

Marko Keihtä

PIENJÄNNITEMAAKAAPELIVERKON RAKENTAMISOHJE

PIENJÄNNITEMAAKAAPELIVERKON RAKENTAMISOHJE

Marko Keihtä
Opinnäytetyö
Kevät 2020
Sähkötekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Sähkö- ja automaatiotekniikka, Sähkötekniikka

Tekijä: Marko Keihtä

Opinnäytetyön nimi suomeksi: Pj-maakaapeliverkon rakennusohjeistus

Opinnäytetyön nimi englanniksi: Installation Instructions for Low Voltage Underground Cabling

Työn ohjaaja: Heikki Kurki

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2020

Sivumäärä: 23 + 47 liitettä

Tämä opinnäytetyö tehtiin Oulun Energia Urakointi Oy:lle, joka oli myös työn tilaaja. Työn tavoitteena oli laatia yleisimpien pienjännitemaakaapeliverkossa tehtävien töiden kuvallinen ohje. Työohjetta käytetään käytäntöjen systematisointiin ja yhtenäistämiseen. Työohjetta voidaan myös käyttää uusien työntekijöiden perehdyttämiseen. Tässä työssä käydään läpi pienjännitemaakaapeliverkossa tehtävät työt yleisesti, sillä kuvallinen työohje on tarkoitettu ainoastaan Oulun Energia Urakointi Oy:n sisäiseen käyttöön ja on tämän opinnäytetyön luottamuksellinen liite.

Työohje laadittiin käyttäen voimassa olevia standardeja. Työohjeen tulee olla voimassa olevien ohjeiden ja määräysten mukainen, eikä siinä saa olla ristiriitaa tilaajan antamien ohjeistuksien kanssa. Työssä käytettiin työvaiheista otettuja valokuvia, jotka liitettiin työohjeeseen kirjallisten ohjeiden lisäksi. Työohjeessä edetään loogisesti aloittaen ensimmäisestä työvaiheesta ja päättyen viimeiseen työvaiheeseen.

Opinnäytetyön tuloksena on kuvallinen työohje pienjännitemaakaapeliverkossa tehtäviin yleisimpiin maakaapelitöihin. Työohje otetaan käyttöön Oulun Energia Urakointi Oy:ssä. Työohje ei kuitenkaan korvaa vanhemman sähkölaitosasentajan opissa olemista. Työohje on laadittu auttamaan uusien työntekijöiden perehdyttämisessä. Työohjeesta on myös apua vanhemmille työntekijöille, joilla ei ole työkokemusta tietyistä maakaapeliverkossa tehtävistä töistä.

Asiasanat: maakaapelointi, maadoitukset, käyttöönottotarkastus

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Electrical and Automation Engineering, Electrical Engineering

Author: Marko Keihtä
Title of thesis: Installation Instructions for Low Voltage Underground Cabling
Supervisor: Heikki Kurki
Spring semester 2020
Pages: 23 + 47 appendices

This thesis was done for Oulun Energia Urakointi Oy, who is also the commissioner of the work. The aim of the thesis was to draw up a set of pictorial instructions for the most common work procedures in low voltage underground cabling. The work instructions are used to systematize and harmonize practises as well as to induct new employees.

The work instructions were drafted using existing standards. The objective was to produce a manual complying with the instructions and regulations in force with no contradiction with the instructions given by the subscriber. Photographs of the actual cabling work were taken step by step and written instructions were added to provide a logical and chronological framework for the events.

The result of the thesis is a set of pictorial work instruction for some of the most common low voltage cabling installations. The set of instructions will be introduced in Oulun Energia Urakointi Oy. However, the work instructions will not replace the senior electrician as a mentor. The set is designed to assist co-workers in familiarizing new employees. Furthermore, older employees lacking experience in certain work areas regarding underground cabling can benefit from it.

Keywords: underground cabling, grounding, commissioning inspection

ALKULAUSE

Tämä opinnäytetyö tehtiin Oulun Energia Urakointi Oy:lle. Tilaajan edustajana toimi Jari-Pekka Malinen ja ohjaavana opettajana toimi Heikki Kurki. Kiitokset työn aiheesta ja sen tarjoamisesta kuuluvat Oulun Energia Urakointi Oy:lle. Kiitokset myös perheelleni kannustuksesta ja kärsivällisyydestä.

