käyttövalmiusilmoituksen antaja	██████████	██████████	██████████	
6.7 Verkonhaltijan yhteyshenkilö	██████████	██████████	██████████	
7. Jakelu	██			

Laatija		
Päivämäärä 15.1.2015	Laatija ██████████	Puhelinnumero ██████████
Keskeytysmääräyksen hyväksyjä (käyttökeskus)		
Päivämäärä 15.1.2015	Hyväksyjän allekirjoitus	

Maadoitusten tekijät:	puh.numerot

Kytentäohjelma

Tehtävä	Asema	Kenno / Katkaisija	Ohjaussuunta	Huom
1	Haarakallio 2001		auki	*
2	Ratapiha/infra 2012	EB Q1	auki	maadoitetaan
3				
4				
5				
6				
7				
8				

Muuta:

Tällä muutoksella liitetään muuntamo 2012 uuteen muuntajaan 2014.
Ensin HELENIN pitää laittaa rengas varasyötön perään!

Erodotimet aukaistaan välin molemmista päistä

* Maadoitetaan viimeisenä

Maadoituksesta ilmoitettu urakoitsijalle (kohta 6.3) klo _____

Kuva 12. Jännitekatkolomake jännitekatkon anomiseen.

Työmaadoitus

Työmaadoituksen tarkoituksena on estää työkohteen jännitteiseksi tuleminen erottamiseen käytetyn laitteen virhetoiminnan tai virheellisen käytön vuoksi. Jännitteiseksi tulemisen voi aiheuttaa myös muista syistä laitteistoon tullut jännite, esim. laitteistoon liittyvän generaattorin aiheuttamana.

Työmaadoitukset tehdään SFS 6002 kohdan 6.2.4.1 mukaisesti:

Suurjännitelaitteistoissa ja eräissä pienjännitelaitteistoissa kaikki osa, jossa työskennellään pitää työmaadoittaa (maadoittaa ja oikosulkea). Työmaadoituslaitteet pitää kytkeä ensin maadoituspisteeseen ja sen jälkeen maadoitettaviin osiin.

Ennen työmaadoittamista on varmistuttava siitä, että työmaadoitusvälineet, yhdistämiseen käytettävät välineet ja liittimet ovat sopivia käyttökohteeseen.

Työmaadoituslaitteet on sijoitettava niin, että ne ovat aina kuin mahdollista nähtävissä työpisteestä. Jos tämä ei ole mahdollista, työmaadoituslaitteet tulee sijoittaa mahdollisimman lähelle työpistettä.

Työn aikana sellaista johtimien katkaisemista tai liittämistä, josta syntyy vaarallisia potentiaalieroja ennen nämä potentiaalierot tulee estää yhdistämällä ja/tai työmaadoittamalla kyseiset johtimet.

Tilanteessa, jossa työmaadoitus tehdään kauko-ohjatun maadoituserottimen avulla, kauko-ohjauksen tulee siirtää viesti luotettavasti maadoituserottimen asennosta.

7.1.2 Pääjakelujärjestelmä

Pääjakelujärjestelmällä tarkoitetaan pienjännitepuolen pääkeskuksia jotka saavat pääsyttönsä muuntamoilta. Tämän järjestelmän huolto- ja kunnossapito-ohjelmaan kuuluu vuosittain

- aistinvarainen tarkastus järjestelmän varusteiden, varoituskilpien sekä valaistuksen, yleisen siisteyden ja ovien lukituksen osalta.
- kellokytkimien asetus
- huonelämpötilan tarkkailu
- merkkilamppujen tarkastus sekä
- nousukaapelien kiinnityksen ja mekaanisten suojiin tarkastus

Kolmen vuoden välein tarkistetaan maadoitusten liitosten kunto, kireys sekä mekaaninen kunto.

Kuuden vuoden välein tarkistetaan nousukaapelin kuormitus, sekä lämpökuvataan laitteisto.

Lisäksi huolto- ja kunnossapito-ohjelmaan kuuluu kymmenen vuoden välein tehtävä määräaikaistarkastus.

7.1.3 Jako- ja ryhmäkeskukset

Jako ja ryhmäkeskuksilla tarkoitetaan haaroituspisteitä pääkeskuksen ja kulutuskojeiden välillä.

Tämän järjestelmän huolto- ja kunnossapito-ohjelmaan kuuluu vuosittain:

- aistinvarainen tarkastus järjestelmän varusteiden, varoituskilpien sekä yleisen siisteyden ja ovien lukituksen osalta.
- merkkilamppujen tarkastus sekä
- kellokytkimien tarkastus ja asetus.

Kuuden vuoden välein tehtäviä toimenpiteitä ovat

- lämpöreleiden asetuksen tarkastus
- etuvarokekoon tarkastus
- liitäntöjen kiristys ja
- lämpökuvaus.

Lisäksi huolto- ja kunnossapito-ohjelmaan kuuluu kymmenen vuoden välein tehtävä määräaikaistarkastus.

7.1.4 LVI-laitteet

LVI-laitteilla tarkoitetaan kiinteistön lämpö-, vesi- ja ilmastointilaitteita.

Näiden järjestelmien huolto- ja kunnossapito-ohjelmaan kuuluu kahden vuoden välein:

- moottorikäyttöjen mekaanisen kunnan ja kiinnityksen tarkastus
- jäähdytyspintojen tarkastus
- hihnojen kireyden tarkastus
- käyttölaitteiden toiminnan tarkastus
- laakerien tärinän ja lämpötilan tarkastus
- moottoriohjauksien tarkastus
- moottorisuojien tarkastus

7.1.5 Sähköliitännäjärjestelmät

Sähköliitännäjärjestelmillä tarkoitetaan lämmitysjärjestelmiä (rakennuksen sähkölämmitys ja autolämmityspistorasiat) ja valaistusta. Järjestelmän huoltoon kuuluu lamppujen ja sytyttimien vaihto jatkuvana sekä vuosittain:

- valaisimien kunnan ja ohjauksen tarkastus
- rakennusten sähkölämmitysjärjestelmän
 - liitosjohtojen kunnan tarkastus
 - ohjausten tarkastus sekä
 - liitännärasioiden ja vedenpoiston tarkastus
- autolämmityspistorasioiden
 - kosketussuojauksen kunnan tarkastus
 - mekaanisen kunnan tarkastus
 - lukituksen tarkastus
 - ohjauksien tarkastus
 - vikavirtasuojien tarkastus.

Sekä kymmenen vuoden välein valaisimien osalta valaisimien ja niiden heijastimien puhdistus.

7.1.6 Turvalaistusrjestelmä

Turvalaistusrjestelmällä tarkoitetaan normaalin valaistuksen virransyötön häiriintyessä käytettävää valaistusta eli käytännössä poistumisvalaistusta, joka on kohteesta riippuen joko pelkästään poistumisopasteita tai poistumisopasteita ja normaaleita valaisimia, jotka on kytketty turvalaistusrjestelmään. [8, s.340]

Järjestelmän kunnossapitoon kuuluu epäkuntoisten lamppujen vaihto jatkuvana sekä neljä kertaa vuodessa

- järjestelmän koestus
- huoltopäiväkirjan pito koestuksista ja vioista
- akuston kunnan tarkastus
- hälytykset
- huoltopäiväkirjan tarkastus.

7.1.7 Loistehon kompensointilaitteet

Sähkön kuluttajat kompensoivat niiden kulutuslaitteista syntyvää loistehoa monista syistä. Sähkönjakeluyhtiöt perivät tuotetusta loistehosta lisämaksua, yleisesti jos loistehon osuus yli 16 % pätötehosta. Kompensoinnin avulla voidaan myös pienentää verkon komponenttien kokoja: kaapelien poikkipintaa, sulakkeiden koko yms. Kompensoinnilla voidaan myös pienentää häviöitä ja näin ollen kustannuksia. Pääsy kompensoinnille on siis kustannuksissa säästö, mutta sillä voidaan myös parantaa verkon sähkön laatua. [13, s.81]

Kompensointilaitteen tyyppi riippuu sen käyttökohteesta, mutta yleisesti kaikki kompensointi pyritään nykyisin toteuttamaan kondensaattoreilla. Kompensointiyksiköt koostuvat kondensaattoreista kasatuista kondensaattoriparistoista, joiden mitoitus ja ohjattavuus riippuvat käyttökohteesta. Kondensaattoriyksiköt eli kondensaattoriparistot koostuvat rinnankytketyistä kondensaattoreista. Kondensaattoriyksiköitä on kahdenlaisia; kiinteitä kondensaattoriparistoja, joita ei voi säätää, sekä automatiikkaparistoja joita voidaan säätää kondensaattoriyksiköitä ohjaavien kontaktoreiden avulla. Automatiikkaparistossa on säädin, joka mittaa virran ja jännitteen vaihe-eroa ja tämän perusteella säätelee loistehoa kytkemällä kondensaattoriyksiköitä päälle ja pois.

Kompensointilaitteiden kolmen vuoden välein tehtäviä huoltotoimenpiteitä ovat

- kaapeliliitosten tarkastus ja kiristys
- pariston puhdistus
- pariston astian vuotojen tarkastus ja korjaus
- kontaktoreiden tarkastus
- säätäjän asetteluarvojen tarkastus
- hälytyksen toiminnan tarkastus ja kokeilu
- kapasitanssiarvojen tarkastus mittaamalla yksikön virta ja vertaamalla sitä nimellisvirtaan
- sulakkeiden tarkastus
- kompensoinnin riittävyyden tarkistus tilaajan kulutusseurannasta.

