



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

Kärkimiehen rooli projektissa ja käyttöönottomittaukset

Juho Hahtokari

Opinnäytetyö
Lokakuu 2016
Sähkötekniikka
Sähkövoimatekniikka



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikka
Sähkövoitekniikka

Juho Hahtokari
Kärkimiehen rooli projektissa

Opinnäytetyö 44 sivua, joista liitteitä 5 sivua
Lokakuu 2016

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli pohtia kärkimiehen roolia ja tehtäviä. Työssä selvitetään mitä kaikkea kärkimiehen tehtäviin ja vastuu-alueisiin kuuluu. Asiaa tarkasteltiin kärkimiesten ja työnjohdon näkökulmasta. Sain haastattelujen avulla selville kärkimiesten näkemyksen heidän tehtävistään ja toin esille myös omat näkemykseni. Tehtävien selvittyä aloin pohtimaan mitä kaikkea niihin kuuluu ja mahdollisia parannuksia tehtävien toteuttamiseen.

Opinnäytetyössäni keskitytään myös käyttöönottomittauksiin, jotka ovat olennainen osa kärkimiehen tehtävää. Käyttöönottomittauksilla varmistetaan verkon turvallisuus ennen sähköjen kytkemistä päälle. Mittaukset aloitetaan aistinvaraisella tarkistuksella, johon kuuluvat silmämääräiset tarkastukset. Aistinvaraisten tarkastuksien jälkeen tehdään ensimmäiset mittaukset jännitteettömänä. Loput mittauksista suoritetaan piirin ollessa jännitteellinen. Kärkimiehellä on oltava laaja tietämys käyttöönottomittausten suorittamisesta ja tietämys mittausten vaadittavista raja-arvoista.

Sähkömarkkinalain uudistusten myötä sähköverkkoyhtiö Caruna investoi sähköverkon parantamiseen noin 100 miljoona euroa. Investoinnilla parannetaan sähkönjakelun toimintavarmuutta. Sähköverkon toimivuutta ja säävarmuutta parannetaan korvaamalla ilmajohtoverkkoja maakaapeloinnilla. Hankkeen aikana maastoon vedetään noin 3000 km maakaapelijohtoa ja asennetaan 2500 muuntamoita. Sähköverkon toimintavarmuutta parannetaan haja-asutusalueilla ympäri Suomea.

Asiasanat: käyttöönotto, turvallisuus, muuntamo, mittaukset, dokumentti

ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences
Electrical Engineering
Power Engineering

Juho Hahtokari
The role of the foreman in project

Bachelor's thesis 44 pages, appendices 5 pages
October 2016

This thesis is mending to consider the role and tasks of the foreman. In my thesis I have to find out what kind of jobs and responsibilities foreman have in company. This matter was inspected in the point of view of the management and foreman. I found out the view point of the foreman by interviews and I brought my own ideas out also. When I found out the duties and tasks I had to consider every content of tasks and also consider how to do it better.

My thesis is also including information about electrical measurements. Electrical measurements are irrelevant skills of the foreman. Safety of the power grid have to been secure with electrical measurements before switching on the electricity supply. The measurements are initiated by sensory amendment, which includes visual inspections. After the sensory inspections first measurements have to been done without energized. The rest of the measurements is performed while the circuit is energized. The foremen have to have a lot of knowledge how to do electrical measurements and also knowledge about required limit values.

Electricity market act reforms grid company Caruna to invest in improving the power grid with 100 million euros. The investment will improve the distribution of electricity bringing reliability and functionality. Power grid is improved by replacing overhead lines by underground cables. During the project around 3000 km will be laid down and also 2500 transformers are going to be installed. Power grid reliability will be improved in rural areas around the Finland.

Key words: foreman, electrical measurements, safety

SISÄLLYS

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | JOHDANTO..... | 6 |
| 2 | KÄRKIMIEHEN MÄÄRITELMÄ..... | 7 |
| 2.1. | Vaatimukset ammattitaitoa edellyttävissä sähkötoissa..... | 8 |
| 3 | KÄRKIMIEHEN TEHTVÄT | 9 |
| 3.1. | Turvallisuuden valvominen | 9 |
| 3.1.1 | Sähköturvallisuustoimien valvominen | 9 |
| 3.1.2 | Yleinen työturvallisuus | 10 |
| 3.1.3 | MVRS-mittaukset | 10 |
| 3.1.4 | Jännitetyöt | 11 |
| 3.1.5 | Työskentely 20kV-linjan läheisyydessä..... | 14 |
| 3.2. | Materiaalin vastaanotto | 15 |
| 3.3. | Suunnitelmakuvien korjaaminen | 16 |
| 3.4. | Asentajien perehdyttäminen työmaalla..... | 16 |
| 3.5. | Lisätöiden kirjaaminen | 16 |
| 3.6. | Viikkoraportit..... | 17 |
| 3.7. | Käyttöönottotarkastukset | 18 |
| 4 | KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUKSET | 19 |
| 4.1. | Yleiset tarkastukset | 20 |
| 4.2. | Maanrakennustöiden tarkastukset..... | 20 |
| 4.3. | Dokumentointi | 21 |
| 4.4. | Pj -jakeluverkon käyttöönotto..... | 22 |
| 4.4.1 | Suojajohtimen jatkuvuus..... | 24 |
| 4.4.2 | Eristysresistanssin mittaus | 24 |
| 4.4.3 | Syötön automaattinen poiskytkentä | 25 |
| 4.4.4 | Vikavirtasuojan toiminnan varmistus | 26 |
| 4.5. | Kj -jakeluverkon käyttöönotto | 27 |
| 4.5.1 | 20 kV maakaapelin vaipaneheysmittaus | 28 |
| 4.6. | Puisto- ja kiinteistömuuntamon käyttöönotto | 29 |
| 4.6.1 | Yleiset tarkastukset | 30 |
| 4.6.2 | Mittaukset..... | 31 |
| 4.7. | Sähkönjakeluverkkojen maadoitusmittaukset..... | 32 |
| 4.7.1 | Mittaaminen käännepistemenetelmällä..... | 33 |
| 4.7.2 | Sarjamittaus..... | 33 |
| 4.8. | Sähkönjakeluverkon varmennustarkastus..... | 34 |
| 5 | POHDINTA..... | 36 |
| | LÄHTEET..... | 38 |

| | |
|--|----|
| LIITTEET | 39 |
| Liite 1. MVRS mittauspöytäkirja | 40 |
| Liite 2. Sähkönjakeluverkon käyttöönottotarkastuspöytäkirja..... | 41 |
| Liite 3. Viikkoraportti | 42 |
| Liite 4 Muuntamon käyttöönottotarkastuspöytäkirja | 43 |

1 JOHDANTO

Tämän työn tavoitteena oli luoda käsitys siitä, mitkä tehtävät kärkimiehille kuuluvat. Työn ensimmäisessä vaiheessa haastattelin kärkimiehiä ja työnjohtoa siitä, mitkä tehtävät heidän mielestään kärkimiehille kuuluvat. Selvitettyäni heidän mielipiteensä, aloin tekemään linjausta mitä tehtäviä käsittelen työssäni. Selvitettyäni kärkimiesten tehtävät aloin pohtia, mitä kaikkea tehtävät pitävät sisällään ja mitä mahdollista kehittämistä niissä olisi. Työssä käsitellään myös käyttöönottomittauksia, jotka ovat hyvin olennainen osa kärkimiehen tehtäviä.

Kärkimiehen roolin tutkiminen on tärkeää, koska kärkimies toimii linkkinä työnjohdon ja asentajien välillä työmaalla. Tiedon kulkeminen työmaalta on hyvin tärkeää työnjohdolle, jotta työnjohto voi nopeasti reagoida muuttuviin tekijöihin työmaalla. Käyttöönottomittaukset on suoritettava ennen työmaan luovuttamista. Tämä on tärkeä osa projektia, jotta mittaukset saadaan dokumentoitua ja urakasta saadaan maksu yhtiölle.

Opinnäytetyöni on tehty Vertek-nimiselle yritykselle. Vertek Oy on Vakka-Suomen Voima Oy:n ja Rauman Energia Oy:n omistama yritys. Vertekillä on toimipisteitä Uudessakaupungissa, Raumalla, Liedossa, Vilppulassa ja Orivedellä. Yrityksen päätoimipiste sijaitsee Uudessakaupungissa. Päätoimiala on sähkönjakeluverkon rakentaminen. Maakaapelointi Carunan verkossa on yksi suurimmista työllistäjistä tällä hetkellä. Carunan investoinnit sähköverkon parantamiseksi työllistää vähintään seuraavat kolme vuotta. Investointeihin kuuluvat ilmajohtoverkkojen vaihtaminen maakaapeloinniksi. Myös vanhat pylväsmuuntajat vaihdetaan uusiin puistomuuntamoihin.

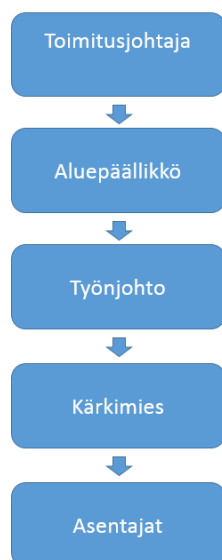
Uusi Sähkömarkkinalain uudistus astui voimaan vuoden 2013 syyskuussa. Sen mukaan vuodesta 2028 alkaen myrskyn tai lumikuorman aiheuttama sähkökatko saa kestää kaupunki- ja taajama-alueilla enintään kuusi tuntia ja haja-asutusalueella enintään 36 tuntia. Sähkönsiirtoverkon toimitus- ja säävarmuuden kehittämiseksi ilmajohtoverkko siirretään maan alle. Keskijänniteilmajohtoverkon piirissä on tuhansia asiakkaita, joten sähkönjakelun katketessa tai häiriintyessä moni jää ilman sähköä. Maakaapelointi on yksi tapa lisätä toimitusvarmuutta. Myös verkostoautomaation, sekä rengasmaisten yhteyksien lisääminen auttaa. Sähköverkkorakenteiden, kuten muuntajien suojaaminen säältä ja luonnon olosuhteilta on olennainen osa verkon rakentamistapaa ja tapahtuu maakaapeloinnin seurauksena.

2 KÄRKIMIEHEN MÄÄRITELMÄ

Työmaalla asentajat työskentelevät yksin tai suuremmissa ryhmissä riippuen työkohteesta. Työskenneltäessä ryhmässä ryhmälle on nimettävä kärkimies. Yleensä kärkimiehenä toimii ryhmän kokenein asentaja, mutta tämä ei aina ole välttämätöntä. Kärkimies on asentajaryhmän johtaja työmaalla. Hän huolehtii työmaalla työn edistymisestä ja toimii linkkinä työmaan ja työnjohdon välillä. Jos työmaalla on useampia työryhmiä, on jokaisella ryhmällä oma kärkimies. Vastaavasta tehtävästä voidaan myös käyttää nimeä osallistuva työnjohtaja. Nimensä mukaan henkilö osallistuu myös työn tekemiseen työmaalla ja valvoo myös asennuksia.

Kärkimiehen tehtäviin kuuluvat mm. sähköturvallisuustoimien valvominen, käyttöönottotarkastukset, materiaalin vastaanottaminen työmaalla, lisätöiden kirjaaminen ja työmaan aikataulun seuraaminen.

Kärkimies osallistuu työmaan aloituskokoukseen, joka pidetään ennen projektin aloittamista. Työmaakokouksessa käydään läpi suunniteltu aikataulu ja käydään huolellisesti läpi, mitkä työt urakkaan kuuluvat. Työmaan ollessa jo käynnissä kärkimiesten ja työnjohdon kanssa pidetään työmaapalaveri, jossa käydään läpi työmaan edistymistä ja huomioita projektin saamiseksi loppuun. Kärkimies kertoo työmaapalavereissa saadun oleellisen tiedon työmaan asentajille. Organisaatiota kuvaava kaavio löytyy kuvasta yksi.



KUVA 1. Organisaatiokaavio

2.1. Vaatimukset ammattitaitoa edellyttävissä sähkötöissä

Henkilön, joka saa tehdä itsenäisesti oman alansa sähkö - ja käyttötöitä ja myös valvoa niitä, on täytettävä joki seuraavista vaatimuksista:

- suorittanut sähköalan diplomi-insinöörin, tekniikan ammattikorkeakoulun (insinöörin tai teknikon tutkinnon).
- suorittanut sähköalan ammattitutkinnon tai erikoisammattitutkinnon taikka vastaavan tutkinnon.
- suorittanut hyväksytysti sähköalan oppisopimuskoulutuksen.
- suorittanut sähköalan kolmivuotisen ammatillisen perustutkinnon tai vastaavan koulutuksen ja sen jälkeen hankkinut vuoden työkokemuksen kyseisistä sähköalan töistä.
- suorittanut sähköalan kaksivuotisen ammatillisen perustutkinnon tai vastaavan koulutuksen ja sen jälkeen hankkinut kahden vuoden työkokemuksen kyseisestä sähköalan töistä.
- suorittanut yhden vuoden pituisen sähköalan koulutuksen ja sen jälkeen hankkinut kolmen vuoden työkokemuksen kyseisistä sähköalan töistä tai hankkinut kuuden vuoden työkokemuksen kyseisistä sähköalan töistä ja riittävät alan perustiedot.