Oulussa 05.05.2020

Marko Keihtä

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
ALKULAUSE	5
SISÄLLYS	6
1 JOHDANTO	8
2 JAKOKAAPIT	10
2.1 Jakokaappien kokoaminen	10
2.2 Jonovarokytkimien asentaminen	10
2.3 PEN-liittimien asentaminen	11
2.4 Jakokaappien merkinnät	11
2.5 Jakokaappien asennus	12
3 PJ-MAAKAAPELOINTI	13
3.1 Maakaapelitöiden työturvallisuus	13
3.1.1 Toimenpiteet ennen maakaapelitöiden aloittamista	13
3.1.2 Maakaapeleiden kytkentä osittain jännitteeseen kohteeseen	14
3.2 Kaapelin asennus maahan	14
3.2.1 Kaapeliojan kaivuu ja kaapelin veto	14
3.2.2 Maadoitus	15
3.2.3 Kaapeleiden suojaus	15
3.3 Kaapelipäätteet	16
3.4 Kaapeleiden kytkentä	16
3.5 Kaapelijatkokset	16
3.6 Maakaapelisekajatkokset	17
4 KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUS	18
4.1 Tarkastukset	18
4.2 Mittaukset	19
4.2.1 Eristysvastusmittaus	20
4.2.2 Oikosulkuvirtamittaus	20
4.2.3 Mittaukset jakokaapilla	20
5 LOPPUSANAT	21
LÄHTEET	22

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää Oulun Energia Urakointi (OEU) Oy:lle pienjännitemaakaapeliverkon rakentamisohje. Työohje tulee ainoastaan Oulun Energia Urakointi Oy:n käyttöön. Työn tavoitteena oli käytäntöjen systematisointi ja yhtenäistäminen. Työohjeen on oltava voimassa olevien ohjeiden ja määräysten mukainen ja urakoitsijan on ohjeistuksensa osalta tarkistettava aina tilaajan ohjeet ja siten varmistettava, ettei ohjeissa ole ristiriitaa.

Vuonna 2013 voimaan astunut sähkömarkkinalaki (3. 51§) tiukensi jakeluverkon käyttövarmuutta ja luotettavuutta koskevia vaatimuksia. Tämän vuoksi Oulun Energia Siirto ja Jakelu Oy (OESJ) on panostanut säävarman jakeluverkon rakentamiseen lisäämällä maakaapelointia. OESJ:n alueella jakeluverkon pituudet ja niiden maakaapelointiasteet kesäkuussa 2019 varautumissuunnitelman mukaan olivat: 110 kV 8%, 10 - 20 kV 72% ja 0,4 kV 89%. Maakaapelointi lisää sähkön toimitusvarmuutta ja vähentää jakeluverkon ilmasto-oloista johtuvia viikaantumisia. Maakaapelointi parantaa myös ns. sähkönjakeluverkon esteettistä näkymää, koska kaapelit ovat kaivettuna maahan. Vastaavasti maakaapeliverkon laajentuessa kaivutöiden ja roudan aiheuttamat kaapeliviat lisääntyvät, kapasitiivisen loistehon osuus kasvaa ja asennustyössä kaapeleiden, päätteiden ja jatkojen huolellisen asennustyön merkitys korostuu entisestään. Myös jakeluverkon kosketusjännitteiden hallintaan lisääntyvä kaapelointi tuo lisähaasteita ja maasulun sammutuksen tarve kasvaa.

Työssä sivutaan Oulun Energia konsernin työturvallisuusohjetta suojavarusteiden osalta. Pienjänniteverkon jännitetöitä ja kytkentöjä työssä ei käsitellä, koska niistä on olemassa erilliset työturvallisuusohjeet.

Tässä opinnäytetyössä on esitelty yleisimmät pj-maakaapeliverkon rakentamiseen liittyvät työvaiheet. Jakeluverkon rakenne perustuu standardiin SFS 6000-8-801:2017 (1, s. 241 - 256) ja jakeluverkon maakaapelien maahan asentaminen standardiin SFS 6000-8-8-814:2017 (2, s.301 - 304).

Huolellinen ja oikeaoppinen asennustyö ja maakaapelien käsittely vaikuttavat merkittävästi asennuksen ja maakaapeloinnin kestävyteen sekä sähköverkon

turvallisuuteen ja toimitusvarmuuteen. Tässä työohjeessa siirretään uusille asentajille niin sanottua ”hiljaista tietoa”, jota ei opita kouluissa vaan ainoastaan käytännön kokemuksen kautta vanhemman asentajan opissa.

Työ aloitettiin valokuvaamalla eri työvaiheita pj-verkon rakentamisen aikana ja suunnittelemalla työohjeen rakennetta. Työssä ohjeistetaan seuraavat asiat:

- katujakokaappien kokoaminen ja asennus
- jonovarokeytkimien asennus jakokaappiin
- jakokaapin merkinnät
- maakaapelin asennus kaapeliojaan
- maadoituksen asennus
- kaapelipäätteet
- pj-maakaapelijatkokset
- pj-maakaapeli sekajatkokset
- tarvittavat mittaukset ja tarkastukset.