Kuuden vuoden välein suoritetaan eristimien puhdistus.

7.1.8 Lämpökuvauus

Lämpökuvauksella pyritään löytämään sähkölaitteistoista mahdollisia paloriskejä eli laitteistojen osia, jotka ovat normaalia lämpöisempiä. Lämpökuvauksella voidaan estää myös laitteistojen ennenaikainen rikkoutuminen, esim. muuntajan elinikään vaikuttaa suuresti sen lämpötila. Myös alimitoitettut komponentit ja johdotusvirheet voidaan paikantaa lämpökuvauksen avulla. Paloriskillisiä kohteita voi olla esimerkiksi huonosti kiristetyt liitokset, joissa syntyy pieniä valokaaria. Tällaisissa liitoksissa lämpötila nousee, mikä voi alkaa rappeuttaa johtimien eristimiä ym., ja pahimmassa tapauksessa kuuman liitoksen ympärillä oleva pöly voi aiheuttaa tulipalon.

Lämpökuvauus suoritetaan Eltelin kunnossapidon alaisille laitteistoille, eli keskijännite- ja pääjakelujärjestelmien seuraaville osille:

- keskijännitekojeistot
- muuntajat
- kiskostot
- voimavirtakaapelit

- pääkytkimet ja -katkaisijat
- varokelähdöt
- riviliittimet.

7.1.9 Määräaikaistarkastukset

Määräaikaistarkastuksilla on tarkoitus varmentaa sähkölaitteiston kunto sekä käytön turvallisuus ja häiriötön käyttö. Määräaikaistarkastuksissa varmistetaan sähkölaitteistojen seuraavat kohdat:

- käytön turvallisuus
- huolto- ja kunnossapito-ohjelman toimenpiteiden seuranta
- käytössä ja hoidossa tarvittavat välineet, piirustukset ja ohjeet
- tarkastuspöytäkirjat laajennus- ja muutostöistä. [11]

Määräaikaistarkastusten huolehtiminen kuuluu aina sähkölaitteiston haltijan vastuulle. Kuitenkin tämä vastuu voidaan siirtää toiselle osapuolelle, esim. laitteiston kunnossapidosta vastaavalle taholle. Koska sähkölaitteistolla tarkoitetaan toiminnallista kokonaisuutta, määräaikaistarkastukset koskevat aina koko sähkölaitteistoa, esim. rakennuksen kaikkia sähköjärjestelmiä. Joissain tapauksissa sähkölaitteistoon voi kuulua useamman haltijan laitteistoja, jolloin määräaikaistarkastusvelvoite koskee kaikkia sähkölaitteiston haltijoita näiden omien laitteistojen osalta.

Määräaikaistarkastusten määrävälit määräytyvät sähkölaitteiston luokituksen mukaan seuraavanlaisesti:

- luokka 1: 15 vuotta
- luokka 2: 10 vuotta
- luokka 3: 5 vuotta

Vaikka määräaikaistarkastusten huolehtiminen kuuluu sähkölaitteiston haltijalle tai laitteiston kunnossapitäjälle, itse määräaikaistarkastuksen tekee kuitenkin ulkopuolinen puolueeton valtuutettu tarkastaja tai valtuutettu laitos, luokassa 3a kuitenkin vain valtuutettu laitos. [6, s.1]

Koska LiVin sähkölaitteistojen kunnossapito on ulkoistettu Eltelille, myös niiden määräaikaistarkastusvelvoite on Eltelin vastuulla. Useissa kohteissa Helsingin ja Ilmalan keskijänniteverkoissa sähkölaitteistoilla on useita haltijoita, joissa kaikki verkkojen kaapelit ovat LiVin hallinnoimia ja osa muuntamoista VR Trackin hallinnoimia. Tällöin käytännössä VR Trackin muuntamoissa kaapeliin kohdentuvat määräaikaistarkastukset jäävät Eltelin huolehdittaviksi ja itse muuntamoiden ja niihin liittyvien sähkölaitteistot VR Trackille. Tämä on yksi syy, miksi hallintorajat on hyvä selkeyttää näissä verkoissa.

Koska kaikki Eltelin kunnossapitoon kuuluvat muuntamot ovat luokan 2 sähkölaitteistojen, niiden määräaikaistarkastusten määrävälit ovat 10 vuotta.

7.2 Huolto-ohjeet

Huolto-ohjeilla on suuri merkitys kunnossapidon sujuvuuden ja toimivuuden kannalta. Kun ohjeita seurataan huoltoa tehdessä, huolto pystytään tekemään sujuvammin, kun selkeä työjärjestys ja toimenpiteet ovat tiedossa. Selkeän työjärjestyksen ja toimenpiteiden ollessa tiedossa kaikki kohdat tulevat tehdyksi, mikä parantaa kunnossapitoon kuuluvien komponenttien ja laitteistojen elinikää. Lisäksi ohjeilla pyritään parantamaan työturvallisuutta sekä kohteiden sähköturvallisuutta.

Huolto-ohjeet tehtiin vain niille järjestelmille, jotka kuuluvat Eltelin kunnossapitosopimukseen, eli keskijännitelaitteistoille ja niihin liittyvät pienjännitepuolen pääkeskuksille. Myös ohjeet relekoestukselle, lämpökuvaukselle ja öljyanalyysille jätettiin pois, sillä nämä toimenpiteet hankitaan aliurakoitsijoilta.

Huolto-toimenpiteiden kuvauksen lisäksi huolto-ohjeeseen liittyy ohjeistus huolto-ohjelmien täyttämistä ja dokumentoinnista sekä ohjeistusta turvallisesta työskentelestä eri tilanteissa.

7.3 Dokumentit

Piirustuksilla on suuri merkitys järjestelmiä suunnitellessa, asennettaessa, huollettaessa ja korjattaessa. Sähköpiirustuksilla on erityisen suuri merkitys vikojen paikannuksessa. Sähkökaavioissa ja -piirustuksissa laitteistojen osat esitetään piirrosmerkeillä,

jotka on standardoitu niin, että ne ovat yksiselitteisesti tulkittavia. Suomessa noudatetaan piirrosmerkkien osalta pääasiassa GENELEC:in eli Euroopan yhteisön sähköalan standardisointijärjestön standardeja. [16, s.134]

Muuntamoiden dokumenttien osalta päivitettiin vain muuntamoiden pääkaaviot sekä niihin liittyvien pienjännitepuolien pääkeskusten pääkaaviot. Kuvien piirtämisen apuvälineenä käytettiin CADS Planner electric- ohjelmaa, joka on sähkö- ja automaatioalan eri suunnittelu- ja dokumentointitarpeisiin soveltuva ohjelmisto.

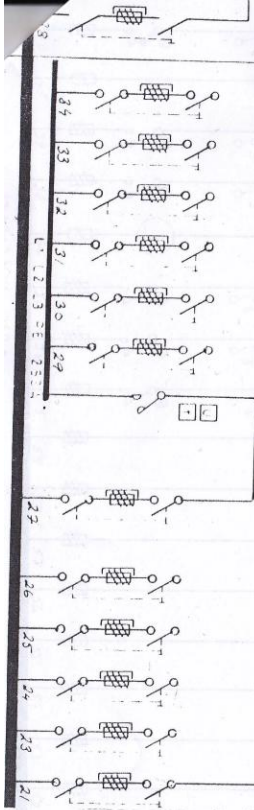
Pääkaaviolla tarkoitetaan dokumenttia, joka esittää kohteen tärkeimmät tekniset tiedot: lähdöt sekä tulot ja niiden komponentit, mittarit, sulakkeet, releet, vikavirtasuojat, kaapelit yms. Pääkaavioista selviää kohteen syötön sekä kohteen lähtöjen syöttävien kohteiden tiedot.

7.3.1 Pienjännitepuolien pääkeskusten pääkaaviot

Pääkeskusten pääkaavion rakenteessa vasemmassa reunassa on vaihe-, nolla- ja suojaamakiskot. Keskuksen lähdöt piirretään lähtemään aina vaihekiskosta tai mahdollisesta etusulakkeen takana olevasta vaihekiskosta. Vaihekiskon jälkeen tulee piirrosmerkit, jotka kuvaavat lähdön sisältämiä komponentteja. Komponenttien jälkeen lähdöt päätetään keskuskaaviopohjan sarakkeisiin, joihin merkitään ryhmän numero, osoite, suojaavan sulakkeen koko, kaapelityyppi sekä mahdollisesti tarkentavia tietoja lähdön komponenteista.

Pienjännitepuolen pääkeskusten pääkaaviot piirrettiin valmiiksi asti. Vanhoja kuvia oli joidenkin keskusten osalla saatavissa itse keskuksista. Osassa ei ollut minkäänlaisia dokumentteja pienjännitepuoleen liittyen, myöskään VR:n arkistosta ei ollut olemassa näihin muuntamoihin liittyviä dokumentteja. Vanhat kuvat skannattiin ja kopioitiin, kopioiden avulla käytiin keskuksia läpi paikan päällä ja mahdolliset muutokset merkittiin kynällä näihin kopioihin. Niiden muuntamoiden osalta joista ei ollut saatavilla minkäänlaisia kuvia, kuvat piirrettiin alusta alkaen keskusten sen hetkisen tilanteen mukaan. Myös valokuvausta käytettiin hyödyksi monissa kohteissa, jolloin kuvien piirtäminen helpottui. Keskuksista saatujen tietojen ja vanhojen kuvien perusteella kuvat piirrettiin puhtaaksi alusta alkaen CADS Planner electric -ohjelman keskuskaaviosovelluksella.