Sähkövoima-alan tehtävissä muun sähköalan kuin sähkövoimatekniikan koulutuksen suorittaneilta edellytetään lisäksi vuosi sähkövoima-alaan perehdyttävää työkokemusta tutkinnon tai koulutuksen jälkeen. (KTP 516/1996)

3 KÄRKIMIEHEN TEHTVÄT

Kärkimies osallistuu asennuksien tekemiseen ja valvoo samalla asennuksia työmaalla. Sähkö – ja työturvallisuuden valvominen on tehtävä, jota suoritetaan työmaan aloituksesta valmistumiseen saakka. Ennen työmaan luovuttamista kärkimies suorittaa käyttöönottomittaukset ja toimittaa ne työnjohdolle. Kärkimiehen kiireellisyydestä riippuen myös asentajat suorittavat mittauksia. Asentajalla on oltava riittävä tietotaito mittausten suorittamiseksi. Kärkimies tarkastaa mittausten oikeellisuuden ennen niiden toimittamista loppudokumentointia varten ja varmistaa tulosten ylittävän annetut raja-arvot.

3.1. Turvallisuuden valvominen

Turvallisuuden valvominen voidaan jakaa kahteen ryhmään, yleiseen työturvallisuuteen ja sähkötyöturvallisuuteen. Sähkötöissä tulee noudattaa kaikkia Suomen työturvallisuus- ja sähkö- turvallisuuslakeja ja niiden pohjalta tehtyjä säädöksiä ja määräyksiä. Lisäksi työ sopimus- ja työturvallisuuslaki velvoittaa noudattamaan työnantajan ohjeita. Suomessa standardi vaatii, että jokaisella sähköalalla työskentelevällä on oltava esimies. Tämän esimiehen täytyy täyttää pätevyysvaatimukset. Esimiesten on myös opastettava kaikkia henkilöitä työkohteen mahdollisista vaaroista. Ammattihenkilöitäkin täytyy opastaa uusiin laitteisiin ja menetelmiin, sekä silloin kun työhön liittyy vaara joka ei ole normaalisti havaittavissa. Esimiesten on vaadittava ja valvottava, että sähkötyöturvallisuutta noudatetaan työkohteissa. Kaikkiin työkohteisiin on valittava riittävän ammattitaitoinen tai opastettu henkilö. Työntekijällä tulee olla riittävät tiedot ja taidot työn suorittamiseksi turvallisesti, tai työ suoritetaan tiukan valvonnan alaisena.

3.1.1 Sähköturvallisuustoimien valvominen

Ennen työmaan aloittamista on työkohteeseen nimettävä sähköalan ammattipätevyden omaava henkilö valvomaan työaikaista sähköturvallisuutta. Työkohteella tarkoitetaan sähköturvallisuustoimien valvonnan kannalta tarkoituksenmukaista tehtäväkokonaisuutta, joka voi olla esim. rakennus tai sen osa, muuntamon ja jakelujohtojen muodostama alue tai samankaltaisina toistuvien huoltotöiden ajallisesti sovittu kokonaisuus. Valvoja voi osallistua työhön tai tehdä sen kokonaan itse. Valvojana voi toimia esim. työryhmän kärkimies tai joku työryhmän jäsenistä. Jos valvojaksi nimetään työntekijäasemassa oleva henkilö, ei työnantajalle kuuluva vastuu työturvallisuudesta siirry valvojaksi ni-

meämisen seurauksena eikä nimeämisestä seuraa esimiesasemaa. Valvojan tehtäviin kuuluu huolehtia ennakolta määriteltyjen sähköturvallisuuustoimien toteuttamisesta. Jokaisen työryhmän jäsenen ja kyseiseen työhön osallistuvan on tiedettävä, kuka toimii sähköturvallisuuustoimien valvojana. Valvojan nimeämisestä huolehtii työstä vastaava henkilö. Samankaltaisina toistuvissa tehtävissä voidaan valvoja nimetä yksikäsitteisellä pysyväismääräyksellä. (Työturvallisuusohje, STO 2/2009)

3.1.2 Yleinen työturvallisuus

Yleinen työturvallisuus keskittyy työskentely tapoihin ja suojavarusteisiin. Työskentely on toteutettava turvallisimmalla mahdollisella tavalla. Suojakypärää, turvakenkiä ja huomiovaatteita on käytettävä jokaisessa työkohteessa. Pylvästyöskentelyssä on mietittävä nostokoriauton käyttöä tai kiipeämistä pylväskengillä. Nostokoriauton käyttö on aina turvallisempi vaihtoehto työskentelyyn, jos kohteeseen pystytään ajamaan autolla. Nostokoritöissä on aina käytettävä valjaita tippumisen estämiseksi. Pylvästyöt kiipeämällä toteutetaan aina työparin kanssa. Pylvästöitä ei koskaan tehdä yksin. Pylväsvyö, pylväskengät ja valjaat ovat aina tarkistettava silmämääräisesti ennen työaloittamista. Työskenneltäessä tien läheisyydessä on oltava käytössä huomioväreillä varustetut työvaatteet huomion herättämiseksi. Tienpientareelle sijoitettavissa kaapelitöissä on käytettävä huomioperävaunua, joka ilmoittaa alueella työskentelyn. Tien nopeusrajoituksen ollessa 80 km/h tai yli on käytettävä törmäysvaunua. Risteyskohdissa on varoitettava muita tienkäyttäjiä väliaikaisilla tietyömerkeillä ja asetettava huomiokeilat varoittamaan muita tiellä liikkuja.

3.1.3 MVRS-mittaukset

MVRS-mittauksella tarkoitetaan sähköverkon rakennustyömaan turvallisuustarkastus pöytäkirjaa. MVRS-mittauksella voidaan työsuojelupiirin luvalla korvata perinteisellä tavalla tehdyt lakisääteiset kunnossapitotarkastukset. MVRS-mittauksen tekemiseen menee hieman enemmän aikaa kuin perinteiseen viikkotarkastukseen, sillä työmaa kierretään tarkemmin läpi. Kierroksella saa hyvän käsityksen työmaan koko tilanteesta ja monta ongelmaa hoituu saman tien. Aikataulu ja budjetti pysyvät paremmin hallinnassa. MVRS-mittaus on nähty hyvänä keinona työmaan laatutoiminnassa. Liitteessä yksi löytyy esimerkki käytettävästä pöytäkirjasta.

MVRS-mittaus tapahtuu kiertämällä työmaa ja merkitsemällä lomakkeeseen oikein ja väärin havaintoja tukkimiehen kirjanpidolla. Kierroksella tarvitaan vain yksi lomake, johon on ryhmitelty keskeiset työmaan turvallisuuteen vaikuttavat asiat. Kierroksella tarkastetaan työskentelytavat, telineet ja tikkaat, koneet, putoamissuojat, valaistus, työ-koneet ja henkilösuojainten käyttö. Kohde merkitään oikeaksi, jos se täyttää työsuojelu-tarkastuksessa hyväksytyt turvallisuustason. Muussa tapauksessa kohde merkitään vää-räksi. Mittaajien on tunnettava riittävän hyvin rakennustyön turvallisuusmääräykset.

Tarkan ja luotettavan tuloksen saamiseksi havaintoja tehdään paljon, jopa yli 100 ha-vaintoa yhdellä kierroksella. Mittaustuloksista lasketaan työmaan turvallisuustaso pro-sentteina.

| |
|--|
| $\text{TR -taso} = \frac{\text{Oikein (kpl)}}{\text{Oikein + Väärin (kpl)}} \times 100 = \text{___}\%$ |
|--|

Tason ollessa esimerkiksi 70 %, oli työmaalla 70 kohdetta sadasta kunnossa. Mittausten tulos merkitään viikoittain kaikkien näkyville palautetauluun, josta työmaan turvalli-suustason kehittymistä on jokaisen helppo seurata. Palaute on neutraalia, joka vähentää ikävän huomauttelun tarvetta sekä auttaa oppimaan pois huonoista työskentelytavoista.

3.1.4 Jännitetyöt

Jännitetyöllä tarkoitetaan työtä, jossa asentaja tarkoituksellisesti tai ennalta suunnitellus-ti koskettaa jännitteisiä osia työkaluilla, varusteilla tai laitteella. Jännitetöissä noudate-taan kohteen mukaisia jännitetyöhjeita. Jännitetöitä ovat esimerkiksi komponenttien vaihto, liitännän tekeminen ja liitännän irrotus. Jännitetöissä on käytettävä siihen sovel-tuvia työkaluja ja jännitetyöhanskat ovat myös suositeltavia tehtäessä jännitetöitä.

Jännitetyöt ryhmitellään viiteen eri luokkaan, joita kutsutaan sallituiksi jännitetöiksi.

1. Pienoisjännitteillä (alle 50 V vaihtojännite, alle 120 V sykkeetön tasajännite) tehtävät työt SELV ja PELV järjestelmissä ellei ole erityistä valokaarivaaraa (esim. akustot)

2. Alle 1 kV jännitteellä tehtävät työt jakokeskuksissa tai vastaavissa (teollisuus ja installaatiot). Käyttöönnotot, vianetsinnät, pienet käyttötyötyyppiset korjaukset ja vastaavat.
3. Riippukierrekaapelityöt (AMKA)
4. Kaapelijakokaappityöt
5. Suurjännite jännitetyöt

Jännitetöiden työryhmään täytyy yleensä kuulua vähintään kaksi jännitetyökoulutuksen saanutta sähköalan ammattihenkilöä. Heistä yksi toimii sähköturvallisuuden valvojana. Asennustyötä tekemättömän henkilön tulee seurata jännitetöiden kulkua työkohteessa kokoajan ja avustaa vain seurantatehtävän sallimissa rajoissa. Jännitetöiden tekemisestä päättää työstä vastaava henkilö, sähkötöiden johtaja tai käytön johtaja. Työstä vastaava henkilö, sähkötöiden johtaja tai käytön johtaja voi myös antaa yksityiskohtaiset pysyväismääräykset, kun kyseessä on usein toistuvat pienjännitteellä tehtävät perustason jännitetyöt. Työnaikaisen sähköturvallisuuden valvoja päättää tällöin yksittäisen jännitetyön aloittamisesta, keskeyttämisestä ja lopettamisesta.

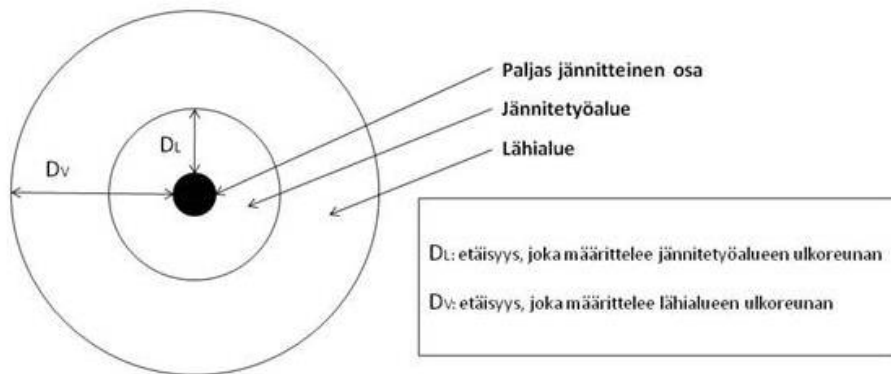
Jännitetyöt voidaan jakaa kahteen ryhmään. Perustason jännitetyöt ja vaativat jännitetyöt. Perustason jännitetöissä jännitteinen osa voidaan irrottaa tai kiinnittää. Oikosulkuvirta on rajoitettu, tai käytössä on kosketussuojaus. (Mäkinen 2007, 56)

Perustaso jännitetöissä työkohteena on pienoisjännite, jossa on suuren oikosulun vaara, pienjännite tai pienivirtainen erikoissuurjännite. Perustason jännitetöissä tarvitaan työmenetelmäkohtainen ohje sekä tapauskohtainen tai pysyvä lupa. Jännitetöissä käytetään jännitetyövälineitä, sopivia jännitteenkoettimia ja mittapäitä, tarvittaessa erikoistyökaluja sekä työohjeen mukaisia henkilönsuojaimia. Perustason jännitetöitä ovat esimerkiksi työt suurten oikosulkuvirtojen akustoissa, ohjausvirtapiirien muutostyöt sekä helposti tehtävät komponenttien lisäykset ja poistot.