2 JAKOKAAPIT

Oulun Energia Siirto ja Jakelu Oy käyttää moduulirakenteisia jakokaappeja, jolloin eristettyyn virtakiskostoon voidaan lisätä jonovarokeytkimiä tai kiskoliittimiä jälkeensäkin esimerkiksi jännitetyönä. Eniten käytettyjen jakokaappien valmistajista mainittakoon ABB Oy, Finn Electric Oy, Ensto Oy ja JSC Energofirma (Jauda). Jakokaapit ovat maahan asennettavia malleja, joiden jalustaosa upotetaan maan sisään ja täytetään hiekalla.

2.1 Jakokaappien kokoaminen

Jakokaapit kootaan ja varustetaan varastolla valmiiksi ennen työkohteeseen kuljetusta. Jakokaapit kootaan ja varustetaan valmistajan antamien ohjeiden mukaan.

Jakokaapin jalusta- ja yläosa voidaan liittää toisiinsa vaaka-asennossa, jonka jälkeen jakokaappi nostetaan pystyyn. Jakokaapin jalusta- ja yläosa voidaan myös kiinnittää toisiinsa pystyasennossa, jolloin jakokaapin yläosa nostetaan jalustaosan päälle. Pystyasennuksessa jakokaapin yläosan paikalleen nosto suoritetaan kahden henkilön nostotyönä. Pystyasennuksen riskinä kuitenkin on, että sormet voivat jäädä ylä- ja jalustaosan väliin.

Jakokaapit kasataan kuormalavojen päälle kuljetuksen helpottamiseksi. Jakokaappi kiinnitetään tai tuetaan kuormalavaan siten, että se ei pääse kaatumaan. Tarkemmat kuvalliset jakokaapin kokoamisohjeet on esitetty liitteessä 1.

2.2 Jonovarokeytkimien asentaminen

Jonovarokeytkimet asennetaan ja kiinnitetään jakokaappiin valmistajan ohjeiden mukaan. Jonovarokeytkimien asennus aloitetaan jakokaapin vasemmasta laidasta.

Ensimmäinen jonovarokeytkin tulee asentaa suoraan, jotta seuraavatkin jonovarokeytkimet tulevat suoraan. Jonovarokeytkimet on pyrittävä asentamaan

kiinni toisiinsa, jotta säästetään tilaa jakokaappiin mahdollisia tulevia jonovarokeytkimien lisäyksiä varten. Tarkemmat kuvalliset ohjeet jonovarokeytkimien asentamiseen on esitetty liitteessä 2.

2.3 PEN-liittimien asentaminen

PEN-liittimet lisätään jakokaappiin jonovarokeytkimien asennuksen yhteydessä. PEN-liittimien asennuksessa huomioidaan liittimen oikea tyyppi ja oikea asennuskohta. 630 - 400 A:n jonovarokeytkimille valitaan 25 - 300 mm² liitin ja 160 A:n jonovarokeytkimille 10 - 95 mm² liitin.

PEN-liitin asennetaan mahdollisimman lähelle jonovarokeytkimen keskikohtaa. PEN-liittimet asennetaan PEN-kiskoon ja kiristetään valmistajan antamien ohjeiden mukaan. Tarkemmat kuvalliset ohjeet on esitelty liitteessä 3.

2.4 Jakokaappien merkinnät

Jakokaappien, jonovarokeytkimien ja kaapeleiden merkinnät tehdään Oulun Energia Siirto ja Jakelu Oy:n merkintäohjeen mukaisesti. Oikeanlainen ja johdonmukainen merkintätapa lisää käyttöturvallisuutta ja vähentää virhekytkentöjä.

Jakokaapin numerokyltti tehdään OESJ:n merkintäohjeen mukaisesti ja se asennetaan niittaamalla jakokaapin oven ulkopuolelle. Jakokaapin numerokyltti on oltava metallia, jossa numero-osa on fluorisoiva.

Jonovarokeytkimien merkinnät tehdään kirjoittimella liimattavalle tarranauhalle. Ryhmänumerot merkitään juoksevasti vasemmalta oikealle. Jonovarokeytkimien merkinnöistä tulee käydä ilmi

- osoite
- sulakekoko
- mahdollinen kaksoissyöttö
- ryhmänumerointi
- varoitus mahdollisesta takajännitteestä (runkokaapelit)
- merkintä jos asiakkaalla on sähköä tuottavia laitteistoja.