Joissain kohteissa pienjännitepuolen pääkeskusten yksittäiset lähdöt olivat merkitsemättömiä, jolloin niiden selvittäminen jännitteisenä olisi tuottanut liikaa haittaa ja vai-
vaa, joten ne jätettiin merkitsemättä. Nämä pyritään kuitenkin täydentämään tehtyihin
pääkaaviioihin sellaisten kunnossapitokäyntikertojen yhteydessä, jolloin laitteisto saate-
taan muutenkin jännitteettömäksi. Näiden lisäksi yhden kohteen pääkeskuksessa ei
ollut minkäänlaisia merkintöjä ja lähdöt olivat pääsääntöisesti "uuninluukku"-tyyppisiä
varokelähtöjä, joten näihin ei koskettu ollenkaan.



		PIENVAROKELAN PÄÄKYTKIN	250/250	
		VAPAILLA Autolämmityskeskus RK 05	200/205	MCMK 4x35+16
		VAPAILLA RK 26	63/63	MMJ 5x65
		VAPAILLA	/125	
		VAPAILLA Työmaasätkä	/125	
		VAPAILLA RK 15 opastinpaajis	/250	
		VAPAILLA RK 26	160/250	MCMK 4x95+39
		VARMISTAMATTOMAN KESKUSOSAN KONTAKTORI AIKAPITÄ 0-5 MIN JA JÄNNITERELE KAUKO-OHJ. VARTEN	250	
		VARMISTAMATTOMAN KESKUSOSAN PÄÄKYTKIN	250/250	
		VAPAILLA	/125	
19.12.2014	/	"ASL3" KATUJAKOKAAPPI Eristys vastus OK	63/125	MCMK 4x35+16
		VAPAILLA	/125	
		Kävelinlaipa / Pohjanliikenteen parikkikaappi	125/125	MCMK 3x120+41
		PK04	25/125	MMJ 5x65

Kuva 13. Osa erään pääkeskuksen vanhasta pääkaaviosta ja siihen tehtyjä merkintöjä

21	4	KOMPENSOINTI (Kondens. par.)			430/630	2+3+70+35
20	4	Katujakso kaappi 1011	2 (MCMK 3x195+25+57)		250/400	
19	4	Varalla			1250	
18	4	Varalla			1250	
17	4	[KOMPENSOINNIN OHJAUS] Sireni MK/RKT	MUM 5+65		20/25	4x1,5
16	4	↓ Sulake, kumpi ??? ↓			100	4 x 1,5
15	4	VALAISTUS Metroste valomastossa MCMK 2x2,5+2,5			10/25	2x1,5
14	4	VALAISTUS 60V DC Tasuri			10/25	3 x 1,5
13	4	PUHALLIN	muuntamo		6/25	3 x 1,5
12	4	Relehojo 10 → R4 → R9 (Rk 10) ??	muuntamo 20/25		20/25	MUM 5+70
11	4	NOUSU	Rk 01 63/63		20/25	4x1,5
10	4	NOUSU	(114 01?) Rk 13 25/63		30/25	3x1,5
9	4	???	(Rk 13?) 35/63		30/25	3x1,5
8	1	NOUSU	Rk 11 b		250/400	3x150+41
7	1	NOUSU	Rk 11 a		250/400	3x150+41
6	1	4 JK 1			200/250	
5	1	Varalla			1250	
4	1	Varalla			1250	
3	1	Varalla Varoke-erotin "suurintalukku"			1250	
2d	3	EROTIN			1000	
2c	3	PÄÄKATKAISIJA 2 Kuva 1			1000	
2b	2	EROTIN			1000	
2a	2	PÄÄKATKAISIJA 1 Kuva 1			1000	
N°	Kenno				kW	A mm ²
ISKU-SÄHKÖ OY					Piirt.	26.773 T.P
SUURASETINLAITERAKENNUS					N° 4273/3	
HELSINKI						
PIENJÄNNITEKESKUS						

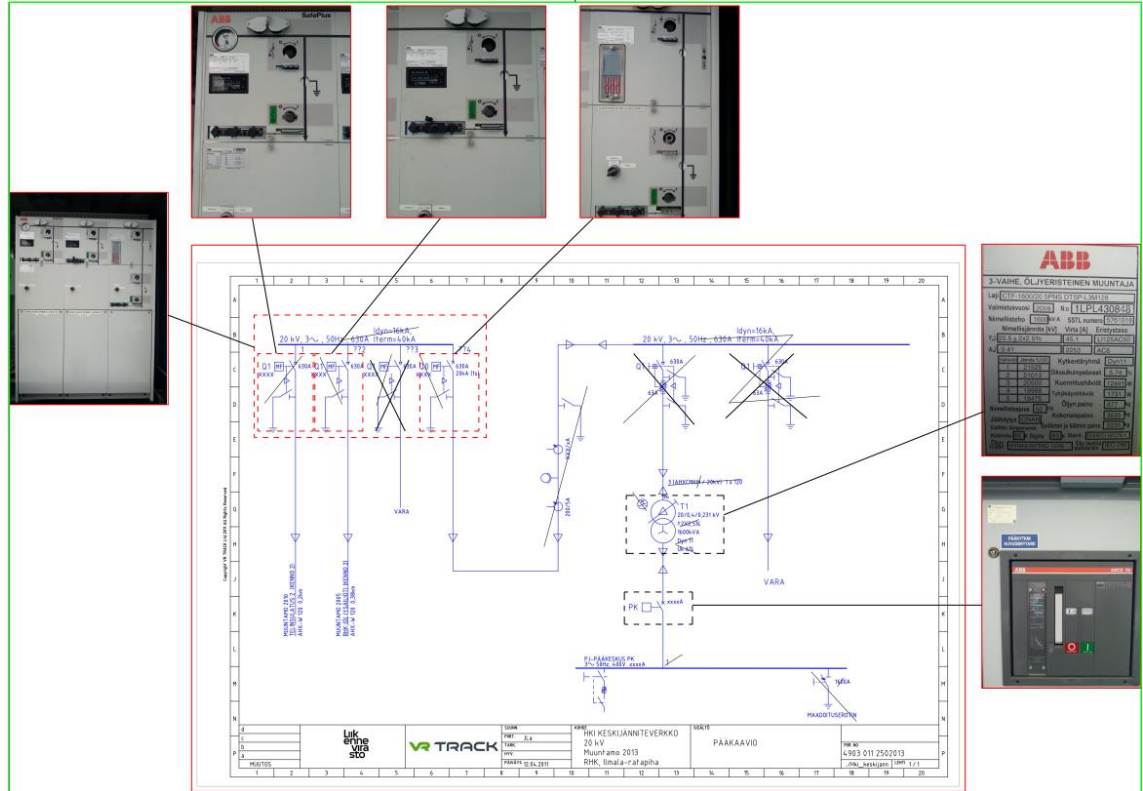
Kuva 14. Erään pääkeskuksen vanha pääkaavio ja siihen tehtyjä merkintöjä

7.3.2 Muuntamoiden pääkaaviot

Muuntamoiden pääkaavion ulkoasu ja siinä ilmoitettavat tiedot eroavat hieman pienjännitekeskusten pääkaaviosta. Tavallisesti muuntamon pääkaaviossa ilmoitetaan

- kokoojakiskoston jakelujärjestelmä ja oikosulkukestoisuus
- työmaadoituspisteet
- muuntajan nimellisarvot
- mittamuuntajien muuntosuhde
- katkaisijoiden nimellisvirrat ja katkaisukyvyt
- erottimien ja sulakkeiden nimellisvirrat

31



Kuva 16. Muuntamon pääkaavio siihen liittyvien täydentävien valokuvien kanssa, alkuperäistiedosto zoomattavissa niin että keskijännitekennojen tyyppikilpiä voi lukea.

7.4 Varusteet

Aikaisemmin oli jo tiedossa, että monista muuntamoista puuttuu jännitteenkoettimet, suojamaskit, hihalliset kahvasulakkeenvaihtokahvat, erottimien/katkaisijoiden kammet, työmaadoitusvälineet sekä ensiapukyltit. Nämä tarvikkeet oli tilattu Eltelin Pasilan toimitolle jo aikaisemmin ja ne toimitetaan kunnossapitokäyntikertojen yhteydessä kohteisiin, josta ne puuttuivat. Ensiapukylttien yhteyteen lisättiin myös kohteiden osoitteet ja/tai koordinaatit, joita voidaan tarvita esim. sähkötapaturman sattuessa. Erityisesti Ilmalan alueella koordinaatit ovat alueen tuntemattomalle välttämättömät paikan löytämiseksi. Pienet varusteet, kuten varoituskyltit ym., tilattiin ja toimitettiin kohteisiin, joista ne puuttuivat. Tämän lisäksi keskuksen lähtöjen ym. puuttuvat merkinnät tehtiin Dymotarratulostimella.

Varustelista tehtiin ST-kortiston kortin 53.11 kohdan 10 mukaisesti, jota täydennettiin alkusammutusvälineistön osalta.