Perustason jännitetöiden työryhmässä tulee yleensä olla vähintään kaksi työmenetelmäkohtaisen jännitetyökoulutuksen saanutta sähköalan ammattihenkilöä. Sähköalan ammattihenkilö voi tehdä työn myös yksin, jos työn riskit on arvioitu pieniksi sekä työlle ja laitteistolle asetetut ehdot.

Vaativassa jännitetyössä jännitteinen osa voidaan irrottaa tai kiinnittää. Oikosulkuvirta on suuri, tai kyseessä on suurjännite. Vaativissa jännitetöissä työkohteena on pienjännite, jossa on suuri oikosulkuvirta tai suurjännite. Vaativissa jännitetöissä tarvitaan työmenetelmäkohtainen erityisohje sekä tapauskohtainen lupa. Samoja työvälineitä ja suojaimia käytetään kuin perustason jännitetyössäkin. Suurjännitteellä tulee käyttää kyseiselle jännitteelle tarkoitettuja jännitetyövälineitä. Vaativia jännitetöitä ovat esimerkiksi suurjännitteellä tehtävät työt, avojohdoilla tehtävät työt, korjaus- ja muutostyöt koskettussuojaamattomissa kojeistoissa sekä muut työt, jotka eivät selvästi ole perustason jännitetöitä. Vaativien jännitetöiden työryhmässä tulee aina olla vähintään kaksi työmenetelmäkohtaisen jännitetyökoulutuksen saanutta sähköalan ammattihenkilöä. (SFS 6002 2005)

Kuvassa kaksi on esitetty jännitetyöalue standardin SFS 6002 liitteen Y jännitetyöalueen ulkoreunan mittoja.



KUVA 2. SFS 6002 liite Y jännitetyöalueen ulkoreunan mitta

Jännitetyöalueen ulkomitta riippuu jännitteisen osan suuruudesta ja ergonomisesta osatekijästä, johon vaikuttavat työskentelytavat ja laitteiston rakenne. Jännitetyö – ja lähialueet muodostavat ainoastaan paljaan jännitteisen osan ympärille. Jännitetyöaluetta ei ole vähintään IP2X-suojattujen jännitteisten osien ja liittimien ympärillä tai kun kyseessä on pienoisjännite. Kuvassa kolme on esitetty Suomessa noudatettavat jännitetyöalueen ulkorajojen mitat nimellisjännitteen mukaan.

| Nimellisjännite, U _N kV | Jännitetyöalueen ulkorajan mitta, D _{L1} m ¹⁾ | Jännitetyöalueen ulkorajan mitta ilmajohtoilla, D _{L2} m ²⁾ |
|--|---|---|
| ≤ 1 | 0,2 (0,05) | 0,5 |
| 3 | 0,22 | 1,5 (1,0) |
| 6 | 0,25 | |
| 10 | 0,35 | |
| 20 | 0,4 | |
| 30 | 0,56 | |
| 45 | 0,63 | |
| 110 | 1,0 | 1,5 (1,2) |
| 220 | 1,6 | 2,0 |
| 400 | 2,5 | 3,5 |
| ¹⁾ Jännitetyöalueen ulkorajan mitan pienentäminen pienjännitteellä, ks. SFS 6002 liite Y, kohta Y.1 | | |
| ²⁾ Ilmajohdoilla suluissa oleva arvo tarkoittaa etäisyyttä suoraan jännitteisen osan alapuolella. | | |

KUVA 3. Suomessa noudatettavat jännitealueen ulkorajan mitat (SFS 6002)

3.1.5 Työskentely 20kV-linjan läheisyydessä

Jos työskennellään annettujen ulkorajojen sisällä, on työskentely jännitetyötä. Työskenneltäessä muuntajien tai 20kV-ilmajohtojen lähetyvillä on pidettävä erityistä varovaisuutta. Kuvassa kaksi on annettu SFS 6002 mukaisesti määritetyt alueet 20kV-työalueen ulkorajan mitat. Jännitetyötä tekevällä asentajalla on oltava voimassa oleva suurjännite jännitetyökoulutus.

| Nimellisjännite U_N kV | Jännitetyöalueen ulkorajan mitta ¹⁾ D_{L1} m | Jännitetyöalueen ulkorajan mitta ilmajohdoilla ²⁾ D_{L2} m |
|--|---|---|
| ≤ 1 | 0,2 (0,05) | 0,5 |
| 3 | 0,22 | 1,5 (1,0) |
| 6 | 0,25 | 1,5 (1,0) |
| 10 | 0,35 | 1,5 (1,0) |
| 20 | 0,4 | 1,5 (1,0) |
| 30 | 0,56 | 1,5 (1,0) |
| 45 | 0,63 | 1,5 (1,0) |
| 110 | 1,0 | 1,5 (1,2) |
| 220 | 1,6 | 2,0 |
| 400 | 2,5 | 3,5 |
| ¹⁾ Jännitetyöalueen ulkorajan mitan pienentäminen pienjännitteellä, ks. edellä oleva teksti ²⁾ Ilmajohdoilla suluissa oleva arvo tarkoittaa etäisyyttä suoraan jännitteisen osan alapuolella. | | |

KUVA 4. Jännitetyö alueen mitat SFS 6002, Liite Y

Jännitetyöt 20kV verkossa on välttämättömiä, jotta pystytään vähentämään sähkökatkoksia uuden verkon rakentamisessa ja huoltotoissa. Suurjännite sähkötoissa käytetään eristyssauvaa työn suorittamiseen. Sauvamenetelmässä asentaja on jännitetyöalueen ulkopuolella, mutta eristyssauva on mekaanisesti kosketuksissa jännitteisiin osiin. Suurjännitelaitteistossa tapahtuvan jännitetyön tekeminen vaatii aina työryhmän, jossa on vähintään kaksi jännitetyökoulutuksen saanutta asentajaa.

3.2. Materiaalin vastaanotto

Suoraan työmaalle toimitetun tavaran vastaanotosta vastaa työmaan kärkimies. Kärkimies tarkastaa lähetyksen, että se vastaa rahtikirjaa. Mahdollisista puutteellisista lähetysistä on heti ilmoitettava eteenpäin ja tehtävä reklamaatio. Kaikki rahtikirjat ovat otettava talteen. Suurien materiaalien toimitus on hyvä suunnitella etukäteen. Kuljetuksen reitti työmaalla ja lastin purkupaikka on mietittävä etukäteen. Pakkausjätteiden asiallinen purku on myös huomioitava.

3.3. Suunnitelmakuvien korjaaminen

Työmaan edetessä tulee vastaan tilanteita, joissa alkuperäisistä suunnitelmista on poikettava. Yksi esimerkki on tilanteesta, jossa tontille on suunniteltu maakaapelisyöttö ilmajohtosyötön tilalle. Tontilla maaperä on kallioista ja kaapelien kaivaminen maahan on mahdotonta. Yksi ratkaisu on myös kallioleikkaus, mutta tämä vaihtoehto on todella kallis. Kärkimies tekee päätöksen asentajan kanssa miten tontille asennettava syöttö on paras toteuttaa. Tässä tapauksessa tontilla oleva pylvä vaihtaa paikkaa kohtaan, jolle maakaapeli pystytään asentamaan. Loput matkasta talolle tuodaan ilmakaapelilla.

Kärkimies tekee muutokset punakynällä sähkökuviin ja suunnittelija piirtää uuden toteutustavan tilaajalle, joka dokumentoi uuden tavan toteuttaa asennus. Jos asennustapa poikkeaa paljon alkuperäisestä suunnittelusta, on suunnitelma hyväksyttävä projekti-päällikön kautta ennen asennuksen toteutumista. Pitkissä kaapelivedoissa on käytettävä jatkoja kaapelikelan vaihtuessa uuteen. Kärkimies on vastuussa kaapelijatkosten kohtien merkkauksesta ja jatkokohtien on toimitettava suunnittelijalle, jotta suunnittelija voi dokumentoida kaapelijatko kohdat.

3.4. Asentajien perehdyttäminen työmaalla

Uuden asentajan saapuessa työmaalle on hänelle annettava perehdytys uuteen työkohteeseen. Työnjohtajan ollessa pois työmaalta on kärkimiehen hoidettava asentajan perehdytys. Normaalisti kärkimies on henkilö, joka on ollut työmaalla alusta alkaen, joten hän tuntee työmaan parhaiten asennus tiimistä. Työmaa perehdytyksessä olisi käytävä läpi ainakin kohteen yleisesittely, työmaan aikataulus, toteutusorganisaatio, turvallisuusvaatimukset, henkilösuojainten käyttö, työmaan keskeiset riskit ja toiminta onnettomuustilanteissa.

3.5. Lisätöiden kirjaaminen

Lisätö on ylimääräinen työkustannus, joka ei alun perin kuulu urakoitsijan suoritusvelvollisuuteen. Lisätö lisätään suunnitelmiin urakkasopimuksen allekirjoittamisen jälkeen. Työstä tehdään uusi sopimus, joka ei koske vanhaa urakkasopimusta. Usein lisä-

työt suoritetaan myös tuntityönä, jolloin ei tarvitse uutta urakkasopimusta laatia lisätöitä. Muutostyöt ovat myös mahdollisia. Tällainen tilanne voi olla esimerkiksi, jos pääurakoitsija on tilannut väärän tyyppiset laitteet työmaalle tai alkuperäisen suunnitelmien mukaiset laitteet eivät täytä vaadittuja standardeja.

Kärkimiehen tulee olla tietoinen, mitkä työt urakkaan kuuluvat. Urakkaan kuulumattomat lisätyöt tulee kirjata ylös ja kirjatut työt lähetään työnjohdolle, joka lähettää laskun asiakkaalle. Yleensä lisätyöt veloitetaan yksikkö hinnoituksella.

3.6. Viikkoraportit

Viikkoraportti on asiakirja, jolla seurataan työmaan edistystä. Kärkimies raportoi työnjohdolle työmaan edistyminen viikon ajalta, jotta työnjohto voi raportoida tilaajalle työmaan edistymistä. Jos oman firman henkilöitä ei ole työmaalla, on alihankkijalla nimetty henkilö, joka toimittaa viikkoraportoinnin eteenpäin. Raporttiin eritellään työmaasta riippuen esimerkiksi seuraavat asiat:

- Kaapelin kaivureitti metri määränä
- Asennettujen putkitusten määrä
- Asennettu kaapeli, johon eritelty kaapelityyppi metreinä
- Muuntamoiden kytkennät
- Jakokaappien kytkentä
- Käyttöönottomittaukset
- Muuntamon kilpien merkkäminen
- Lisätyöt
- Jos kaapelireitit poikkeavat piirretyistä kuvista, on korjattu versio toimitettava eteenpäin
- Kaapelipäätteet

Viikkoraporttipohja asentajille löytyy liitteestä kolme.

3.7. Käyttöönottotarkastukset

Sähköturvallisuuden varmistamiseksi on sähköurakoitsijan tehtävä käyttöönottotarkastus, johon sisältyy silmämääräinen tarkastelu sekä erilaisia mittauksia ja testauksia. Ennen työkohteen luovutusta on sähköurakoitsijan luovutettava käyttöönottotarkastuspöytäkirjat työn tilaajalle. Jos pöytäkirjassa havaitaan silmämääräisiä puutteita tai mittausarvot eivät ole asetettujen raja-arvojen sisällä, ovat korjaukset tehtävä ennen kohteen käyttöönottoa.

Kärkimies on vastuussa käyttöönottotarkastuksen toimituksesta työnjohdolle. Käyttöönottomittaukset suorittaa asentaja tai kärkimies, mutta kärkimies ottaa niistä vastuun. Kärkimiehellä on oltava tietoa ja ymmärrystä jokaisesta mittauksesta ja tarpeen tullen neuvottava asentajia suorittamaan mittaukset. Työn tilaajilla on erilaiset raja-arvot mittauksille, joten kärkimiehen on oltava tietoinen läpäisevätkö mittaustulokset tilaajan antamat raja-arvot. Käyttöönottotarkastuksia käsitellään syvällisemmin seuraavassa kappaleessa.