Kaapeleiden merkinnät tehdään kirjoittimella liimattavalle tarranauhalle, jonka jälkeä tarranauha pujotetaan muovitaskuun. Muovitaskuun tehdään reiät nippusiteitä varten ja kaapelimerkintä kiinnitetään nippusiteillä kaapelin johtimeen kaapelin kytkemisen jälkeen. Kaapeleiden merkinnöistä tulee käydä ilmi

- kaapelin osoite
- kaapelin tyyppi
- kaapelin numero, jos kyseessä on kaksoissyöttö.

Tarkemmat kuvalliset ohjeet merkinnöistä on esitetty liitteessä 4.

2.5 Jakokaappien asennus

Kootut jakokaapit kuljetetaan työkohteeseen kuorma-autolla tai pakettiautolla. Jakokaapit kiinnitetään luotettavasti kuljetuksen ajaksi ja niiden hankautuminen toisiaan vasten estetään esimerkiksi asettamalla vaahtomuovia jakokaappien väliin.

Jakokaapin kaivannon pohjan tulee olla suora ja oikeassa korkotasossa. Jos korkotasoa ei ole määritetty, jakokaappi asennetaan siten, että jakokaapin läpivientiluukku jää maanpinnan yläpuolelle. Ennen jakokaapin paikoilleen asennusta pohjalle asennetaan Finnfoam-eristelevy, joka on mitoitettu jakokaapin leveyseksi. Jakokaapin pohjalevyyn asennetaan molemmille laidoille kyllästetyt lankut, jotka estävät roudan aiheuttamaa jakokaapin kallistumista. Lankut kiinnitetään jakokaapin pohjaosaan sinkityillä täkkipulteilla.

Jakokaappi nostetaan paikoilleen siihen soveltuvalla nosturilla esimerkiksi kuorma-auton kuormausnostimella. Nosto suoritetaan jakokaappiin asennetuista nostokorvakkeista, jotka poistetaan noston jälkeen. Nostotöissä on noudatettava erityistä varovaisuutta.

Jakokaapin suoruus tarkistetaan vesivaa'alla ja tarvittaessa jakokaappia suoritetaan asennushiekan avulla. Jakokaapin sisälle pohjaosan päälle lapioidaan hiekkaa, jotta jakokaappi pysyy paikoillaan ja asennettavat kaapelit eivät painaudu jakokaapin pohjaosan reunusta vasten. Tarkemmat kuvalliset työohjeet jakokaapin asennuksesta on esitetty liitteessä 5.

3 PJ-MAAKAAPELOINTI

Vuonna 2020 Oulun Energia konsernin työturvallisuus on tasoltaan maamme huippuluokkaa. On erittäin tärkeää, että töissä noudatetaan työhön annettuja työturvallisuusohjeita. Oulun Energia konsernin jokapäiväisenä tavoitteena on, terveenä töihin, terveenä kotiin. Turvallisten toimintatapojen yhtenäistäminen lisää työturvallisuutta sekä kasvattaa työn tuottavuutta.

3.1 Maakaapelitöiden työturvallisuus

Tässä luvussa sivutaan Oulun Energia konsernin työturvaohjetta. Ennen maakaapelitöiden aloittamista on huolehdittava siitä, että käytetään asianmukaisia turvavarusteita ja turvavälineitä. Turvavarustukseen ja turvavälineisiin kuuluvat

- kypärä
- suojalasit
- palosuojattu vaatetus
- turvajalkineet
- viiltosuojahanskat
- sammutinkalusto
- sammutinpeite (mikäli tarve vaatii)
- ajoneuvokohtainen ensiapulaukku ja silmähuuhde.

3.1.1 Toimenpiteet ennen maakaapelitöiden aloittamista

Työkohteeseen hankitaan tulityölupa ja ennen työn aloittamista tulee täyttää turvallisuuden ABC-lomake, johon arvioidaan työhön liittyvät riskit. Mikäli työkohte sijaitsee muualla kuin OESJ:n omassa jakeluverkossa, tulityölupa hankitaan kohteeseen nimetyltä tulitöiden vastuuhenkilöltä. Jos työkohte sijaitsee kiinteistössä, on huolehdittava, että paloilmotusjärjestelmä on kytketty työkohteen osalta pois päältä. Irti kytkemisen suorittaa laitteistonhoitaja.