Varusteiden hankkimisen lisäksi kohteisiin tehtiin varustelistan mukaisen kansion mukainen kansio, johon tehtiin dokumentit seuraavista tiedoista:

- käytön johtajan ja käyttökeskuksen/jakeluverkkoyhtiön yhteystiedot
- muuntamon oikosulkuvirta
- maadoitusresistanssin arvo
- vaadittava maadoitusresistanssin arvo
- releasettelut: laukaisuvirrat ja ajat.

Kohteisiin hankittiin pölyltä ja kosteudelta suojaavat piirustustaskut kansiolle ja muille dokumenteille.

7.4.1 Varusteet

Alkusammutusvälineistö

Alkusammutusväline on yhden henkilön käyttöön soveltuva sammutusväline, joilla voidaan sammuttaa pieniä paloja ja palonalkuja. Alkusammutusvälineitä ovat käsिसammuttimet, pikapalopostit ja sammutuspeitteet. Käsिसammuttimeksi luokiteltava hiilidioksidisammutin soveltuu hyvin sähkötiloihin, sillä sen avulla on turvallista sammuttaa jännitteisiä kohteita. [18; 19]

Jännitteenilmais

Jännitteenilmais on väline, jolla voidaan ilman sen käyttäjälle aiheutuvaa vaaraa todeta laitteen jännitteettömyys, esim. huoltotoimenpidettä suorittaessa.



Kuva 17. Varrellinen jännitteenkoetin, 5-20 kV jännitealueelle

Työmaadoitusvälineet

Työmaadoitusvälineillä voidaan työmaadoittaa kohde. Niiden tarkoituksena on estää työkohteen jännitteiseksi tuleminen erottamiseen käytetyn laitteen virhetoiminnan tai virheellisen käytön vuoksi. Jännitteiseksi tuleminen voi aiheuttaa myös muista syistä laitteistoon tullut jännite, esim. laitteistoon liittyvän generaattorin aiheuttamana.

Hihallinen sulakkeenvaihtokahva

Hihallinen sulakkeenvaihtokahva on sulakkeenvaihtotyökalu, joka mahdollistaa kahvallisesta sulakkeesta turvallisen vaihdon.



Kuva 18. Hihallinen kahvasulakkeen vaihtokahva

Suojamaski

Suojamaski on päähän asetettava muovinen visiiri, joka suojaa käyttäjänsä kasvoja esim. jännitetöissä mahdollisesti aiheutuvalta valokaarelta.



Kuva 19. Suojavisiirillä varustettu kypärä

7.4.2 Merkinnät

Merkinnät helpottavat kohteissa tehtävää huoltoa ja muutos/käyttötoimenpiteitä sekä mahdollisen vian sattuessa sen selvittämistä:

- päämittarin merkintä ”PÄÄ-MITTAUS”
- liittymiskuormanerotimet ”VERKONHALTIJA OY”
- PÄÄKYTKIN tai PÄÄKATKAISIJA (kojeen mukaan)
- mittamuuntajat: MITTAUS
- muuntajat: MUUNTAJA 1 jne.
- lähdöt: LÄHTÖ 1 + osoite jne.

7.4.3 Seinälle kiinnitetyt kaaviot

Pääkaavio ja maadoituskaaviot helpottavat niin ikään kohteissa tehtävää huoltoa ja muutos- ja käyttötoimenpiteitä sekä mahdollisen vian sattuessa sen selvittämistä.

- sähköinen pääkaavio (muuntamon)
- maadoituskaavio
- tarrakilpi ”Muista työmaadoittaa”, kiinnittää huomiota työmaadoituksen asennuksen pakollisuuteen ennen kojeistossa tehtäviä töitä.
- ensiaputaulu, jossa ensiapuohjeet tapaturman sattuessa, sekä paikkatiedot avun saamiseksi tapaturmapaikalle.

Sähkötapaturman sattuessa

Arvioi nopeasti tilanteen vakavuus. Muista oma turvallisuus!

Suurjännitetapaturmassa

- ▼ Soita **112**.
- ▼ Jää varoittamaan muita vaaratilanteesta.
- ▼ Ammattihenkilöstö ottaa vastuun loukkaantuneista.

Pienjännitetapaturmassa

- ▼ Katkaise virta pääkytkimestä tai irrota pistotulppa.
- ▼ Jos et saa virtaa katkaistua ja hallitset oikeat menetelmät, irrota henkilö kohteesta ensivälillä apuvälineillä, esim. vaatteilla tai köydellä. Ota huomioon maapinnan tai lattian turvallisuus.
- ▼ Sammuta palavat vaatteet tukahduttamalla tuli sammutuspeitteillä, sammuttimella tai vastaavalla.
- ▼ Soita **112**.
- ▼ Aloita painelu-puhalluselvytykset, jos et saa loukkaantunutta hereille, eikä hän hengitä normaalisti.
- ▼ Käännä tajuton, hengittävä kylkiasentoon.
- ▼ Tyrehdytä verenvuoto: paina vuotavaa haavaa, nosta raja ylös ja sido vuotokohta.

Anna muu ensiapu

- ▼ Jäähdytä palovammas vileässä vedessä, ellei palanut alue ole laajempi kuin yläraajan pinta-ala.
- ▼ Suojaa loukkaantunut kylmältä ja seuraa hänen tilaansa avuntuloon saakka.
- ▼ Sähkötapaturmassa syntyneet silmä- tai kuulovammat vaativat aina jatkohoitoa.

Painelu-puhalluselvytykset

Herääkö? Ei.

Soita **112**

Hengittääkö? Ei.

Painele 30 kertaa.

Puhalla 2 kertaa.

Jatka elvytyksestä rytmillä 30:2.

Tyrehdytä verenvuoto.

Käännä tajuton kylkiasentoon.

Herääkö? Ei.

Soita **112**

Hengittääkö? Ei.

Painele 30 kertaa.

Puhalla 2 kertaa.

Jatka elvytyksestä rytmillä 30:2.

Tyrehdytä verenvuoto.

Käännä tajuton kylkiasentoon.

Herääkö? Ei.

Soita **112**

Hengittääkö? Ei.

Painele 30 kertaa.

Puhalla 2 kertaa.

Jatka elvytyksestä rytmillä 30:2.

Tyrehdytä verenvuoto.

Käännä tajuton kylkiasentoon.

Hätäpuhelu 112

- Kerro, mitä on tapahtunut.
- Kerro tarkka osoite ja kunta.
- Vastaa kysymyksiin.
- Toimi annettujen ohjeiden mukaisesti.
- Lopeta puhelu vasta saatua luvan.

[60.207935 24.924997]

Punainen Risti

Kuva 20, Ensiapuohjeet sähkötapaturman sattuessa sekä tarkka paikkatieto x, y-koordinaatteina.

Edellä olevien kaavioiden lisäksi kohteisiin tehtiin yhteystietokaavio, josta käy ilmi kohteen sijainti (koordinaatit ja/tai osoite), käytönjohtajan, käyttökeskuksen, ja tarvittavat viranomaisten puhelinnumerot.

8 Yhteenveto

Laadittujen huolto-ohjelmien ja ohjeiden avulla kohteiden huolto on sujuvampaa ja se parantaa laitteistojen elinikää sekä käyttöluotettavuutta ja sähköturvallisuutta. Käyttöluotettavuus on erityisen tärkeää kohteissa, jotka syöttävät junaliikenteelle elintärkeitä laitteistoja. Kunnossapitäjää huolto-ohjelmat ja -ohjeet auttavat huollon ja puutteiden korjauksen sujuvuuden osalta. Huolto-ohjelmien puutteita on havaittu myös muissa niitä vaativissa kohteissa, joihin tullaan todennäköisesti laatimaan kohde kohtaisesti luodut huolto-ohjelmat opinnäytetyössä tehtyjen huolto-ohjelmien pohjalta.

Niin ikään kohteisiin laadittujen muuntamoiden pääkaavioiden sekä muuntamoihin liittyvien pienjännitepuolten pääkeskuksien pääkaavioilla voidaan parantaa sekä huollon ja vikakorjausten sujuvuutta että kohteiden sähköturvallisuutta. Pääkaavioita laadittaessa törmättiin monien kohteiden muiden sähköpiirustusten puutteellisuuteen, joten myös kohteiden muita sähköpiirustuksia tullaan todennäköisesti päivittämään opinnäytetyötä tehdessä havaittujen puutteiden pohjalta.

Huolto-ohjelmien ja -ohjeiden laatiminen oli haastavaa sekä opettavaista. Lain mukaan huolto-ohjelmat on oltava olemassa, mutta kuitenkin mitään pakollisia huolto-toimenpiteitä tai aikavälejä niille ei ole muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta määritetty. Huolto-toimenpiteet ja niiden aikavälit piti määrittää siis olemassa olevien ohjeiden, kirjallisuuden ja Eltelin ammattitaitoisen henkilökunnan avustuksella. Suurena apuna tässä oli ST-kortistosta löytyvä huolto-ohjelmien mallipohja, jota käytettiin luotujen huolto-ohjelmien pohjana. Huolto-ohjelmia laadittaessa tuli siis tutustua itse laitteistoihin sekä standardeihin ja lakeihin, mikä oli kokonaisuudessaan hyvin opettavaista.