4 KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUKSET

Käyttöönottotarkastukset ovat aina tehtävä ennen asennusten käyttöönottoa. Urakoitsija on vastuussa käyttöönottotarkastuksista. Jos osa sähkölaitteistosta otetaan käyttöön ennen koko projektin valmistuvista, on käyttöönotettava osa tarkastettava ennen sähköjen päälle kytkemistä. Työn aikana on suoritettava silmämääräinen tarkastelu, johon kuuluvat kytkentöjen ja merkintöjen tarkastus, tarkistettava laitteiden ja tarvikkeiden turvallisuusvaatimukset ja varmistettava suojauksien käytettyjen menetelmien toteutus. Laitteistolle on tehtävä sellaiset testit, joiden avulla todetaan, että standardissa SFS 6000 esitettyjä vaatimuksia on noudatettu. (Työturvallisuuskeskus TTK, STO 2/2009)

Tarkastus tehdään siinä laajuudessa kun työn yhteydessä on rakennettu uutta tai muutettu vanhaa verkkoa. Tarkastukset tehdään asennustyön edetessä vaiheittain. Esimerkiksi peittoon jäävät asennukset tarkastetaan ennen peittämistä. Osa tarkastuksista tehdään laitteiston ollessa vielä jännitteetön. Jos laitteisto otetaan käyttöön osa kerrallaan, tulee jokainen osa tarkastaa ja dokumentoida ennen käyttöönottoa. Pöytäkirja täytetään aina, vaikka asennuksissa ei olisikaan mitään puutteita. Pöytäkirja ja siihen liittyvä mittauspöytäkirja liitetään tilaajalle luovutettaviin loppupiirustuksiin ja asiakirjoihin, joihin on dokumentoitu mahdolliset muutokset ja poikkeamat suunnitelmiin. Asiakirjoihin liitetään myös mahdolliset laitekohtaiset tarkastus- ja koestuspöytäkirjat. (Starka TP01, 2015)

Käyttöönottopöytäkirjasta on löydyttävä kohteen yksilöintitiedot, selvitys sähkölaitteiston säännöksistä, yleiskuvaus käytetyistä tarkastusmenetelmistä, testausten tulokset ja tarkastajan allekirjoitus.

| Standardeja | Sisältö |
|------------------------|--|
| SFS 6000 | Pienjännitesähköasennukset kork. 1 kV AC tai 1,5 kV DC |
| SFS 6001 | Suurjännitesähköasennukset yli 1 kV AC tai 1,5 kV DC |
| SFS 6002 | Sähkötyöturvallisuus |
| SFS 6003 | Pienjänniteilmajohdot |
| SFS-EN 50423-1 | Vaihtosähköilmajohdot (1-45 kV) |
| SFS-EN 50341-1 | Vaihtosähköilmajohdot yli 45 kV |
| KTM-päätös (1193/1999) | sähkölaitteistojen turvallisuus |
| KTM-päätös (517/1996) | sähkölaitteistojen käyttöönotto ja käyttö |

KUVA 5. Standardeja käyttöönottopöytäkirjaan

4.1. Yleiset tarkastukset

Sähkönjakeluverkon yleisissä tarkastuksissa käydään läpi työn silmämääräiset tarkastukset ja maanrakennustöiden tarkastukset. Silmämääräisellä tarkastuksella voidaan hyvissä ajoin huomata mahdolliset viat ja tällä toimella estetään mahdolliset vianhaut myöhemmässä vaiheessa. Silmämääräisissä tarkastuksissa johtoalue tarkastetaan, että se on raivattu tilaajan antamien ohjeiden mukaisesti. Ilmajohdojen asennusten rakenteet tarkastetaan, että pääterakenteet, kiinnitykset ja kiristykset ovat tehty asianmukaisesti. Kaapelin asennukset tarkastetaan, että asennusalusta, asennussyvyys, päätteet, jatkokset ja suojaukset ovat kunnossa. Varokeytkimien kiinnitys ja toiminta testataan ja pylväskytkimen asennuskorkeus maan pinnasta on oltava 3,5m ellei tilaajan kanssa ole toisin sovittu.

4.2. Maanrakennustöiden tarkastukset

Kaivujäljet tarkastetaan, että on tasattu ja maanpinta ja mahdollinen pinnoite kuten asfaltti, nurmetus on korjattu kaivua edeltävään tasoon. Tarkastetaan, että työkohteeseen on siistitty ja että purkautuva ja muu palautuva materiaali on toimitettu sovittuun paikkaan ja jätteet hävitetty asianmukaisesti. Dokumentoinnissa tarkastetaan, että työkohteeseen tehdyt mahdolliset muutokset kuten kaapelireitti ja rakenteet on dokumentoitu loppupii- rustuksiin ja luovutusasiakirjoihin. Myös kaapeleiden kartoitukset on hoidettava sovitulla tavalla.

Kaapeleiden asennusalustan syvyys on oltava riittävä. Tarkastetaan, että asennusalusta on tasattu ja pohjahiekoitus on 50–100 mm korkea. Tarvittaessa pohjahiekan alle asen-

netaan suodatinkangas. Kaapeleiden kunto tarkastetaan, että ne eivät ole vaurioituneet vedossa. Kytkemättömät kaapelit ovat suojattava päästä ja esiin jäävät kaapelit on tuettava ja suojattava. Kaapelien taittosäteet eivät saa alittaa annettuja arvoja ja kaapelien asennus etäisyydet on oltava riittävä toisista kaapeleista.

Kaapelien suojausputkien kunto on tarkistettava ja tyhjäksi jäävät varaputket on tulpattava. Kourujen ja putkien suojausputkien on oltava suurempi kuin 200mm. Varoitusnauha- tai verkko on asetettava suojausputkien päälle. Kaapeliläpiviennit on tiivistettävä. Kaapelien merkintä on tehtävä huolella, joka helpottaa kytkentä vaihetta. Maadoituselektrodit tarkastetaan, että ne ovat asennettu, kiinnitetty ja suojattu suunnitelmien mukaisesti. Merkinnät tulee olla riittävät tunnistusta varten. Potentiaaliohjausrenkaat tarkastetaan, jotta ne ovat suunnitelmien mukaiset. Maadoitusjohtimien liitokset tarkistetaan.

Jakokaapin perustus on oltava käyttökohteeseen soveltuva ja tarkastetaan että perustaminen on tehty suunnitelmien mukaisesti. Jakokaapin asennus tarkastetaan, että jakokaappi on asennettu oikeaan korkeuteen ja sijoitus on suunnitelmien mukainen ja että kaapille tulevat kaapelit on asennettu suunnitelmien mukaisesti riittävät työvarat huomioiden.

4.3. Dokumentointi

Käyttöönottotarkastuksesta tulee laatia sähkölaitteiston haltijan käyttöön tarkastuspöytäkirja. Tarkastuspöytäkirjasta tulee käydä ilmi kohteen yksilöintitiedot ja selvitys sähkölaitteiston säännösten mukaisuudesta. Yleiskuvaus käytetyistä tarkastusmenetelmistä ja testauksien tulokset tulevat myös ilmetä.

Tarkastuspöytäkirjaan tulee merkitä mittauksista ainakin seuraavat tiedot:

- eristysresistanssimittauksista kaikki mittaustulokset
- silmukkaimpedanssimittauksista kaikki mittaustulokset, yleensä keskusalueittain epäedullisimmassa pisteessä
- vikavirtasuojien mittaustulokset
- jatkuvuusmittauksista vaatimusten toteutuminen keskuskohtaisesti
- kiertosuunta keskuskohtaisesti

Tarkastuksen tekijän on allekirjoitettava tarkastuspöytäkirja. Käyttöönottotarkastuspöytäkirja tulee löytyä myös sähkötöiden johtajan yhteystiedot. Erilajuiset kohteet edellyttävät erityyppisiä tarkastuspöytäkirjoja. Tarkastuspöytäkirjalle ei ole muotovaatimuksia, kunhan siitä käyvät ilmi vaaditut asiat. Jos standardin SFS 6000 vaatimuksista poikeaan, olennaisten turvallisuusvaatimusten täyttämistä on laadittava kirjallinen selvitys, ennen kuin sähkölaitteiston rakentaminen ja korjaaminen aloitetaan.

Selvityksessä tulee esittää siltä osin kuin olennaisia turvallisuusvaatimuksia vastaavista standardeista tai julkaisuista poiketaan. Selvityksessä tulee esittää olennaisten turvallisuusvaatimusten täyttämiseksi valitut ratkaisut ja kuvaus siitä, miten ratkaisut täyttävät olennaiset turvallisuusvaatimukset. Tilaajan antama suostumus standardeista ja julkaisusta poikkeamiseen tulee ilmetä ja selvityksen laatijan yksilöinti sekä allekirjoitus.

4.4. Pj -jakeluverkon käyttöönotto

Pj-jakeluverkon käyttöönottoon kuuluvat pj-kaapelit, jakokaapit, muuntamolähdöt ja mahdolliset ilmakaapeloinnit. Ilmakaapelointia ei tänä päivänä enää tehdä vaan kaapelit pyritään sijoittamaan maahan. Poikkeustilanteita voi olla, jossa maaperä on esimerkiksi kallioista. Kaapeleille suoritetaan mittaukset ennen varsinaista käyttöönottoa ja mittaukset onkin aloitettava mittauksista, joissa sähköt eivät vielä ole kytketty päälle.

Mittauksissa käytettävän mittalaitteen yksilöintitiedot, mittalaitteen tyyppi ja valmistusnumero tai yhtiökohtainen mittalaitenumero merkitään niille varattuun kohtaan mittauspöytäkirjassa.

1. Mittauspöytäkirja

Kohteesta tehty erillinen mittauspöytäkirja on täytetty ja kunnossa. Mittauspöytäkirja täytetään erillisen ohjeen mukaan. Laite-, johto- ja sulaketiedot kirjataan tilaajan ohjeiden mukaisesti. Huomautukset kirjataan tarkastuspöytäkirjaan.

2. Eristysresistanssit

Mitataan kaikkien työkohteen jännitteisten johtimien ja maadoitusjärjestelmään kytketyn suojajohtimen väliltä. TN-C -järjestelmässä mittaus tehdään jännitteisten osien ja PEN -johtimien välillä. Mitatut eristysresistanssi sekä huomautukset ja poikkeamat

suunnitteluarvoihin kirjataan tarkastuspöytäkirjaan. Koejännite 500 V, kun virtapiirin U_n on enintään 500 V ja 1000 V kun U_n on yli 500V. Eristysresistanssi oltava vähintään 1 M Ω . 1 kV:n eristysvastukset mitataan muuntajan nolapisteen ja maan välillä sekä vaiheiden ja maan välillä. Tulokset mittauspöytäkirjaan.

3. PEN-johtimen jatkuvuus

Varmistetaan suoja- ja PEN – johtimen jatkuvuus. Jatkuvuus voidaan varmistaa silmuk-kaimpedanssimittauksella. Mittaustulosten kirjaukseen voi käyttää pj-johtojen liitteenä olevaa mittauspöytäkirjaa. Jatkuvuus voidaan myös varmistaa silmämääräisesti työn kestäessä, jolloin johtimet ja liitokset ovat näkyvillä.

4. Jännitteet

Oikosulkuvirrat mitataan sovitusta pisteistä (lähtö- tai solmupisteiltä tai liittymältä). Tulokset kirjataan mittauspöytäkirjaan. Huomautukset ja poikkeamat suunnitteluarvois-ta kirjataan tarkastuspöytäkirjaan.

5. Kiertosuunta ja vaiheistus

Tarkastetaan vaiheistuksen ja kiertosuunnan oikeellisuus. Uudisasennuksessa kier-tosuunta kytketään pyörimään oikeinpäin. Vanhaan asennukseen liittyvässä asennukses-sa täytyy huomioida yhteensopivuus vanhan verkon kanssa. Huomautukset kirjataan tarkastuspöytäkirjaan

6. Oikosulkuvirrat

Oikosulkuvirrat mitataan sovitusta pisteistä (lähtö- tai solmupisteiltä tai liittymältä). Tulokset kirjataan mittauspöytäkirjaan. Huomautukset ja poikkeamat suunnitteluarvois-ta kirjataan tarkastuspöytäkirjaan. Oikosulkuvirta ei saa ylittää laitteiden tai kompo-nenttien suurinta sallittua arvoa. Toisaalta oikosulkuvirran on oltava riittävä johdon suo-jaukseen tarkoitetun suojan toimimiseksi.

7. Oikosulkukoe

1 kV 1 kV:n katkaisijakaapin oikosulkukoe tehdään 1 kV:n johdon loppupäästä, Pois-kytkentäaika merkitään mittauspöytäkirjaan. Huomautukset ja poikkeamat suunnittelu-arvoista kirjataan tarkastuspöytäkirjaan.

8. Maasulkukoe 1 kV

1 kV:n katkaisijakaapin maasulkukoe tehdään 1 kV:n johdon loppupäästä, Poiskytkentäaika sekä maadoitusjännite merkitään mittauspöytäkirjaan. Huomautukset ja poikkeamat suunnitteluarvoista kirjataan tarkastuspöytäkirjaan.