3.1.2 Maakaapeleiden kytkentä osittain jännitteiseen kohteeseen

Kun maakaapelia kytketään jo olemassa olevaan jakokaappiin tai muuntamoon, on tarkistettava, että jonovarokeytkimellä ei ole sulakkeita. Tarvittaessa jännitteiset osat on suojattava, jotta tahatonta kosketusta jännitteisiin osiin ei pääse syntymään. Kohteessa, joka on osittain jännitteinen, on noudatettava erityistä varovaisuutta. Kun kaapeli on kytketty, jonovarokeytkin on varustettava erillisellä kieltokyltillä, josta ilmenee asettajan nimi, puhelinnumero ja päivämäärä.

3.2 Kaapelin asennus maahan

Oulun Energia Siirto ja Jakelu Oy:n pienjännitteiseen sähköjakeluverkkoon asennetaan pääsääntöisesti AXMK-tyyppin maakaapeleita. Koska AXMK-tyyppin kaapelissa ei ole maadoitettavaa kosketussuojaa, asennussyvyys määräytyy taulukon 1 mukaan. Asennussyvyyden tulee olla vähintään 0,7 m.

TAULUKKO 1. Ilman metallista kosketussuojaa olevan maakaapelin suojaus eri asennussyvyyksillä (2, s. 304)

Kaapelin tai suojaputken asennussyvyys h (kaapelin asennusalustan syvyys)	Standardin SFS-EN 61386-24* mukaisen iskunkestävyyden ja puristuskestävyyden mukaan	Standardin SFS-EN 50620 mukaisen iskunkestävyyden mukaan
$h \geq 0,7$ m	varoitussauha	varoitussauha
$0,5$ m < h < $0,7$ m	L 450	suoja levy, -kouru tai -sauha
$0,3$ m \leq $h \leq$ $0,5$ m piha ja puistoalueilla	N 750	suoja levy, -kouru tai -sauha
$0,3$ m \leq $h \leq$ $0,5$ m muilla alueilla	N 450	suoja levy, -kouru tai -sauha

* Standardin SFS-EN 61386-24 korvaava standardi SFS-EN 50626-1 Conduit systems buried underground for the protection and management of insulated electrical cables or communication cables - Part 1: General requirements on valmistella.

3.2.1 Kaapeliojan kaivuu ja kaapelin veto

Kaapelioja kaivetaan mahdollisimman suoraksi ja riittävän leveäksi. Terävät kivet tms. maa-aines poistetaan kaapelikaivannosta. Kaapelit vedetään kelalta kaapelin vetoon tarkoitetulla vetosukalla. Kaapelin vedossa on otettava huomioon kaapelivedon pituus, sillä pitkät vedot voivat venyttää kaapelin eristeitä ja ulkovaipaa. Venyminen voidaan estää poraamalla ruuvi vetosukan alapäähän, jolloin

veto kohdistuu alumiinijohtimiin. Vetorasitusta voidaan vähentää erinäisillä apuvälineillä, esimerkiksi kaapelinveto- ja työntölaitteella. Pitkissä kaapelivedoissa käytetään kaapelirullia, jolloin kaapeli liikuu paremmin kaapeliojassa.

Kun kaapelia vedetään pitkään alitusputkeen, käytetään vetoa helpottamaan siihen sopivaa liukastetta. Alitusputket varustetaan putken päähän tulevalla kaapelirullalla, jotta kaapelin ulkovaippa ei vahingoitu putken päähän osuessaan.

Kaapelia taivutetaan valmistajan ilmoittaman taivutussäteen rajoissa. Jyrkkiä taivutuksia tulee ehdottomasti välttää. Mikäli kaapeliojaan vedetään useampia kaapeleita, tulee niiden väliin jättää riittävä väli, jotta kaapelit eivät kuumennu kuorimituksessa.

Kaapelin käsittelyssä ja vedossa on otettava huomioon myös maakaapelin valmistajan ilmoittama alin käsittelylämpötila. Kovalla pakkasella kaapelin ulkovaippa murtuu helposti.

3.2.2 Maadoitus

Pj-runkokaapeleiden vedon yhteydessä vedetään myös pj-maadoitus, joka on osa jakeluverkon laajaa maadoitusverkkoa. Yleisimmin maadoituksessa käytetään paljasta 25 mm² kuparijohdinta. Kuparijohtimet asennetaan jakokaappien PEN-kiskoon niille varattuihin liittimiin. Muuntamoilla kuparijohtimet asennetaan muuntamon MEB-kiskoon. Maadoitus yhdistetään vanhaan maadoitusverkkoon siihen tarkoitetuilla liittimillä. Tarkemmat kuvalliset työohjeet maadoituksista on esitetty liitteessä 6.