Lähteet

- 1 Tietoja Eltelistä. Tutustu Eltel-maailmaan. 2015. Verkkodokumentti. Eltel Networks Oy. <http://www.eltelnetworks.com/fi/suomi/lisatietoja-eltelista>. Luettu 4.3.2015.
- 2 SFS 600-2 (2012). Sähköasennukset. Osa 2: Säädökset, sähköturvallisuus, erityisasennukset ja liittyvät standardit. Suomen Standardisoimisliitto SFS Ry.
- 3 D1-2012 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL Ry.
- 4 Monni, Markku. (2005). Sähköverkkoasennukset. Hämeenlinna: Adato Energia Oy.
- 5 Karppinen, Timo. Sähkörata-asentaja, Eltel Networks, Helsinki. Keskustelu 24.2.2015.
- 6 Tukes-ohje S4-2011. Sähkölaitteistot ja käytönjohtajat. http://www.tukes.fi/Tiedostot/julkaisut/Tukes_ohjeS42011.pdf. Luettu 18.2.2015.
- 7 SFS 6002 6.2.4.1, Työmaadoittaminen. Sähköasennukset. Osa 2: Säädökset, sähköturvallisuus, erityisasennukset ja liittyvät standardit. Suomen Standardisoimisliitto SFS Ry.
- 8 SFS 600-1 (2012). Sähköasennukset. Osa 1: SFS 6000 Pienjännitesähköasennukset. Standardisoimisliitto SFS Ry.
- 10 Jännitekatkomenettely, Ratahallintokeskus
- 11 Tukes-opas Tarkastustoiminta. http://www.tukes.fi/tiedostot/tarkastuslaitokset/tarkastustoiminta_opas.pdf. Luettu 3.3.2015.
- 12 Korponen, Leena. Sähkövoimatekniikkaopus. http://www.leenakorponen.fi/archive/svt_opus/9muuntajat_ja_sahkolaitteet.pdf. Luettu 20.2.2015.
- 13 STUL. Yliaallot ja kompensointi. Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL Ry.
- 14 Hietalahti, Lauri. Muuntajat ja sähkökoneet. AMK-Kustannus Oy.
- 15 Elovaara, Jarmo, Haarla, Liisa. Sähköverkot II. Otatieto.
- 16 Ahoranta, Jukka. Sähköasennustekniikka. Sanoma Pro.
- 17 Monni, Markku. Sähkölaitosasentajan ammattioppi 3, jakelumuuntamotyöt , sähköasematyöt. Adato Energia Oy.

18 Satakunnan pelastuslaitos.

<http://www.satapelastus.fi/ohjeetjalomakkeet/paloturvallisuus/alkusammutusvalineet.html>. Alkusammutusvälineet. Luettu 11.3.2015.

19 Päijät-Hämeen pelastuslaitos. Kiinteistön alkusammutuskaluston valinta ja sijoitus.

<http://www.lup.fi/download/noname/%7BAD5BA561-BA71-4287-9278-C951149875C4%7D/25158>. Luettu 11.3.2015.

20 SFS-EN 50160 Yleisen jakeluverkon jakelujännitteen ominaisuudet. Suomen Standardisoimisliitto SFS Ry.

21 Sähköpostiliite kaapelivalmistajalta, kaapelinvaihtourakkaan liittyen.

22 Liikennevirasto, Hallinnonala.

<http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/liikennevirasto/hallinnonala>. Luettu 2.2.2015.

23 Virmala, Timo. Aluepäällikkö, Eltel Networks Oy, Helsinki. Keskustelu 19.2.2015.

24 Malin, Arto. Käytön johtaja, Eltel Networks Oy, Helsinki. Keskustelu 16.2.2015

Huolto- ja kunnossapito-ohjelma, Ilmala Öljysäiliöt 2005

2015

+ / - / 0 = kunnossa / huomautettava / ei kuulu huoltoon

Keskijännitelajakelujärjestelmä	Alkaväli	+ / - / 0	Huomautettavaa	Suorittaja ja pvm
Määräaikais tarkastus	10a	0		
Keskijännitelajakelujärjestelmä				
Katkaisijoiden kokeilu	3a	0		
Releiden koestus	3a	0		
Eroittimien tarkistus	a			
Tukieristimet, kiskot ja johtimet	a			
Laitteiden puhdistus (tarvittaessa)	a			
Lämpökuvaukset	6a	0		
Mekaaniset suoja- ja	a			
Muuntajat				
Suurjännitelaitteiden kunto	a			
Mekaaniset suoja- ja	a			
Muuntaja öljy	a			
Muuntajien puhdistus (tarvittaessa)	a			
Häilytyksen koestus	3a	0		
Maadoitusresistanssin mittaaminen	12a	0		
Muuntaja öljyn näytteenotto ja analyysi	12a	0		
Alstivarausten tarkastus				
Ympäristö	a			
Valaistus	a			
Ovien lukitus	a			
Vielen siisteyden tarkastus	a			
Varusteiden ja niiden kunnon tarkastus	a		varusteluettelon mukaan	
IV-suodattimien puhdistus tai vaihto	a			
Öljynkorkeuden tarkastus				
Öljynkorkeuden tarkastus	a			
Lämpökäytön tarkastus	a			

Huolto- ja kunnossapito-ohjelma, Ilmala Öljysäiliöt 2005

2015

+ / - / 0 = kunnossa / huomautettava / ei kuulu huoltoon

Pääajakelujärjestelmä	Alkaväli	+ / - / 0	Huomautettavaa	Suorittaja ja pvm
Määräaikaistarkastus	10a	0		
Lämpökuivaus	6a	0		

Alstinh arainen tarkastus				
Keskukseen lukitus	a			
Keskukseen merkinnät	a			
Piirustukset ja kaaviot	a			
Vielsen siisteyden tarkastus	a			
Turvavälineiden tarkastus	a			
Ohjeiden tarkastus	a			
Käytettävien sulakekokojen tarkastus	a			
- 3kpl varasulakkeita per käytetty sulakekoko				

Muut				
Kellokytkimien asetus	a			
Huonelämpötilan tarkkailu	a			
Merkkilämpöpujen tarkastus	a			

Maadoitukset				
Liitosten kunto ja kireys	3a	0		
Johittimien mekaanisen kunnon tarkastus	3a	0		

Nousukaapelit				
Nousukaapeliin kuormituksen tarkastus	6a	0		
Johdinten kiinnityksen tarkastus	a			
Mekaanisten suojausten tarkastus	a			

+ / - / 0 = kunnossa / huonautettava / ei kuulu huoltoon

Tyväliineet ja varusteet	+ / - / 0	Huonautettava	Suorittaja ja pvm
Akkusammutusvälineistö			
Jännitteenilmaisin			
Työmaadoitusvälineet			
Sulakkeenvaihtokahva			
Kävosuojus			
Muuntajan suojavalet KJ sulakkeet, 3 kpl lokalista kokoa ja laji			
Kytit ja merkinnät			
Liittymiskuormanerotimet (Vrityksen nimi ja verkkovaltimien ohjeen mukainen kaapeli osoite)			
PÄÄKÄYTTÄIN tai PÄÄKÄYTTÄJSIJA (kojeen mukaan)			
Mittamuuntajat: MITTAUS			
Muuntajat: Muuntaja 1: MUUNTALA 1 lne.			
Lähdöt: LÄHTÖ 1 ja osoite lne.			
Tarrakiipi "Muista työmaadoittaa", joka kiinnittää huomion työmaadoituksen pakollisuuteen			
Ensimmäinen hätänumeroineen ja kotitehen osoitteineen/koordinaattineen			
2-3 kpl kolmiomaisista varoituskilpeistä, jossa teksti "ÄLÄ KYTKE - TYÖ KÄYNNISSÄ"			
2 kpl kolmiomaisista yleisistä jänniteesivyistä varoitavaa kilpeä			
Suorakaitteen muotoinen kilpi, jossa varoitustunnus kolmiossa ja teksti "PÄÄSY SIVULLISILTA KIELLETTY"			
Muuntamon oven ulkopuolella kilpi "MUUNTAMO", jossa muuntamon nimi tai numero			
Kaaviot muuntamon seinällä			
Pöytäkaavio			
Maadoituskaavio			
Kansio			
Käyttöohjeiden ja käyttöesikkeen/jakeluverkkoyhtiön yhteystiedot			
Muuntamon oikosulkuvirta + (Päiväys ja henkilö)			
Maadoitusarvo + (Päiväys ja henkilö)			
Verkonlaitteiden ilmoittama vaadittava maadoitusarvo + (Päiväys ja henkilö)			
Relaissetelit: laukaisuvirta- ja alka sekä maasulkusuojausasetteluvirta + (Päiväys ja henkilö)			
Huolto- ja kunnossapito-ohjeet			
Kaikki tarkastuspöytäkirjat			
Kaikki vuositteiset toimintakortit			

Huolto- ja kunnossapito-ohjelma, Ilmala Öljysäiliöt2005

2015

+ / - / 0 = kunnossa / huomautettavaa / ei kuulu huoltoon

Jako- ja ryhmäkeskukset	Alkaväli	+ / - / 0	Huomautettavaa	Suoritaja ja pvm
Määräaikais tarkastus	10a			
Keskus				
Lämpöerleiden asetuksen tarkastus	6a			
Etuarokokeen tarkastus	6a			
Liitäntöjen kiritys	6a			
Lämpövuus	6a			
Aistiharainen tarkastus				
Veinen silteys	a			
Keskusten lukitus	a			
Varasulakkeiden tarkastus	a			
- 3kpl per käytetty sulakekoko	a			
Pilrukset ja kaavlot	a			
Merkkilämpimet	a			
Kellokytkimien tarkastus ja asetus	a			