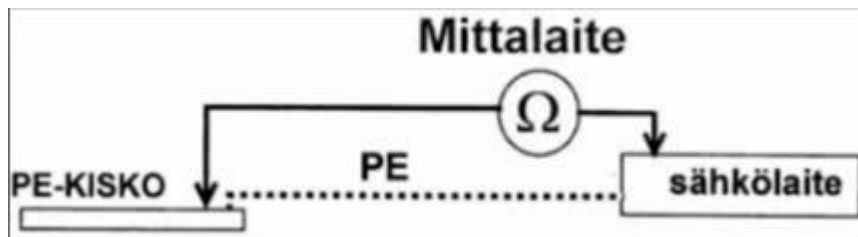
4.4.1 Suojajohtimen jatkuvuus

Suojajohtimen jatkuvuus mittauksessa varmistetaan, että kosketusjännitesuojauksen edellyttämät suojajohdinpiirit ovat koko matkaltaan jatkuvia ja niiden liitokset ovat tehty kunnolla. Testaus suoritetaan jännitteettömässä piirissä. Mittauksessa jokainen suojajohdin yhteys mitataan ja mittaus tehdään laitekohtaisesti.

Mittauksessa saatu resistanssiarvo riippuu mitattavan johtimen poikkipinnasta ja pituudesta. Mittauksessa on varmistettava, että nollajohdin on kytketty irti ja mitataan vain suojajohdinta. Kuvassa kuusi esitetään jatkuvuuden mittaamista. Saatu resistanssin arvo voidaan myös laskea kaavalla yksi.

$$R = \frac{l \cdot p}{A} \quad (1)$$

jossa p on kuparin resistiivisyys, A on johtimen poikkipinta-ala ja l on johtimen pituus.

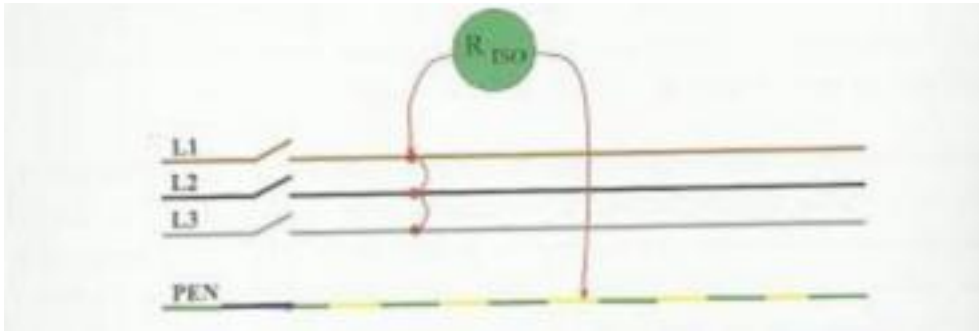


KUVA 6. Suojajohtimen jatkuvuuden mittaus

4.4.2 Eristysresistanssin mittaus

Eristysresistanssi mittauksella varmistetaan, että jännitteiset ovat riittävästi eristettyinä maasta. Eristysresistanssi mitataan kaikkien jännitteisten johtimien ja maan väliltä. Eristysresistanssimittaus on suoritettava mittauksista ensimmäisenä. Tällä toimenpiteellä varmistetaan, että nolla ja suojajohdin eivät ole kytkettynä toisiinsa missään kohtaan.

Mittaus suoritetaan jännitteettömässä piirissä. Mittauksen aikana äärijohtimet saa kytkeä yhteen. Kuvassa seitsemän on esitettyä esimerkki eristysresistanssi mittauksesta.



KUVA 7. Eristysresistanssi mittaus

Taulukossa yksi on esitettyä sallittuja minimi arvoja saaduista mittauksista.

TAULUKKO 1. Eristysresistanssi mittauksen sallitut arvot

| | | Eristysresistanssin pienimmät sallitut arvot |
|---------------------------------|---------------------|--|
| Virtapiirin nimellisjännite [V] | Koejännite (DC) [V] | Eristysresistanssi [MΩ] |
| SELV, PELV | 250 | > 0,25 |
| < 500 V | 500 | > 0,5 |
| > 500 V | 1000 | > 1,0 |

4.4.3 Syötön automaattinen poiskytkentä

Syötön automaattista poiskytkentää käytetään kosketusjännitesuojaukseen. Mittaus suoritetaan suojauksen kannalta huonoimmasta kohdasta mittaamalla oikosulkuvirta. Suojauksen huonoin kohta on piirin pään viimeinen koe, jossa johtimen resistanssi on suurimmillaan. Saatua arvoa verrataan ryhmää suojaavaa suojalaitteen toimintavirtaan. Koska mittaus tehdään yleensä huoneenlämmössä, tulee mitattujen arvojen olla suojalaitteen toimintarajavirtaa suurempia. Näin saadut arvot ovat verrannollisia laskelmilla saatuihin, joissa käytetään +80 °C:een johdinlämpötilaa. Standardi edellyttää, että mitattu impedanssi on 80 % sallitusta suurimmasta impedanssiarvosta. Mikäli mittaus tehdään oikosulkuvirtamittauksena, tulee mitatun virran olla 25 % suurempi kuin toimintarajavirta. Saadun oikosulkuvirran minimi arvo saadaan myös laskemalla kaavan kaksi mukaan.

$$I_k = \frac{C \cdot U_v}{Z} \quad (2)$$

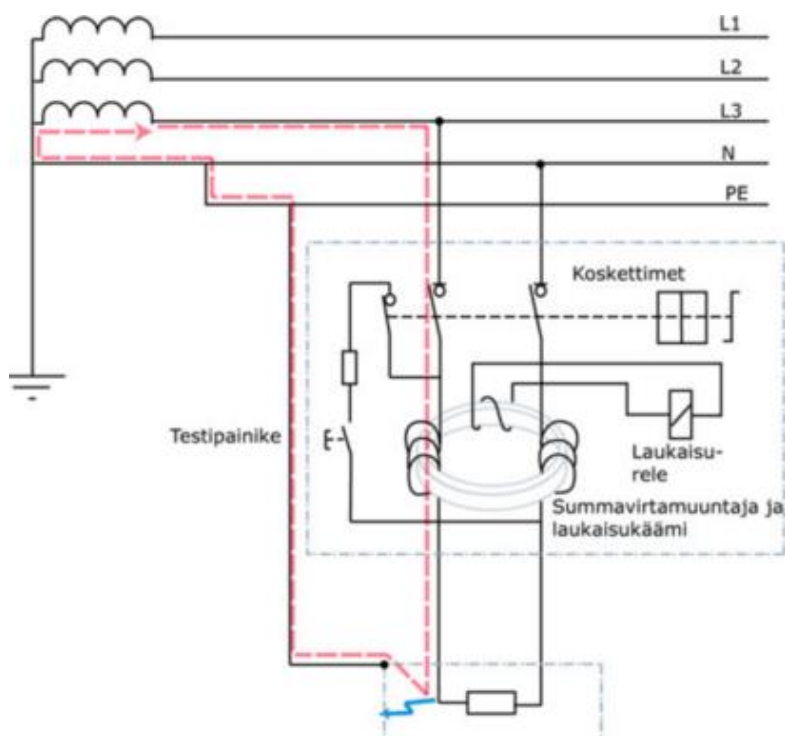
jossa I_k on oikosulkuvirta, C on kerroin 0,95, U_v on vaihejännite ja Z on impedanssi.

TAULUKKO 2. Pienin sallittu vikavirran arvo

| Ylivirtasuojaja | Pienin yksivaiheinen oikosulkuvirta jakeluverkossa |
|--|--|
| gG-tyypin sulake $I_n \leq 63 \text{ A}$ | $2,5 \cdot I_n$ |
| gG-tyypin sulake $I_n > 63 \text{ A}$ | $3,0 \cdot I_n$ |

4.4.4 Vikavirtasuojan toiminnan varmistus

Vikavirtasuojaja on summavirtamuuntaja, joka mittaa vaihejohtimen ja nollajohtimen virran summaa ja suuntaa. Jos mitattu arvo ylittää suojan arvon, se laukeaa. Tällä suojuksella estetään vuotovirran pääseminen virtapiiristä. Esimerkkeinä ovat vialliset laitteet tai ihmisen kosketus osaan virtapiiriä. Vikavirtasuojia käytetään kosketussuojauksen lisäsuojana, syötön nopeaan poiskytkentään ja palosuojaukseen. Vikavirtasuojan toiminta voidaan testata painikkeella, joka on kiinni laitteessa. Laitteen toimintavirran mittauksella tarkistetaan, että laitteen laukaisuvirta on välillä $0,5 \dots 1,0 \cdot I_{\Delta N}$. Mittaus tehdään asennustesterillä.



KUVA 8. Vikavirtasuojan toiminta

4.5. Kj -jakeluverkon käyttöönotto

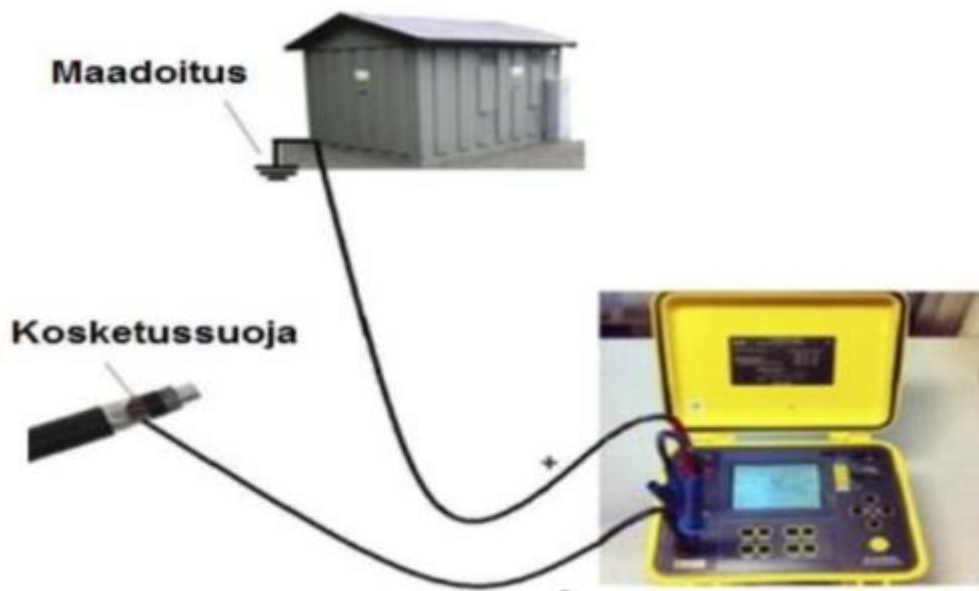
Yli 1kV asennukset luokitellaan suurjänniteasennukseksi, joten työssä on noudatettava standardia SFS 6001. Rakennettaessa uutta tai muutetaan vanhaa verkkoa, on asennukselle tehtävä tarkastus. Tarkastukset tehdään työn edetessä vaiheittain esim. niin, että piiloon maanalle jäävät asennukset tarkastetaan ennen kaivannon peittämistä ja jos laitteisto otetaan käyttöön osa kerrallaan, jokainen osa on tarkastettava ja dokumentoitava ennen käyttöönottoa. Työn tilaajalle luovutettavaan loppupiirustukseen ja asiakirjaan mahdollisineen muutoksineen liitetään pöytäkirja ja tarvittavat mittauspöytäkirjat.

Pöytäkirjaan täytetään urakoitsijatiedot, tarkastuskohteen yksilöintitietojen ja suorittajan (nimet, numerot ja osoite) ja lisäksi merkitään työkohteen työlaji sekä kohteen jännite-taso. Merkitään käytetyt standardit ja todetaan, onko sähköturvallisuusvaatimukset (KTMp 517/1996) saavutettu. Tarkastuksessa mahdollisesti havaittu vika on yksilöitävä tarkasti, jotta korjausvaiheessa se löydetään yksiselitteisesti ja vika tulisi korjata välit-tömästi. Tarkastuksen suorittaa asennuskohteen urakoitsija ja pöytäkirja täytetään aina, vaikka vikaa tai puutteita ei olisikaan havaittu.

4.5.1 20 kV maakaapelin vaipaneheysmittaus

Mittausmenetelmä perustuu kaapelin ulkovaipan läpi kulkevan vuotovirran mittaamiseen. Mittaus tehdään eristysvastusmittauksena keskijännite kaapelin kosketussuojan ja maan väliltä. Jos kaapelin vaippa ei ole ehjä, kulkee mitattaessa mittausvirta kaapelin vaipan rikkoutuneesta kohdasta. Mittaus tapahtuu 5 kV eristysvastusmittauksena. Kaikki käyttöönotettavat 20 kV kj- maa ja – vesistökaapeleille. Mittaus voidaan suorittaa aikaisintaan kolmen päivän kuluttua kaapelin asennuksesta, jotta maaperä ehtii tiivistyä kaapelin ympärille. Mittaus voidaan suorittaa aikaisemmin vain perustelluista syistä.