3.2.3 Kaapeleiden suojaus

Kaapeli suojataan kaapeliojaan hienojakoisella hiekalla. Merkkinauha asetetaan kaivannon päälle noin 0,4 m maanpinnasta varoittamaan kaapeleista. Jos kaapelioja kaivetaan tienpohjaukseen, tulee pohjauksessa olevat maa-ainekset kasata erilleen toisistaan ja kaapelioja peitetään takaisin kerrosten mukaisesti. Mikäli kaapelia ei saada tarvittavaan asennussyvyYTEEN, on kaapeli suojattava esimerkiksi muovikouruilla tai betonilaatoilla. Tarkemmat kuvalliset työohjeet maakaapeloinnista on esitetty liitteessä 7.

3.3 Kaapelipäätteet

Kaapelit mitoitetaan oikean pituisiksi jakokaappiasennusta varten. Ennen kaapelin katkaisua tarkistetaan, että kaapeli ylittää vähintään jakokaapin yläreunaan. Kaapelin kuorintamitta mitoitetaan jakokaapin kaapelinkiinnitysraudan sijainnin perusteella. Kaapeli kuoritaan käyttäen kaapelissa olevaa kuorintanarua.

Kaapelipäätteenä käytetään kyseiselle kaapelille sopivaa kutistemuovista valmistettua nelisormipäätettä. Kaapelin nelisormipääte kutistetaan kaapeliin nestekaasupolttimen avulla. Kaapelipäätteen annetaan jäähtyä ennen kaapelipäätteen kiinnitystä jakokaapin kaapelinkiinnitysrautaan. Tarkemmat kuvalliset työohjeet kaapelipäätteen tekemisestä on esitetty liitteessä 8.

3.4 Kaapeleiden kytkentä

Maakaapelin johtimet mitoitetaan sopivaan mittaan ennen katkaisua. PEN-johdin jätetään vaihejohtimia pidemmäksi ja siihen taivutetaan silmukka. Johtimia kytkettäessä huomioidaan johtimen poikkileikkauksen muoto ennen liittimeen asentamista. Jonovarokeytkimien liittimet kiristetään valmistajan antamien ohjeiden mukaan. Tarkemmat kuvalliset työohjeet kaapeleiden kytkennästä on esitetty liitteessä 9.

3.5 Kaapelijatkokset

Maakaapelijatkoa tehdessä varmistetaan, että kyseessä on oikeanlainen jatkospakkaus kyseisille kaapeleille. Maakaapelijatkoksia tehdessä ympäristö puhdistetaan palavasta materiaalista. Esimerkiksi Enston SJK3C (4) maakaapelijatkos tehdään valmistajan ohjeen mukaan. Kaapelit kuoritaan käyttäen kaapeleissa olevaa kuorintanarua. Kaapelijatkosta tehtäessä on kaapeleiden vaippojen ja eristeiden oltava kuivat ja puhtaat. Ennen kaapeleiden liittämistä kaapelit vaiheistetaan tarvittaessa oikeaan vaihejärjestykseen. Jos sääolot vaativat, työkohde on suojattava. Tarkemmat kuvalliset työohjeet kaapelijatkoksista on esitetty liitteessä 10.

3.6 Maakaapelisekajatkokset

Yleisimmät Oulun Energia Siirto ja Jakelu Oy:n jakeluverkossa tehtävät Pj-maakaapelisekajatkokset ovat

- sekajatkos AXMK-APAKM
- sekajatkos AXMK-PLKVJ.

Maakaapelisekajatkosta tehdessä varmistetaan, että kyseessä on oikeanlainen jatkospakkaus kyseisille kaapeleille. Maakaapelisekajatkoksia tehdessä ympäristö puhdistetaan palavasta materiaalista. Maakaapelisekajatkos tehdään valmistajan ohjeen mukaan. Kaapelijatkostyytit ja ohjeet löytyvät valmistajan sivuilta (5). Ennen kaapeleiden liittämistä kaapelit vaiheistetaan tarvittaessa. Jos sääolot vaativat, työkohde on suojattava. Tarkemmat kuvalliset työohjeet kaapelisekajatkoksista on esitetty liitteessä 11.

4 KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUS

Ennen maakaapeleiden ja jakokaappien käyttöönottoa niille pitää tehdä käyttöönottotarkastus. Myös työn aikana suoritetaan koko ajan aistinvaraista tarkastusta. Tarkastusten avulla varmistetaan sähköasennusten sähköturvallisuus ja että ne ovat vaatimusten mukaisia. Käyttöönottotarkastus sisältää aistinvaraiset tarkastukset ja erilaisia mittauksia. Käyttöönottotarkastuksen tekijän on oltava sähköalan ammattihenkilö. Käyttöönottotarkastuksesta laaditaan käyttöönottotarkastuspöytäkirja. Käyttöönottotarkastuspöytäkirjat löytyvät HeadPower-työnohjausjärjestelmästä (6).