Huolto- ja kunnossapito-ohjelma, Ilmala Öljysäiliöt2005

2015

+ / - / 0 = kunnossa / huomautettavaa / ei kuulu huoltoon

LVI Laitteet	Alkaväli	+ / - / 0	Huomautettavaa	Suoritaja ja pvm
Moottorikäyttöjen mekaanisen kumnon ja kiinnityksen tarkastus	2a			
Jääshäydyspintojen tarkastus	2a			
Hihnojen kireyden tarkastus	2a			
Käyttölaitteiden toiminnan tarkastus	2a			
Laakerien väriinän ja lämpötilan tarkastus	2a			
Moottorihjauksien tarkastus	2a			
Moottorisuojien tarkastus	2a			



Huolto- ja kunnossapito-ohjelma, Ilmala Öljysäiliöt2005

2015

+ / - / 0 = kunnossa / huomautettavaa / ei kuulu huoltoon

Sähkölaitteiden järjestelmät	Alkuväli	+ / - / 0	Huomautettavaa	Suorittaja ja pvm
Autolämmityspistorasiat				
Kosketussuojauksen kunnan tarkastus	a			
Mekaanisen kunnan tarkastus	a			
Lukituksen tarkastus	a			
Ohjauksen tarkastus	a			
Vikavirtasuojien tarkastus	a			

Valaisimet	Alkuväli	+ / - / 0	Huomautettavaa	Suorittaja ja pvm
Lamppujen ja sytyttimien vaihto	jatkuva			
Heijastimien puhdistus	10a			
Valaisimien puhdistus	10a			
Valaisimien kunnan tarkistus	a			
Valaisuksen ohjauksen tarkastus	a			

Sähkölämmitys järjestelmät	Alkuväli	+ / - / 0	Huomautettavaa	Suorittaja ja pvm
Rakennuksen sähkölämmitys järjestelmät				
Liitosohjainten kunnan tarkastus	a			
Ohjauksen tarkastus	a			
Liitäntäasioiden ja vedenpoiston tarkastus	a			



Huolto- ja kunnossapito-ohjelma, Ilmala Öljysäiliöt2005

2015

+ / - / 0 = kunnossa / huomautettavaa / ei kuulu huoltoon

Poistumisvalaistus	Alkuväli	+ / - / 0	Huomautettavaa	Suorittaja ja pvm
Järjestelmäin koestus	a/4			
Huoltopöytäkirjan pito koestuksista ja vioista	a/4			
Akuston kunnan tarkastus	a/4			
Häilytykset	a/4			
Huoltopöytäkirjan tarkastus	a			
Epäkuntoisten lamppujen vaihto välittömästi	jatkuva			



Huolto- ja kunnossapito-ohjelma, Ilmala Öljysäiliöt2005

2015

+ / - / 0 = kunnossa / huomautettavaa / ei kuulu huoltoon

Loistehon kompensointilaitteet	Alkaväli	+ / - / 0	Huomautettavaa	Suorittaja ja pvm
Määräaikaistarkastus	10a			
Eristimen puhdistus	6a			
Muut toimenpiteet				
Kaapeilitosten tarkastus ja tarvittaessa kiristys	3a			
Pariston puhdistus	3a			
Pariston astian vuotokojen tarkastus ja tarvittaessa korjaus	3a			
Koraktoroiden tarkastus	3a			
Säädin asetteulavojen tarkastus	3a			
Häilytyksen toiminnan tarkastus ja kokellu	3a			
Kapasitanssarvojen tarkastus	3a			
Sulakkeiden tarkastus	3a			
Kompensoinnin riittävyyden tarkistus	3a			



Huolto- ja kunnossapito-ohjelma, Ilmala Öljysäiliöt2005

2015

+ / - / 0 = kunnossa / huomautettavaa / ei kuulu huoltoon

Kaapelitehtijärjestelmät	Alkaväli	+ / - / 0	Huomautettavaa	Suorittaja ja pvm
Kaapelitehtijärjestelmät				
Häilytyksen kiinnityksen tarkastus	a			
Puhautuksen tarkastus	a			
Lohtokanavajärjestelmät				
Kiinnitysten tarkastus	a			
Pariston puhdistus	a			
Lattikanavajärjestelmät ja lattikotelot				
Mekaanisten suojiin tarkastus	a			
Puhautuksen tarkastus ja korjaus	a			
Lämpöennk				
Tiivyyden tarkastus ja korjaus	a			

Keskijänniteverkkojen muuntamoiden huolto- ja kunnossapito-ohje



Ohjeet huoltoa suorittavalle

Kun vuosittaisia huoltokäyntejä lähdetään tekemään, otetaan kansio mukaan josta täytetään kyseisen vuoden tarkistuslistat kyseisessä kohteessa (3kpl/kohde/vuosi: Keskijännitejakelujärjestelmä, Pääjakelujärjestelmä ja Muuntamoiden varustelista). Tarkistuslistojen toimenpiteet suoritetaan listan mukaan (Toimenpiteiden tarkemmat kuvaukset löytyy huolto-ohjeesta). Tehtyjen toimenpiteiden perusteella täytetään tarkistuslistat (+ / - / 0 = kunnossa / huomautettavaa / ei kuulu huoltoon), sekä kirjataan muistiinpanoja jos on huomautettavaa ja merkitään toimenpiteen suorittaja ja päivämäärä. Huolto-ohjelmiin on merkitty valmiiksi kyseiseen vuoteen kuulumattomat toimenpiteet "0". Lisäksi seuraavat toimenpiteet suoritetaan aliurakoitsijoilla:

- Määräaikaistarkastukset (esim. Inspecta)
- Lämpökuvaukset (esim. PM-sähkö)
- Relekoestukset (esim. Infratek)
- Muuntajaöljyn analyysi (esim. ABB, Infratek)

Kuitenkin huoltoa tekevien henkilöiden tulee tilata kyseiset toimenpiteet ja huolehtia, että ne suoritetaan ja dokumentoidaan asianmukaisesti. Käytettävä aliurakoitsija tulee varmistaa työnjohdolta.

Täytettyjen huolto-ohjelmien perusteella täytetään kyseisen muuntamon kyseisen vuoden **[Intranet -> Workspaces -> Rata Suomi työtila -> KP-Etelä-Suomi]** tyhjä Excel-huolto-ohjelman pohja ja tämä liitetään RailBaseen kyseisen muuntamon laitekorttiin liitetiedostoksi. Täytetty Excel-tiedosto tallennetaan täytettynä intranettiin. Lisäksi muuntamoilla tulee olla täytetyt versiot, jotka voidaan tulostaa täytetystä Excel-tiedostosta tai vaihtoehtoisesti täyttää käsin muuntamolta löytyvä vastaava tyhjä paperiversio.

Raportoinnin tarkoituksena on saada tarpeelliset tiedot työnjohdolle ja laitteistojen käytönjohtajalle. Yleisesti raportointi suoritetaan vain paperiversioihin ja RailBaseen liitettyyn Excel-tiedostoon. Kiireellisissä tapauksissa (sähköturvallisuutta vaarantava puute/vaurio ym.) raportointi tulee suorittaa myös puhelimitse laitteiston käytönjohtajalle ja/tai työnjohtoon.

Kaikissa huoltotöissä on noudatettava sähköturvallisuusmääräyksiä sekä muita työturvallisuudesta annettuja ohjeita. Näiden lisäksi on noudatettava ohjeita, niissä huoltotoimenpiteissä joista on annettu erityiset ohjeet.

Huom! Jännitetyö ei kuulu missään tapauksessa normaaliin tarkastuskäyntiin. Jännitetyölle tulee aina saada lupa käytön-/sähkötöidenjohtajalta ja niihin tulee olla tapauskohtaiset työohjeet.