Kaapelissa pitää olla päätteet ja mahdolliset jatkot tehtynä. On myös huolehdittava, että kaapelin päät ovat kuivat ja pysyvät kuivina mittauksen ajan. Mittauksen aikana mitattava kaapeli ei saa olla maadoitettuna, eikä kosketussuojien (päätteiden) maadoitukset kytkettyinä. Jos mittaus on tehtävä ennen kaapelijatkojen tekemistä, on jatkokohdat eristettävä mittauksen ajaksi, niin että kosketussuojasta ei pääse vuotovirtaa maahan. Mittarin maakohtio yhdistetään muuntamon maadoitukseen ja keskusköydellisissä Wiski -kaapeleissa myös keskusköyteen. Kosketussuojan maadoitus yhdistetään mittarin mitta-kohtioon. Wiski-tyyppisillä kaapeleilla mitataan yksi vaihe kerrallaan.



KUVA 9. Vaipaneheys mittaus

Mittausjakso on yhden minuutin, jonka aikana jännitteen on aluksi noustava ja sen jälkeen pysyttävä vaaditussa 5 kV:ssa.

TAULUKKO 3. Vuotovirrat 5 kV DC-mittausjännitteellä

| | |
|--|------------------------|
| $I > 1 \text{ mA/km}$ | Vaippavika |
| $I > 10 \text{ } \mu\text{A/km} - I < 1 \text{ mA/km}$ | Vaippavika mahdollinen |
| $I < 10 \text{ } \mu\text{A/km}$ | Vaippa kunnossa |

Kaapelinvuotovirta saa olla maksimissaan 1 mA/km. Jos vuotovirta on suurempi, vika- paikka on selvitettävä ja korjattava. Jokaisesta kaapelista tehdään mittauspöytäkirja ja se on liitettävä loppudokumentteihin. Mahdolliset kaapelin korjaukset saa tehdä vain kaapelivalmistajan hyväksymin menetelmin ja materiaalein. Korjauksen jälkeen mittaus on suoritettava uudelleen. Tiedot korjatuista vikapaikoista koordinaatteineen tulee liittää loppudokumentteihin. (Starka/2015)

Hyväksyttävät miniarvot kaapelin eristysvastusmittauksessa eri kaapelipituuksille taulukossa neljä.

TAULUKKO 4. Eristysresistanssi minimi arvot

| | |
|--------|---------------|
| >100 m | 5 M Ω |
| >200 m | 25 M Ω |
| >500 m | 10 M Ω |
| >700 m | 7 M Ω |
| >1 km | 5 M Ω |

4.6. Puisto- ja kiinteistömuuntamon käyttöönotto

Muuntamon käyttöönottotarkastuksessa noudatetaan standardin SFS 6001 mukaisia asetuksia. Tarkastukseen merkataan myös standardin vuosiluku esimerkiksi SFS 6001 / 2016. Tarkastukset tehdään asennustyön edetessä vaiheittain. Peittoon jäävät asennukset tarkastetaan ennen peittämistä. Otettaessa laitteisto käyttöön osa kerrallaan tulee jokainen osa tarkastaa dokumentoidusti ennen käyttöönottoa. Tarkastukset tehdään kohteen urakoitsijan toimesta. Pöytäkirja täytetään aina, vaikka asennuksista ei puutteita löytyisikään. Jos vikoja tai puutteita havaitaan, on ne merkittävä riittävän ymmärrettävästi pöytäkirjan tarkastuskohteiden riveille tai viittauksella alhaalla olevalle huomioidulle riville.

4.6.1 Yleiset tarkastukset

Muuntamon yleisiin tarkastuksiin kuuluu pääasiassa silmämääräiset tarkastukset ja mekaaniset tarkastukset. Muuntamolle pääsy on estettävä lukollisella ovella. Johtimien etäisyydet tulevat olla riittävät toisista johdoista ja rakenteista. Muuntamon sisäinen valaistus täytyy olla toiminnassa. Dokumentointi ja kaaviot tarkastetaan vastaavan suunnitelmaa. Vikavirtasuojien toiminta testataan testipainikkeella. Jonovarokelähdöt ja lähtökaapelien merkinnät tarkastetaan. Jos muuntamon sisällä on erotin, on oven sisäpuolelle tehtävä merkintä, joka ilmoittaa erotuskohdat.



KUVA 10. Jonovaro ke lähdöt

Lähtömerkintä merkitään varokepohjaan tai kiinteään osaan sekä kanteen ja kiskoliittimiin sinipohjaisella tarramerkillä. Lähdön tiedot merkitään varokkeiden kanteen tai kiinteään osaan kytkimen välittömään läheisyyteen. Lähdöt merkitään sinipohjaisella dymo-merkillä. Lähdön tietoihin merkitään lähdön suunta tai kohde esimerkiksi muuntamo tai jakokaappi. Kohteen osoite merkitään myös kaapeliin.

4.6.2 Mittaukset

1. Jännitteet

Mitataan jännitteet vaiheiden sekä L1 ja PEN-johtimen väliltä ja kirjataan mittauspöytäkirjaan. Jos vaiheiden välisissä jännitteissä on eroa, on syytä mitata jokaisen vaiheen ja PEN-johtimen välinen jännite.

2. Eristysvastusmittaus

Eristysresistanssit mitataan kaikkien kohteen jännitteisten johtimien ja maadoitusjärjestelmään kytketyn suojajohtimen väliltä. TN-C -järjestelmässä mittaus tehdään jännitteisten osien ja PEN-johtimien välillä. Koejännitteenä käytetään 500 V, jos virtapiirin U_n on enintään 500 V. Mittauksessa koejännite on 1000 V, kun nimellisjännite on yli 500 V. Eristysresistanssin on oltava vähintään 1 M Ω . Mitatut arvot kirjataan pöytäkirjaan, sekä mahdolliset huomautukset.

3. Vikavirtasuojat

Testataan vikavirtasuojien toiminta (myös tehdasvalmisteiset asennukset). Pöytäkirjaan merkitään vikavirtasuojan nimellisarvo I_N/mA ja mittaustulos $I\Delta N/mA$ sekä laukaisun toiminta-aika ms .

4. Maadoitusmittaus

Mitataan, jos esimerkiksi muuntamon maadoitusarvoa on parannettava ja muutos todetaan mittaamalla. Yksittäistä elektrodia ei tarvitse mitata. Mitataan ja merkitään mitattu arvo PEN-suojamaadoitus. Jos kyseessä laajempi maadoitusverkko esimerkiksi muuntopiiri, niin tällöin selvitetään maadoituksen kokonaisarvo.

5. PEN-johtimen jatkuvuus

Varmistetaan suoja – ja PEN-johtimen jatkuvuus. Jatkuvuus voidaan varmistaa silmukkaimpedanssimittauksella.

6. Laajan maadoitusverkon jatkuvuus

Asennuksen yhteydessä tarkastetaan, että kohteen maadoitus on liitetty vähintään kahdella liitoksella laajaan maadoitusverkkoon. Tarkastus voidaan tehdä myös soveltuvalla maadoitustesterillä. Heikoin tulos kirjataan mittauspöytäkirjaan. Jatkuvuus voidaan myös varmistaa silmämääräisesti, jolloin johtimet ja liitokset ovat näkyvillä.

7. Kiertosuunta ja vaiheistus

Mittauksessa varmistetaan vaiheistuksen ja kiertosuunnan oikeellisuus. Huom. jos asennus liittyy vanhaan verkkoon, niin tällöin täytyy huomioida sopivuus vanhan verkon kanssa. Uudisasennuksissa kiertosuunta kytketään pyörimään myötä päivään.

8. Virrat

Jokaiselta vaiheelta mitataan virrat ja tulokset merkataan pöytäkirjaan.

9. Muuntajan lämpötila

Muuntajan lämpötila T_{max} mitataan muuntajan ollessa kuormitus tilassa.

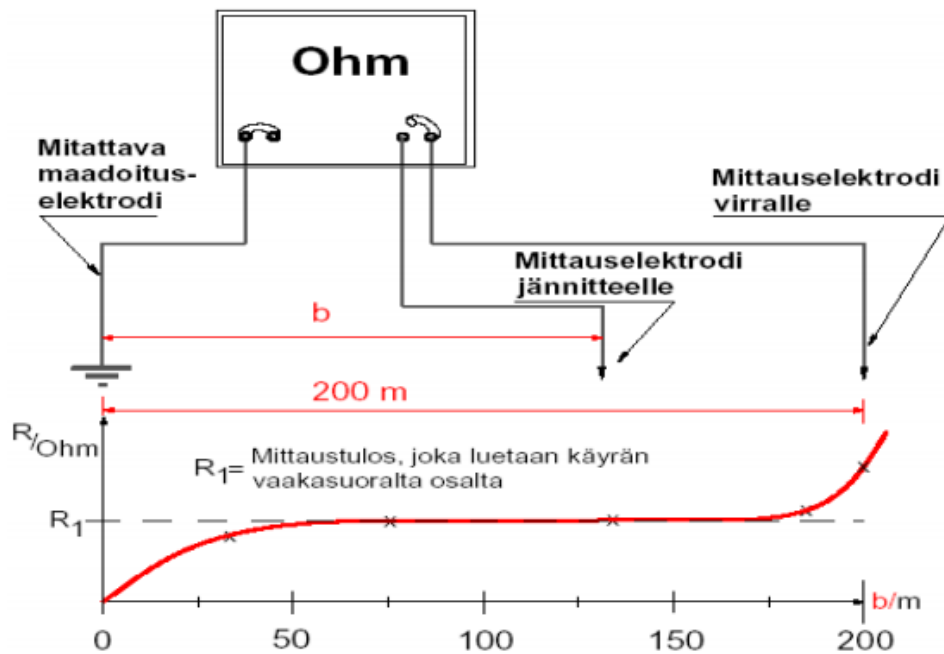
4.7. Sähkönjakeluverkkojen maadoitusmittaukset

Maadoitusresistanssi on mitattava uusista laitteistoista käyttöönoton yhteydessä. Noudataessa SFS 6001 standardia on suositeltavaa tarkistaa maadoituksen arvo mittaamalla arvo kuuden vuoden välein, jos maadoitus on yhden elektronin varassa. Maadoituksen ollessa yhden tai useamman elektronin varassa on suositeltavaa tarkistaa maadoitus 12 vuoden välein. Mittaukset on suoritettava, kun maa ei ole roudassa. Maadoitusmittauksen mittaamiseen on käytössä useita eri mittaus menetelmiä. Yleisin tapa mittaamiseen on syöttää samansuuruista virtaa mitattavan maadoituselektrodin kautta ja mittaamalla tämän jälkeen maadoituselektronin kautta ja mittaamalla tämän jälkeen maadoituselektrodin yli vaikuttava jännite.

Maadoitus on mitattava silloin, kun sille on asetettu suurin sallittu arvo. Mittaamalla saatu arvo ei saa ylittää suurinta sallittua arvoa. Suurin sallittu maadoitusresistanssin arvo määräytyy maasulkuvirrasta ja maadoitusjännitteestä. Maadoitusmittauksia tehdään seuraaville maadoituksille. Sähköaseman maadoitus, suurjännite-erottimien suojamaadoitus, muuntajan suurjännitepuolen suojamaadoitus ja enintään 1000 V jakeluverkon maadoitus, jos järjestelmä on alttiina yli 1000 V jännitteelle.