4.1 Tarkastukset

Uudet jakeluverkkoasennukset ja vanhan jakeluverkon laajennukset tarkastetaan ennen käyttöönottoa. Asennukset tarkistetaan aistinvaraisesti ja tehdään tarvittavat mittaukset. Tarkastuksista on tehtävä käyttöönottotarkastuspöytäkirja (7, s.440). Aistinvaraisen tarkastuksen tulee sisältää seuraavat asiat:

- kaapelin asennusalusta ja syvyys
- kaapelin asennus
- kaapelin jatkot ja päätteet
- maadoitusrakenteet
- kaapelin mekaaniset suojat
- kaapelin kosketussuojaus
- kaapelin läpiviennit
- kaapelien kuormitettavuus
- jakokaapin ja kaapeleiden merkinnät
- jakokaapin asennus
- jakokaapin varokeytkimet
- jakokaapin kuormitettavuus
- jonovarokeytkimien liittimet ja liitokset
- jonovarokeytkimien kosketussuojaus
- jakokaapin maadoitukset
- jakokaapin kaapelikiinnitykset

- jakokaapin kaaviot
- jakokaapin lukitukset
- jakokaapin merkkitalko.

Turvallisuus- ja kemikaaliviraston mukaan käyttöönottotarkastuspöytäkirjalle ei ole säädetty tietynlaista määrämuotoa, mutta käyttöönottotarkastuspöytäkirjasta on löydyttävä seuraavat asiat:

- kohteen yksilöintitiedot
- sähkölaitteiston rakentajan ja sähkötöiden johtajan nimi ja yhteystiedot
- selvitys sähkölaitteiston säännösten ja määräystenmukaisuudesta
- sovelletut standardit
- yleiskuvaus käytetyistä tarkastusmenetelmistä
- tarkastusten ja testausten tulokset
- tarkastuksen tekijän allekirjoitus.

Käyttöönottotarkastuspöytäkirjaa ei edellytetä vähäisiksi katsotuista töistä, kuten yksittäisen asennuskalusteen lisäyksestä tai vaihdosta. Käyttöönottotarkastuspöytäkirja on luovutettava tilaajalle. Tarkastustulokset on luovutettava tilaajalle tarvittaessa (8).

4.2 Mittaukset

Ennen maakaapeleiden ja jakokaappien käyttöönottoa niille suoritetaan mittaukset mittauksiin soveltuvilla mittalaitteilla. Mittaukset suoritetaan, jotta saadaan varmuus, että maakaapeliverkko on kunnossa ja suojaukset toimivat kuten pitää. Mittaustulokset merkitään käyttöönottotarkastuspöytäkirjaan niille varattuun osioon. Mittaukset suoritetaan osin jännitteettömänä ja osin jännitteellisenä. Mittaustulosten tulee sisältää seuraavat asiat:

- eristysresistanssit
- suoja-/PEN-johdon jatkuvuus
- jännitteet
- kiertosuunta ja vaiheistus
- liittymisjohtojen oikosulkuvirrat.

4.2.1 Eristysvastusmittaus

Kaikille käyttöön otettaville kaapeleille suoritetaan eristysvastuksen mittaus ennen käyttöönottoa. Eristysvastusmittauksella varmistetaan, että kaapeleiden eristys on kunnossa. Saneerauskohteen asiakkaan liittymisjohtoja mitattaessa on otettava huomioon, että asiakkaan pääkytkimen pitää olla nolla-asennossa, jotta mittaajajännite ei vahingoita asiakkaan laitteistoja. Mittaustulokset merkitään käyttöönottotarkastuspöytäkirjaan niille varattuun osioon. Tarkemmat kuvalliset työohjeet eristysvastus mittauksesta on esitetty liitteessä 12.

4.2.2 Oikosulkuvirtamittaus

Kaikkiin uusiin tai saneerauskohteissa sijaitseviin asiakkaan liittymisjohtoihin suoritetaan oikosulkuvirran mittaus jännitteen kytkemisen jälkeen. Mittauksella varmistetaan, että vikatapauksessa oikosulkuvirta on tarpeeksi suuri, jotta sulakesuojaus tai johdonsuojakatkaisija toimii riittävän nopeasti. Mittaustulokset merkitään käyttöönottotarkastuspöytäkirjaan niille varattuun osioon. Tarkemmat kuvalliset työohjeet oikosulkuvirtamittauksesta on esitetty liitteessä 13.