Keskijänniteverkkojen
muutamoiden huolto- ja kunnossapito-ohje



Keskijännitejakelujärjestelmä	
Keskijännitekojeisto	
Katkaisijoiden kokeilu	<i>Katkaisijoiden katkaisukyvyyn kokeilu.</i>
Erottimien tarkistus	<i>Erottimien mekaanisen toiminnan kokeilu sekä tarvittaessa liikkuvien nivelten säätö ja voitelu. Erottimien eristimien, rungon ja ohjainosien kunto sekä kiinnitykset tarkistetaan. Koskettimien, piiskojen, kipinäsarvien ja kuormanerotimien sammutuskammioiden kunto tarkistetaan. Asennonosoittimen merkinnät tarkistetaan ja tarvittaessa korjataan. Tarvittaessa piiskojen ja koskettimien säätö ja rasvaus. Ennen huoltotoimenpiteisiin ryhtymistä on varmistettava, että erotin (työkohde) on jännitteetön sekä työmaadoitettu kummaltakin puolelta.</i>
Tukieristimet, kiskot ja johtimet	<i>Tukieristimien mekaanisen ja sähköisen kunnan sekä puhtauden ja kiinnityksen tarkastus. Kiskojen ja johtimien jatkosten sekä liitosten tarkastus. Työmaadoituspisteiden tarkastus.</i>
Laitteiden puhdistus	<i>Laitteiston puhtauden tarkastus ja puhdistus tarvittaessa. Huom. jännitteisiä osia ei saa puhdistaa ilman käytönjohtajan lupaa. Puhdistuksen tarpeellisuus kirjataan huomioitavaa kohtaan.</i>
Tilojen siivous	<i>Huoneen yleinen siivous, ovien esteettömän aukeamisen ja välineiden luokse päästävyyden varmistaminen.</i>
Mekaaniset suojat	<i>Kojeistojen koteloinnin kunto, ja kosketussuojauksen täytyminen. Saranoiden ja salpalaitteiden toimivuus. Kojeistojen ulkopuolinen siisteys. Puomit esteenä tahattoman pääsyn esteenä kojeiston jännitteisiin osiin, (ilmaeristeisien) kennojen ovien takana.</i>
Muuntajat	
Suurjännitelaitteiden suojaus	<i>Tarkistetaan läpivientieristimien, kaapeliliitosten ja öljymittarin kunto. Tarkistetaan onko paisuntasäiliön korkki paikallaan, korkin puuttumisesta on ilmoitettava verkon haltijalle välittömästi.</i>
Mekaaniset suojat	<i>Muuntajan koteloinnin kunto. Puomit muuntajatilaan tahattoman pääsyn esteenä.</i>
Muuntajien puhdistus	<i>Muuntajien päällipuolisen puhtauden tarkistus ja puhdistus tarvittaessa. Huom. jännitteisiä osia ei saa puhdistaa ilman käytönjohtajan lupaa. Puhdistuksen tarpeellisuus kirjataan huomioitavaa kohtaan.</i>
Hälytysten koestus	<i>Muuntajien hälytysten koestus. Kaikkien olemassa olevien hälytysten koestus (lämpötila, öljyn pinnankorkeus ym.)</i>
Muuntajaöljy	<i>Tarkistetaan öljymäärä osoittimesta, öljyvuodot ja tihkumiset sekä öljyn lämpötila, jos muuntajan varusteisiin kuuluu lämpömittari. Öljyvuodoista on ilmoitettava verkon haltijalle välittömästi.</i>
Muuntajaöljyn näytteenotto ja analyysi	<i>Muuntajaöljyn näytteenotto ja sen toimitus analysoitavaksi.</i>
Maadoitusresistanssin mittaaminen	<i>Koko muuntamon maadoitusresistanssin mittaaminen maadoitusresistanssimittarin ohjeiden mukaisesti.</i>
Aistinvarainen tarkastus	
Ympäristö	<i>Varmistetaan, että muuntamoon on esteetön pääsy kaikkina vuorokaudenaikoina, tarvittavat avaimet ja kulkureittiohjeet ovat saatavilla. Hengenvaara-kilvet ulkomuuntamon joka sivulla/sisämuuntamon ovelta.</i>
Ovien lukitus	<i>Tarkistetaan kaikkien ovien lukitus sekä salpalaitteiden kunto ja toimivuus. Lukot öljytään tarvittaessa.</i>
Valaistus	<i>Tilojen valaistuksen kunnan ja toiminnan tarkistus. Tarvittaessa lamppujen/sytyttimien vaihto.</i>
Varusteet (=varusteluettelo)	<i>Tarkistetaan varusteiden olemassa olo sekä niiden kunto ja toimivuus. Merkintöjen osalta varmistetaan myös niiden kiinnitykset, paikkaansapitävyys ja sijainnit.</i>
IV-suodattimet	
IV-suodattimien puhdistus tai vaihto	<i>IV-suodattimien puhtauden tarkistus sekä puhdistus/vaihto tarvittaessa.</i>
Öljynkuivain (muuntajan)	
Öljynkorkeuden tarkastus	<i>Kuivaimen öljynkorkeuden tarkastus mittarista.</i>
Lämpötilan tarkastus	<i>Kuivaimen lämpötilan tarkastus mittarista.</i>

Keskijänniteverkkojen
muuntamoiden huolto- ja kunnossapito-ohje



Pääjakelujärjestelmä	
Aistinvarainen tarkastus	
Keskuksen lukitus	<i>Tarkistetaan kaikkien ovien lukitus sekä salpalaitteiden kunto ja toimivuus. Lukot öljytään tarvittaessa.</i>
Keskuksen merkinnät	<i>Sulakekokojen vertaaminen kilvissä ja pääkaavioissa oleviin kokoihin. Lähtöjen merkinnät (ryhmänumero ja kohde). Pääkeskustilan ja keskuksen merkinnät sekä sähkön vaarallisuudesta varoittava kyltti ulko-ovessa.</i>
Piirustukset ja kaaviot	<i>Piirustusten ja kaavioiden olemassaolon tarkastus.</i>
Huoneen siivous	<i>Huoneen yleinen siivous, ovien esteettömän aukeamisen ja välineiden luokse päästävyvyyden varmistaminen.</i>
Turvavälineiden tarkastus	<i>Alkuseräilyvälineistön olemassaolo ja kunnan tarkastus.</i>
Ohjeiden tarkastus	<i>Ensiapuohjeiden ja tarvittavien huolto/asennusohjeiden olemassaolo. 2-3kpl varoituskilpeä "ÄLÄ KYTKE – TYÖ KÄYNNISSÄ". 2kpl jännitteisyydestä varoittavaa kilpeä. Kilvet siirrettäviä narullisia kilpiä.</i>
Käytettyjen sulakekokojen tarkastus	<i>Keskustilassa on oltava 3kpl varasulakkeita per käytetty sulakekoko</i>
Muut	
Kellokytkimien asetus	<i>Kellokytkimien asetuksen korjaus tarvittaessa.</i>
Huonelämpötilan tarkkailu	<i>Huonelämpötilan tarkkailu aistinvaraisesti tai lämpömittarin avulla.</i>
Merkkilamppujen tarkastus	<i>Merkkilamppujen toimivuuden tarkastus ja vaihto tarvittaessa.</i>
Maadoitukset	
Liitosten kunto ja kireys	<i>Kaikkien maadoitettavien laitteiden liittämisen ja liittimien kunto sekä jatkosten ja haaroitusten kunnan tarkastaminen.</i>
Johtimien mekaanisen kunnan tarkastus	<i>Johtimien mekaanisen kunnan tarkistus korroosion ym. vaurioiden varalta</i>
Nousukaapelit	
Nousukaapelien kuormituksen tarkastus	<i>Nousukaapelin kuormituksen tarkastus; ryhmien väliset kuormitukset tulisivat olla tasaisia. Huomattavat kuormituksen nousut kirjattava.</i>
Kaapelien kiinnitysten tarkastus	<i>Löysien kiinnitysten kiristys tarvittaessa, jos mahdollista keskuksen ollessa jännitteinen.</i>
Mekaanisten suojiin tarkastus	<i>Kaapelien mekaanisten suojiin tarkastus.</i>

Keskijänniteverkkojen muuntamoiden huolto- ja kunnossapito-ohje



Sulakkeiden vaihto

Sulakkeet pyritään vaihtamaan aina jännitteettömänä, ellei voida käyttää menettelytapaa jonka mukaan vaihto voidaan suorittaa jännitteisenä

Sulakkeet pyritään vaihtamaan aina virrattomina. Nimellisvirraltaan enintään 25A tulppasulake voidaan kuitenkin vaihtaa virrallisena, jos virtapiirin virrattomaksi tekeminen tuottaa kohtuutonta haittaa.

Kahvasulakkeen vaihto virrallisena

Kahvasulake voidaan vaihtaa virrallisena, jos virtapiirin virrattomaksi tekeminen tuottaa kohtuutonta haittaa. Virrallisena vaihdettava kahvasulake edellyttää vaihtotyön suorittajalta seuraavat edellytykset:

- Vaihtotyön suorittaja tulee olla sähköalan ammattihenkilö
- Vaihtotyön suorittajalla tulee olla seuraavat suojavarusteet:
 - Eristävät suojakengät
 - Kypärä
 - Suojavaatteet
 - Kasvojen suojain (maski)
 - Sulakkeen vaihto suoritetaan hihallisella vaihtokahvalla

Työhön pitää olla käytönjohtajan tapauskohtainen tai pysyvä lupa

Toimintaohje ”Uuniluukku”-varokeytkimen käytöstä

1. Silmämääräinen kunnon tarkistus.

2. Varokeytkintä ohjattaessa käytettävä aina seuraavia varusteita: Kasvosuojus sekä valokaarelta suojaavat hanskat ja vaatteet. Lisäksi varokeytkintä on ohjattava rivakasti, jotta kytkin avautuisi ja sulkeutuisi tarkoitetulla tavalla. Hidas ohjaus voi aiheuttaa kosketuspintojen palamista ja kuumenemista sekä valokaarivaaran.

3. Mitataan varokeytkimen kuormitusvirta pihtimittarilla.

4. Kuormitusvirran ollessa alle puolet nimellisvirrasta, voidaan kytkintä ohjata ilman erityistoimenpiteitä. Kuitenkin kohdan 2. suojavarusteita on käytettävä.

5. Kuormitusvirran ollessa yli puolet nimellisvirrasta, varokeytkin on tehtävä jännitteettömäksi tai virrattomaksi ennen sen ohjausta. Virrattomaksi kytkin tehdään poistamalla sen syöttämä kuorma (esim. avaamalla seuraavassa jakokaapissa olevat lähdöt). Jos virrattomaksi tekeminen ei jostain syystä onnistu, tehdään kytkin jännitteettömäksi (esim. avaamalla keskuksen pääkytkin).