4.7.1 Mittaaminen käänne pistemenetelmällä

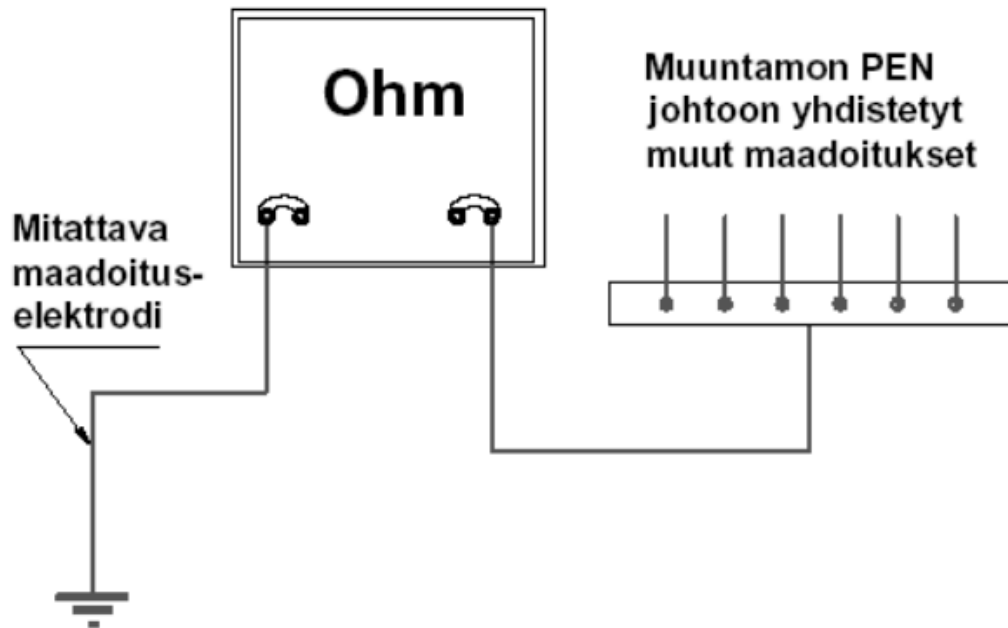
Käänne pistemenetelmässä virta mittauselektrodi vietään 200 m päähän mittauspisteestä. Mittaaminen tapahtuu siten, että jännite mittauselektrodin paikkaa siirretään virta mittauselektrodin ja mittauspisteen välillä (kuva seitsemän). Jokaisessa paikassa jännite mittauselektrodi upotetaan huolellisesti maahan. Mittaustulos luetaan mittarista ja kirjataan ylös. Mittaustuloksista voidaan tarvittaessa piirtää käyrä mittaustulos R ja jännite mittauselektrodin etäisyyden suhteen. Saatua mittaustulosta merkitään tunnuksella R_1 , jos mitattava maadoitus on suppea käsittäen vain pari lähekkäistä elektrodia. Esimerkiksi mitattaessa yksittäinen johtoerotin voidaan mittaaminen tehdä irrottamatta erikseen mitattava elektrodia. Saatua lukemaa voidaan riittävällä tarkkuudella pitää koko maadoituksen arvoa kuvaavana.



KUVA 11. Käänne pistemenetelmä mittaus

4.7.2 Sarjamittaus

Sarjamittaus suoritetaan irrotetun erillisen maadoituksen ja muun maadoituksen välistä. Sarjamittaukseen saa käyttää vain verkon olleessa jännitteetön. Mittarin toinen mittajohdin kytetään irrotettuun mitattavaan elektrodin ja toinen PEN-johtimeen yhdistettyyn maadoitukseen. Mittajohdot yhdistetään mittalaitteen ohjeen mukaisesti sarjamittausasentoon yleensä mittalaitteen eripäissä oleviin liittimiin.



KUVA 12. Sarjamittaus

Yhteen maadoitusverkkoon kytketyt erilliset maadoitukset ovat periaatteessa kytketty rinnan ja niiden yhteinen maadoitusvastuksen arvo R_k voidaan laskea kaavasta kolme.

$$\frac{1}{R_k} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \dots + \frac{1}{R_n} \quad (3)$$

4.8. Sähkönjakeluverkon varmennustarkastus

KTMP 517 mukaan.

”Sähturvallisuuden varmistamiseksi sähkölaitteistolle on käyttöönottotarkastuksen lisäksi tehtävä varmennustarkastus, kun kyseessä on luokan 1–3 sähkölaitteisto. Varmennustarkastus on tehtävä myös tällaisten laitteistojen muutostöille, jollei ole kyse 4 §:n 2 momentissa tarkoitetuista sähköalan töistä.

Edellä 1 momentista poiketen luokissa 1 ja 2 sekä luokan 3 alakohdissa b ja c tarkoitetuille sähkölaitteiston muutostöille, lukuun ottamatta leikkaussaleissa olevia sähkölaitteistoja, ei edellytetä varmennustarkastusta, kun:

1) muutostyön kohteena olevan sähkölaitteiston nimellisjännite on enintään 1 000 voltia sekä työalueen ylivirtasuojan nimellis- tai asetteluvirta enintään 35 ampeeria, jos käyttö- ja huoltotöiden johtajaa ei vaadita, ja muutoin 250 ampeeria tai

2) muutostyö kohdistuu kytkinlaitokseen eikä kytkinlaitoksen nimellisarvoja muuteta.”

5 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoitus oli linjata kärkimiehen tehtäviä ja pohtia kehitettäviä asioita. Tiedon hankinta perustui omiin kokemuksiin työmaalla työskenneltäessä, haastatteluista ja kirjallisuutta tutkimalla. Aiheesta ei löytynyt juuri yhtään kirjallisuutta, jonka takia aiheesta oli vaikea keksiä teoriaosuutta. Aluksi aiheeni oli tarkoitus käsitellä vain kärkimiehen tehtäviä, joten laajensin aihettani myös käyttöönottomittauksiin. Kirjallisuudesta saatu tieto painottuu lähinnä käyttöönottomittauksiin ja standardeihin. Standardeista löytyy yleiset suositukset mittausarvoille, mutta asiakkaasta riippuen vaadittavat arvot vaihtelevat.

Kehittämisen varaa työnjohdollisesta näkökulmasta oli lisätöiden kirjaamisen tärkeys, loppudokumentoinnin palauttaminen työnjohdolle ja viikkoraportteihin huomion kiinnittäminen. Kärkimiehen tulee olla hyvin perillä siitä, mitkä osat työstä kuuluvat urakkaan ja mitkä työt ovat lisätöitä. Ennen työmaan aloittamista on pidettävä kokous työnjohdon kanssa, jossa käydään selvästi läpi mitkä työt urakkaan kuuluvat. Lisätöihin kuuluvat tunnit merkataan erikseen laskuttamista varten. Yksi harkinnan aihe oli myös asentajille maksettavat bonukset lisätöiden tuloksesta. Mittauspöytäkirjojen toimittaminen loppudokumentointiin oli tärkeä kehittämisen kohde. Työmaata ei voida luovuttaa, jos mittaustulokset eivät ole toimitettu tilaajalle. Ongelmia on ilmennyt kun kaikkia mittauksia ei ole saatu suoritettua kerralla loppuun ja irralliset mittaustulokset ovat hävinneet. Kärkimiesten huolellisuus mittausten palauttamisessa on yksi ongelmista. Mittauspöytäkirjakansio ja tulosten palauttaminen välittömästi dokumentointiin ovat keinoilla ongelmaa saadaan joitain parannuksia.

Kehittämistä kärkimiesten puolelta löytyy työnjohdon kommunikoinnista asentajien kanssa, viikkoraportoinnin selkeyttäminen ja käyttöönottomittausten suorittaminen. Kärkimiehet toivoivat työnjohdolta enemmän kommunikointia työmaalle ja varsinkin tietoa työmaan aikataulujen seurannasta. Viikkoraportointiin on luotu uusi pohja, johon asentajien on helppo eritellä työn edistyminen. Maanrakentajille on myös tehty uusi viikkoraporttipohja. Käyttöönottomittausten suoritettua olisi työnjohdon hyvä olla paikalla ja tarkastaa kohde ennen sen luovuttamista.

Uskon tästä työstä olevan hyötyä nykyiseen tehtävääni työnjohtajana. Kärkimiehen roolissa on paljon samoja asioita, joita on otettava huomioon myös työnjohdossa. Nykyisessä yrityksessäni on nimetty osallistuva työnjohtaja, joka vastaa tehtäviltään kärkimiehen roolia. Kärkimiehen tehtävät vaihtelevat nykyisessä yrityksessä todella paljon verrattua firmaan, jossa tein opinnäytetyötäni. Vastuualueet pysyvät lähes samana yrityksestä riippumatta.

Suurimpia etuja kärkimiehen nimeämiseksi on työnjohdon työkuormituksen vähentyminen. Pätevä kärkimies pystyy hoitamaan työmaan, niin että työnjohdon ei tarvitse itse käydä paikanpäällä jatkuvasti. Työmaan hyvin hoitava kärkimies on edellytys sille, jos työmaita on useampia samanaikaisesti. Moni yritys toimii nykyään käytännöllä, jossa jokaiselle työmaalle nimetään oma kärkimies ja työnjohtaja hoitaa useampaa työmaata samanaikaisesti. Toinen vaihtoehto on palkata jokaiselle työmaalle oma työnjohtaja, mutta silloin työmaiden laajuus tulisi olla suuri ja työmaan ajankesto pitkä.

LÄHTEET

Työturvallisuusohje, STO 2/2009. Luettu 11.7.2016

http://www.tyoturva.fi/files/1296/STO2_Sahkoturvallisuus.pdf

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähköalan töistä, 516/1996 Luettu 11.6.2016

<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1996/19960516>

TR-mittauksen toteutus Luettu 11.7.2016

http://www.ttl.fi/fi/tyoturvallisuus_ja_riskien_hallinta/tapaturmien_ehkaisy/tyoturvallisuuden_edistamiskeinoja/tr_tuoteperhe/tr_mittauksen_toteutus/sivut/default.aspx

Sähkönjakeluverkon yleinen käyttöönottotarkastuspöytäkirja TP01 täyttöohje
Ohje: Starka TP01-1.2

Tekninen ohje – 20 kV Maakaapelin vaipaneheysmittaus, Caruna ohjeistus

Työturvallisuuskeskus TTK, STO 2/2009, s.8

Headpower Oy WWW-dokumentti, TP03 Kj-jakeluverkon käyttöönottotarkastus
Luettu 1.4.2016

Martti Hallamäki WWW-dokumentti, Jännitetyökurssi
Luettu 2.5.2016

Mäkinen, P.A. 2007a. Jännitetyöopas. Espoo, Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry.
s.56

SFS 6002. 2005. Sähkötyöturvallisuus. 2. painos. Helsinki, Suomen standardisoimisliitto SFS. 57 s.