4.2.3 Mittaukset jakokaapilla

Kaikkiin uusiin jakokaappeihin tai vanhoihin jakokaappeihin, joihin tehdään sähköisiä muutoksia sähköä syöttävien runkokaapeleiden osalta, suoritetaan jännitteiden mittaus ja kiertosuunnan mittaus. Jännite- ja kiertosuuntamittaus tehdään myös uusille liittymisjohdoille. Mittaustulokset merkitään käyttöönottotarkastuspöytäkirjaan niille varattuun osioon. Tarkemmat kuvalliset työohjeet mittauksista jakokaapilla on esitetty liitteessä 14.

5 LOPPUSANAT

Työn tavoitteena oli laatia kuvallinen työohje Oulun Energia Urakointi Oy:lle pienjännitemaakaapeliverkossa tehtävistä yleisimmistä töistä. Työohjeen avulla yhdenäistetään ja systematisoidaan työkäytäntöjä. Työohjetta voidaan käyttää myös uusien työntekijöiden perehdyttämiseen. Työohjeessa käsitellään pienjännitemaakaapeliverkossa tehtävät yleisimmät työt.

Työn ongelmana oli pienjännitemaakaapeliverkossa tehtävien töiden rajaaminen, sillä pienjännitemaakaapeliverkossa tehtävien töiden määrä on erittäin suuri. Työohjeeseen poimittiin yleisimmin pienjännitejakeluverkossa tehtävät maakaapelityöt. Työn tuloksena saatiin riittävän kattava työohje kyseisiin töihin. Asentajilta saadun palautteen mukaan työohje tulee tarpeeseen esim. maakaapelisekajatkosten osalta, joista kaikilla asentajilla ei ole lainkaan kokemusta. Työohje ei kuitenkaan korvaa työhön opastavaa asentajaa, vaan on apuna uusien työntekijöiden perehdytyksessä.

Työssä annetut tavoitteet saavutettiin kattavasti. Työssä siirretään niin sanottua ”hiljaista tietoa”, jota ei opita koulussa, vaan ainoastaan tekemällä kyseisiä töitä. Työohjeen tekemistä helpotti työn tekijän 15 vuoden työkokemus kyseisistä töistä. Työohjeen tekemiseen hyödynnettiin myös toisten sähkölaitosasentajien pitkäaikaista työkokemusta.

LÄHTEET

1. SFS 6000-8.801:2017. Pienjännitesähköasennukset. Osa 8-801: Täydentävät vaatimukset. Jakeluverkot.
2. SFS6000-8.814:2017. Pienjännitesähköasennukset. Osa 8-814: Täydentävät vaatimukset. Kaapelien asentaminen maahan tai veteen.
3. Sähkömarkkinalaki 588/2013. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130588#Pidp446696544>. Hakupäivä 26.02.2020
4. Ensto. Saatavissa: <https://www.ensto.com/fi/haku/?query=SBO4.2>. Hakupäivä 26.02.2020
5. Ensto. Saatavissa: <https://selecto.ensto.com/selecto.aspx?lang=fi&country=fi> Hakupäivä 26.02.2020
6. HeadPower. Saatavissa: <https://headpower.fi/> Hakupäivä 04.04.2020
7. SFS6000-6:2017. Pienjännitesähköasennukset. Osa 6: Tarkastukset.
8. Tukes. Sähköasennusten käyttöönottovaiheen tarkastukset. Käyttöönottotarkastus. Saatavissa: <https://tukes.fi/sahko/sahkoasennusten-kayttoonottovaiheen-tarkastukset> Hakupäivä 06.04.2020

LIITTEET

Liite 1 Jakokaapin kokoamisohje (Luottamuksellinen)

Liite 2 Jonovarokeytkimien asentaminen (Luottamuksellinen)

Liite 3 PEN-liittimien asentaminen (Luottamuksellinen)

Liite 4 Jakokaapin merkinnät (Luottamuksellinen)

Liite 5 Jakokaapin asennus (Luottamuksellinen)

Liite 6 Pj-maadoitukset (Luottamuksellinen)

Liite 7 Kaapelien suojaus (Luottamuksellinen)

Liite 8 Kaapelipäätteet (Luottamuksellinen)

Liite 9 Kaapeleiden kytkentä (Luottamuksellinen)

Liite 10 Kaapelijatkokset (Luottamuksellinen)

Liite 11 Maakaapelisekajatkokset (Luottamuksellinen)

Liite 12 Eristysvastusmittaus (Luottamuksellinen)

Liite 13 Oikosulkuvirtamittaus (Luottamuksellinen)

Liite 14 Mittaukset jakokaapilla (Luottamuksellinen)