Huom! Jos uuniluukkukytkimestä on palannut sulake/sulakkeita on mahdollista, että piirissä on oikosulku tai suuri kuorma. Tällöin sulakkeen vaihto on suoritettava kohdan 5 menetelmän mukaan.

Keskijänniteverkkojen muuntamoiden huolto- ja kunnossapito-ohje



Työmenetelmät

Työt jännitteettömässä laitteistossa

Seuraavat toimenpiteet tulee suorittaa aina ennen töiden aloittamista jännitteettömäksi tehdyssä laitteistossa:

1. Täydellinen erottaminen

- Erotetaan kohde sitä syöttävistä jännitteisistä komponenteista. Huom. rengassyötöt, mittaus, ohjaus, yms. apuvirtapiirit.
- Erottimien avaus, niin että erotus on silmillä havaittavissa (luotettava asennon osoitin (0-1), näkyvä avausväli, poistettu sulake yms.)

2. Jännitteen kytkemisen estäminen

- Erotuslaite tai sen sijaintitila lukitaan.
- Erotuslaite varustetaan kyltillä "ÄLÄ KYTKE – TYÖ KÄYNNISSÄ", johon tulee merkitä asentajan nimi ja päivämäärä

3. Laitteiston jännitteettömyyden toteaminen

- Kiinteällä/siirrettävällä mittarilla/jännitteenkoettimella. Jännitteettömyys on todettava kaikista vaiheista työalueella. Huom. mittarin/jännitteenkoettimen soveltuvuus kyseiselle jännitteelle. Lisäksi mittarin/jännitteenkoettimen toimivuus on varmistettava ennen jännitteettömyyden toteamista.

4. Työmaadoittaminen

- Tarkistetaan työmaadoitusvälineen sopivuus (riittääkö oikosulkukestoisuus)
- Suur/keskijännitteellä liitetään työmaadoitus ensin maadoituselektrodiin ja sen jälkeen yhdistetään vaiheliittimet eristyssauvan avulla. Mahdolliset varaukset puretaan koskettamalla eristyssauvaan kiinnitetyllä vaiheliittimellä kaikkia työmaadoitettavia osia. Työmaadoitus puretaan päinvastaisessa järjestyksessä.
- Pienjännitteellä oikosuljetaan vaihe-, nolla-, ja PEN-johtimet keskenään.

5. Suojaus läheisiltä jännitteisiltä osilta

- ks. "työskentely jännitteisten osien läheisyydessä"

6. Lupa työn aloittamiseen

- Lupa työn aloittamiseen työstä vastaavalta henkilöltä.

Keskijänniteverkkojen muuntamoiden huolto- ja kunnossapito-ohje



Työskentely jännitteisten osien läheisyydessä (lähialueella)

Kun työskennellään jännitteisten osien läheisyydessä, niin että itse työkohte on jännitteetön, on varmistuttava jännitteisten osien tahattomalta kosketukselta. Tahattomalta kosketukselta voidaan välttyä :

- Suojaamalla jännitteiset osat suojuksilla, esteillä koteloidilla tai eristävillä päällyksillä.
- Säilyttämällä lähityöetäisyys D_L (taulukko) jännitteisiin osiin ja tarvittaessa valvomalla työn suorittamista.

Lähityöetäisyys menetelmää käytettäessä työn suorittajan tulee olla sähköalan ammattihenkilö

Järjestelmän nimellisjännite	Lähityöalue (etäisyydet jännitteisestä osasta)
< 1kV	0,2 (0,05) – 0,7m
10kV	0,35 - 1,4m
20kV	0,4 -1,4m

Lähityöalueen minimietäisyys jännitteisestä (<1kV) osasta 0,05m, jos jännitteinen osa on kotelon sisällä tai kooltaan pieni, ja se on suojattu esim. horjahtamisesta johtuvalta koskettamiselta.

Lähityöetäisyyden säilyttämisen lisäksi on hyvä kiinnittää huomiota seuraaviin työturvallisuutta lisääviin seikkoihin mm.:

- Eristävät lattiat ja matot sisäkytkinlaitoksissa
- JT-työvälineiden käyttö
- Työskentelysuojien soveltuvuuden tarkastaminen kyseiselle jännitteelle
- Jännitteisiksi jääneiden kytkinlaitosten osien merkitseminen
- Eristysaineisten tikkaiden käyttö
- Työkoneiden maadoittaminen tarvittaessa
- Vähintään 2 hengen työryhmä
- Jännitteisten osien yläpuolella tehtävässä työssä työkalujen putoamisen estäminen

Työskentelyalueen merkitseminen

Työalue on tarpeen mukaan määrättävä ennen työn suorittamista. Työalue tulisi olla sellainen, että työntekijä ei voi missään tilanteessa ulottua jännitteisiin osiin eristämättömien työvälineiden tai aineiden välityksellä. Työalue voidaan useimmiten määrittää suullisesti. Joissain tilanteissa työskentelyalue tulee merkittävä ja rajattava esim. kaiteiden, aitojen, puomien, köysien, lippujen yms. avulla, tällaisia tapauksia ovat esim. pidempiaikaiset työt ja kytkinlaitostyöt jossa kaikkia kenoja ei ole tehty jännitteettömiksi.

Keskijänniteverkkojen muuntamoiden huolto- ja kunnossapito-ohje



Jännitetyö

Jännitetyötä on kaikki työ, jossa työntekijä tarkoituksellisesti koskettaa jännitteistä osaa tai ulottuu käsittelemillään työkaluilla, varusteilla tai laitteilla jännitetyöalueelle. Jännitetyötä tehdessä tulee käyttää aina asianmukaisia suojarusteita ja jännitetyövälineitä. Jännitetyön tekemiselle tulee aina saada lupa laitteiston käytönjohtajalta/sähkötöiden johtajalta. Jännitetyötä tekevä tulee olla aina jännitetyökoulutuksen saanut sähköalan ammattihenkilö. Jännitetyön tekemiseen vaaditaan kahden hengen työryhmä.

Järjestelmän nimellisjännite	Jännitetyöalueen (etäisyydet jännitteisestä osasta)
< 1kV	0 – 0,2 (0,05)m
10kV	0 – 0,35m
20kV	0 – 0,45m

Jännitetyöalueen maksimietäisyys jännitteisestä (<1kV) osasta 0,05m, jos jännitteinen osa on kotelon sisällä tai kooltaan pieni, ja se on suojattu esim. horjahtamisesta johtuvalta koskettamiselta.

Perustason jännitetyö (eräät pienjännitelaitteistoon kohdistuvat jännitetyöt)

Perustason jännitetyötä on pienjännitelaitteistoon kohdistuva jännitetyö, jossa oikosulkuvirta on rajoitettu. Pienjännitelaitteistossa tehtävässä jännitetyössä tulee olla kahden jännitetyökoulutuksen saaneen sähköalan ammattihenkilön työryhmä. Kuitenkin yhden hengen työryhmää voidaan käyttää, jos työn riskit arvioidaan hyvin pieniksi ja seuraavat ehdot täyttyvät.

- Jännitetyötä tekevä henkilö on perehtynyt tekemään vastaavia töitä jännitteettömässä laitteistossa.
- Jännitetyötä tekevällä henkilöllä pitää olla mahdollisuus saada neuvoja tai apua toiselta sähköalan ammattihenkilöltä.
- Työohjeella on riittävästi varmistettu turvallinen työskentely.

Laitteistolta, jossa jännitetyötä tehdään yksin edellytetään, että alue, johon työ kohdistuu, sijaitsee laitteistossa helposti luokse päästävässä paikassa, esim. kojeiston etuosassa ja lisäksi työkohteella on seuraavia ominaisuuksia:

- Työaluetta suojaavan ylivirtasuojan nimellisvirta on enintään 25A tai,
- työ tehdään erityisen työohjeen mukaan enintään 63A ylivirtasuojatulla suojatuissa ryhmäkeskuksissa, tai
- työkohteen, esim. jakokeskuksen työ kohteena olevat osat on suojattu vähintään IP2X (tai IPXXB) mukaisella kosketussuojauksella ja suojaava ylivirtasuojia on enintään 125A, esim. jakokeskus, jossa kaikki komponentit vastaavat suojausta IPXXB ja komponenttien väliset johtimet ja kiskot ovat eristettyjä, tai
- työt, jotka tehdään erityisesti jännitetyöhön tarkoitetuilla komponenteilla, esim. jonovarokeytkimen lisäys sellaisessa kaapelijakokaapissa, jossa lisäys on suunniteltu tehtäväksi jännitteisenä, tai riippukierrekaapelin liitosten teko eristyksen läpäisevillä liittimillä.

Jos työkohte sisältää erityisiä mekaanisia tai muita vaaratekijöitä tai työntekijän on mahdollista joutua hädänalaiseen tilaan, esim. työskennellessään pylväässä, tulee fyysisen avun saannin olla järjestetty.

Keskijänniteverkkojen muuntamoiden huolto- ja kunnossapito-ohje



Vaativa jännitetyö (suurjännitetyöt ja eräät pienjännitelaitteistoon kohdistuvat jännitetyöt)

Suurjännitelaitteistoon kohdistuva jännitetyö vaatii aina työmenetelmäkohtaisen erityisohjeen työn suorittamiseksi. Suurjännitelaitteistoon kohdistuva jännitetyö vaatii aina vähintään kahden jännitetyökoulutuksen saaneen sähköalan ammattihenkilön työryhmän.