LITTEET

Liite 1. MVRB mittauspöytäkirja

TARKASTUKSET

| Mittauskohteet | Havaintojen määrä | Hyväksymisperusteet |
|--|--|--|
| Työskentely ja koneen käyttö | | |
| 1. Henkilösuojainten käyttö ja riskinotto | - yksi jokaisesta työntekijästä mukaan lukien kuljettajat | - henkilökohtaisten suojaimien käyttö (kypärä, silmäsuojaimet, heijastava-asu, palosuojaja-asu, turvakengät ja turvavaljaat yms.) - pelastusliivien käyttö - ei riskinottoa (sähkötapaturman vaara, putoamisvaara, peittyemisvaara, väärä työtapa tai työväline) |
| 2. Purkutyöturvallisuus | - yksi jokaisesta purkutyökohteesta | - ei riskinottoa (sähkötapaturman vaara, putoamisvaara, peittyemisvaara, väärä työtapa tai työväline) - purkutöiden toteutus suunnitelmien mukaisesti |
| Kalusto ja työkonet | | |
| 3. Aidat, kulkusillat, telineet ja tikkaat | - jokaisesta erillisestä rakenteesta | - tuenta, perustus ja ankkurointi luotettavasti - työpukeissa tarvittaessa ohi astumisen estävä rakenne - rakenteiden tyyppi- ja omistusmerkinnät |
| 4. Ajoneuvot, työkonet ja nostokalusto | - yksi jokaisesta työkohteesta | - ajoneuvojen ja koneiden työskentelyalustat ja yleiskunto (valot, kulkusillat yms.) |
| 5. Työkalut, pienkalusto | - yksi jokaisesta pienlaitteesta (nostoapuvälineet, katkaisusahat, täryt, vetolaitteet, mittauslaitteet yms.) | - pienkaluston ja työvälineiden yleiskunto ja laitekohtaiset määräykset |
| 6. Valaistus ja näkyvyys | - yksi valaistushavainto aina kun valaistus on tarpeen - yksi näkyvyyshavainto aina kun näkyvyys on tarpeen | - sekä yleisvalaistus että työkohteen valaistus on riittävä - näkyvyys on riittävä työn turvalliseen tekemiseen (sumu, sade, esteet yms.) |
| 7. Sammutusvälineet | - yksi jokaisesta sammutinlaitteistosta | - sammutuslaitteet ovat käytettävissä ja niiden tarkastukset on tehty |
| Suojaukset ja varoalueet | | |
| 8. Putoamissuojaus | - kaivantojen vapaista reunoista ja aukoista | - putoamissuojaus 2 metrin korkeudesta alkaen - suojakaitteet (3 johdetta) |
| 9. Putoavat esineet | - työskentely korkealla (pylväät, mastot, nostokorit yms.) | - esineiden ja työkalujen putoaminen on estetty tai työskentely alapuolella on estetty |
| 10. Sortumavaara | - kohdista joissa on sortumavaara (kaivannot, maaperä, tunnelin katot yms.) | - kaivanto on asianmukaisesti tuettu, luiskaus mikäli tuenta tarvetta ei ole - vaarallisen alueen eristäminen - maamassojen läjittäminen |
| 11. Koneiden varoalueet | - jokaisesta koneesta | - työskentelyn vaatima alue, merkinnät - kulkemisen estäminen varoalueelle |
| Ajo- ja kulkuväylät | | |
| 12. Ulkopuolinen liikenne ja jalankulku | - yksi jokaisesta alueesta, jossa työmaa vaikuttaa yleisiin teihin tai jalankulkuväyliin | - varoitukset ja -viikot, alueen eristäminen sekä kulkureitit ovat kunnossa ja liikenteenohjaussuunnitelman mukaiset - tarvikkeiden varastointi ei häiritse näkyvyyttä |
| 13. Työmaatie | - työmaatie kokonaan tai osissa | - työmaateiden kunto ja kulkuesteet |
| 14. Kulkutiet | - jokaisesta alueen kulkutiestä ja portaasta | - kulkureittien sijoittelu, kunto ja kulkuesteet |
| Työmaan järjestys ja varastointi | | |
| 15. Yleisjärjestys | - järjestyshavainto jokaisesta alueesta | - ei työvaiheeseen kuulumatonta jätettä - järjestys hyvä turvallisuuden ja laadun kannalta, maa-aines ei leviä ympäristöön, pölyäminen estetty tarvittaessa kastelulla |
| 16. Jäteastiat | - jokaisesta jätteasta | - jätteen ympäristö on siisti, oikein kuormattu ja lajiteltu |
| 17. Vaarallisten aineiden säilytys | - jokaisesta vaarallisten aineiden varastosta (poltto- ja räjähdysaineet yms.) | - öljyjätteiden lajittelu ja säiliöiden kunto - räjähteet lukitussa, määräysten mukaisessa varastotilassa |
| 18. Rakennus- ja purkumateriaalin käsittely ja varastointi | - jokaisesta purkumateriaalin käsittely- ja varastopaikasta | - purettu materiaali on lajiteltu ja varastoitu asianmukaisesti uusiokäyttö huomioiden |
| Sähkötyöturvallisuus | | |
| 19. Työnaikainen sähkötyöturvallisuus | - kaikista sähköiskun tai valokaarivaaran vaaraa aiheuttavista töistä | - työnaikaisen sähkötyöturvallisuuden valvoja on nimetty ja on työkohteessa |
| 20. Työskentely jännitteisten osien läheisyydessä | - työskentely jännitteisten osien läheisyydestä | - SÄTKY:n mukaiset toimenpiteet on tehty (jännitteettömyyden koestus, työmaadoitukset, lukitukset, merkinnät yms.) |
| 21. Kosketussuojaukset | - asennuksen rakenteista | - kytkentäsuunnitelman mukainen työjärjestys - jännitteisiin osiin koskeminen ja jännitetyöalueelle joutuminen on estetty turvallisuustoimenpitein, varoetäisyydet, kosketussuojaukset |
| 22. Pätevyys sähkötyöhön | - kaikista sähköihin osallistuvista | - sähkötyöpätevydet kunnossa |

Liite 2. Sähkönjakeluverkon käyttöönottotarkastuspöytäkirja

| SÄHKÖNJAKELUVERKON KÄYTTÖNOTTOTARKASTUSPÖYTÄKIRJA TP01 | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------------------|--------------------------------------|-------|------------|-------|-----------------------------|-------|---------|-------|----|--|
| Urakoitsijatiedot | | | | | | | | | | | |
| Urakoitsija | | | | | | Sähkötöiden johtaja | | | | | |
| Osoite | | | | | | | | | Puh.n | | |
| Tarkastuskohde | | | | Tilaaajayh | | | | Jännite | | kV | |
| Työn nimi: | | | | | | Tilaaajan | | | | | |
| Muuntopii-nimi / n:o | | | | | | Eroti-nimi / n:o | | | | | |
| Jakokaa-osoite / n:o | | | | | | Lähdön n:o oso- | | | | | |
| Laitetiedot Valm./Tvy | | | | | | Tarkastus-teen työläji | | | | | |
| <p>Käyttöönottotarkastus toteutetaan KTM:n päätöksen 517/1996 edellyttämällä tavalla</p> <p>Rakennuskohteessa on noudatettu suunnitelma-asiakirjoja sekä seuraavia standardeja: (merkitse standardin vuosilu- kka)</p> <p>Sähköturvallisuusvaatimuksien toteutuminen KTM päätöksen 1193/1999 mukaan:</p> <p>Turvallisuusvaatimukset saavutettu</p> <p>Turvallisuusvaatimuksia ei saavutettu</p> | | | | | | | | | | | |
| Tarkastuksen suorittaja | | | | | | | | | | | |
| Allekirjo- Nimi/Puh. | | | | | | Pvm. | | | | | |
| Alla mainittujen kohteiden lisäksi tulee tehdä myös yllämainittujen standardien vaatimat mittaukset ja tarkastukset | | | | | | | | | | | |
| Tarkastusmerkinnät <input checked="" type="checkbox"/> Kunnossa - Ei ole kunnossa <input type="checkbox"/> Ei kuulu ra- | | | | | | | | | | | |
| Mittaukset ja testaukset | | | | | | | | | | | |
| 1 | Mittauspöytäkirja | | | | | | | | | | |
| 2 | Jännitteet / V | L1-L2 | L1-L3 | L2- | L1- | | | | | | |
| 3 | Fristysresistanssi/ ≥ 1 | L1- | L2- | L3- | L1-L2 | L1-L3 | L2-L3 | | | | |
| 4 | Ik-virta / A / kohde | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | | | | |
| 5 | Vikavirtasuojakytkin | In / | mA | Aika | ms | Paini- | | | | | |
| 6 | Maad. mitt./ PEN / S / Ω | PEN | S | | | | | | | | |
| 7 | Pot.ohiausrankaan | | | | | | | | | | |
| 8 | Maadoituksen jatkuvuus | | | | | | | | | | |
| 9 | Kiertosuunta ja vaiheis- | | | | | | | | | | |
| 10 | Muut testaukset | | | | | | | | | | |
| Silmämääräiset tarkastukset | | Vian tai puutteen kuvaus / huomautus | | | | Kori. pvm. | | Nimi | | | |
| 11 | Johtoalue | | | | | | | | | | |
| 12 | Ilmaiohdon asennukset | | | | | | | | | | |
| 13 | Kaapelin asennukset | | | | | | | | | | |
| 14 | Jako- / haar. kaapin | | | | | | | | | | |
| 15 | Varokevytkimet | | | | | | | | | | |
| 16 | Liittimet ja liitokset | | | | | | | | | | |
| 17 | Mekaaniset suojaukset | | | | | | | | | | |
| 18 | Kosketussuojaus | | | | | | | | | | |
| 19 | Maadoitusrakenteet | | | | | | | | | | |
| 20 | Varoituspauhat ja kilvet | | | | | | | | | | |
| 21 | Merkinnät ja tunnuksot | | | | | | | | | | |
| 22 | Pylväät, tuki- ja harus- | | | | | | | | | | |
| 23 | Etäisyysvaatimukset | | | | | | | | | | |
| 24 | Lukitukset ovet ja | | | | | | | | | | |
| 25 | Kaaviot muutosten | | | | | | | | | | |
| 26 | Muutosten dokumen- | | | | | | | | | | |
| 27 | Kaivuiället | | | | | | | | | | |
| 28 | Muut tarkastukset | | | | | | | | | | |
| Mittalaitteen tyyppi | | | | | | Mittalaitteen numero | | | | | |
| Huomautukset, lisäselvitykset, poikkeamat suunnitelmista vms. | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |

Liite 3. Viikkoraportti

VIIKKORAPORTTI POHJA

Kohde _____

Päivämäärä _____

Asentajat _____

| | Viikko | Viikko | Viikko | Viikko | Viikko | Viikko | Viikko |
|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Muuntamot | | | | | | | |
| Kytkenät | | | | | | | |
| PJ-kaapelit | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | |
| 95 | | | | | | | |
| 150 | | | | | | | |
| KJ-päätteet | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | |
| 95 | | | | | | | |
| 240 | | | | | | | |
| Mittaukset | | | | | | | |
| Jatkot | | | | | | | |
| PJ-jatkot | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | |
| 95 | | | | | | | |
| 150 | | | | | | | |
| KJ-jatkot | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | |
| 95 | | | | | | | |
| 240 | | | | | | | |
| Pylväs nousut | | | | | | | |
| PJ | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | |
| 95 | | | | | | | |
| 150 | | | | | | | |
| KJ-pylväspäätteet | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | |
| 95 | | | | | | | |
| 240 | | | | | | | |
| Jakokaapit | | | | | | | |
| Kiskoliitokset | | | | | | | |
| Kahvaliitokset | | | | | | | |
| Mittaukset | | | | | | | |
| Liittymät | | | | | | | |
| Maadoituskotelo | | | | | | | |
| Sulakekotelo | | | | | | | |

Liite 4 Muuntamon käyttöönottotarkastuspöytäkirja

| PUISTO- JA KIINTEISTÖMUUNTAMON KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUSPÖY- Urakoitsijatiedot | | | | |
|---|---------------------------------|--------------------------------------|-------------|------|
| Urakoitsija | | Sähkötöiden | | |
| Osoi | | Puh. | | |
| Tarkastuskohde | | Tilaajayhti | | |
| Työn nimi | | Tilaaajan | | |
| Muuntopiirin nimi / n:o | | Muuntopi-oso- | | |
| Tarkastus-teen työlaji | | 20 / 0,4 kV | 10 / 0,4 kV | MUU |
| Käyttöönottotarkastus toteutetaan KTM:n päätöksen 517/1996 | | | | |
| Rakennuskohteessa on noudatettu suunnitelma-asiakirjoja sekä seuraavia standardeja: | | | | |
| Sähköturvallisuusvaatimusten toteutuminen KTM päätöksen | | | | |
| Sähköturvallisuusvaatimukset <input type="checkbox"/> | | | | |
| Sähköturvallisuusvaatimuksia ei <input type="checkbox"/> | | | | |
| Tarkastuksen suorittaja | | | | |
| Allekirjoitus | | Pvm. | | |
| Nimi / Puh. | | | | |
| TARKASTUSMERKINNÄT X Kunnossa - Ei kunnossa O Ei | | | | |
| A Yleistä | | Vian tai puutteen kuvaus / hu- | Kori. | Nimi |
| 1 | Kulkureitit, reittiavain | | | |
| 2 | Laitteiden ominaisarvot | | | |
| 3 | Vähimmäisetäisyydet | | | |
| 4 | Kaaviot | | | |
| 5 | Dokumentointi / muutokset | | | |
| 6 | Käyttö- ja huolto-ohjeet / Val- | | | |
| 7 | Johdinliitokset, liittimet | | | |
| 8 | Asetusarvot | | | |
| 9 | Muuntamon ja laitteiden tun- | | | |
| 10 | Hengenvaara -kilvet | | | |
| 11 | Ovet ja ovien lukitus | | | |
| 12 | Muuntamokoppi / muuntamo- | | | |
| 13 | Valaistus | | | |
| 14 | Akusto / akuston ilmastointi | | | |
| 15 | Ilmastointi / ilmanvaihto | | | |
| 16 | Tvömaadoitusten | | | |
| 17 | Siiaini ja turvallisuus | | | |
| 18 | Kaivuiäliet pinnoitteet | | | |
| 19 | Tvökohteen siisteys | | | |
| 20 | Muuntamon ki- | | | |
| B Keskiännitelaitteet | | Vian tai puutteen kuvaus / hu- | Kori. | Nimi |
| 1 | Ki-koleistot | | | |
| 2 | Kaap.päätteet ja kiinnitykset | | | |
| 3 | Yliännitesuojat | | | |
| 4 | Kaap.taivutussäteet ja läpivi- | | | |
| 5 | Tukieristimet | | | |
| 6 | Erottimet | | | |
| 7 | Katkaisijat | | | |
| 8 | SF6 kaasunpaine | | | |
| 9 | SF6 iännitteenilmaisin / tes- | | | |
| 10 | Sulakkeet / sulaketoiminnan | | | |
| 11 | Ki-lähtöjen merkinnät | | | |
| C Muuntaja | | Vian tai puutteen kuvaus / huomautus | Korj. pvm. | Nimi |
| 1 | Muuntajan runko, öljysäiliö | | | |
| 2 | Muunt. väliottokytkimen asento | | | |
| 3 | Muunt. väliottoa. portaiden lkm | | | |
| 4 | Muuntajan eristimet | | | |

