



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

SÄHKÖNJAKELUVERKON DOKUMENTOINTIPROSES- SIN KEHITTÄMINEN

Opinnäytetyö

TEKIJÄ:

Alexi Ruuskanen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Tutkinto-ohjelma Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma			
Työn tekijä Aleksi Ruuskanen			
Työn nimi Sähköjaketuverkon dokumentointiprosessin kehittäminen			
Päiväys	12.5.2021	Sivumäärä/Liitteet	46/3
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Voimatel Oy			
Tiivistelmä Opinnäytetyön aiheena on tarkastella sähköjaketuverkon pien- ja keskijänniteverkon dokumentointiprosessia. Työn tarkoituksena on pohtia, kuinka dokumentointiprosessia voidaan kehittää. Työ aloitettiin perehtymällä Voimatelin dokumentointiprosessiin. Prosessi oli jo tuttu aiempien työtehtävien ansiosta. Työssä pohjustettiin dokumentointiprosessia käymällä ensin läpi Suomen sähköjaketuverkon rakenne, dokumentoinnin työvälineitä, verkkotietojärjestelmiä ja dokumentoitavia komponentteja. Sen jälkeen käytiin läpi dokumentointiprosessin vaiheet kokonaisuudessaan sekä havaitut kehityskohteet Voimatelin dokumentointiprosessissa. Työssä tehdyn kyselyn perusteella dokumentointiprosessin suurimmiksi ongelmiksi havaittiin punakynäkarttojen tietojen puutteellisuus, kuvadokumentaation heikko laatu, laitteiston ja verkkotietojärjestelmien toimivuusongelmat. Lopuksi laadittiin dokumentointitoimintaohje ja tarkistuslistat GPS-mittauksista, kuvadokumentaatiosta ja dokumentoinnista verkkotietojärjestelmiin. Ohjeistuksissa hyödynnettiin henkilöstökyselyssä havaittuja kehityskohtia. Työn tuloksena laadittiin dokumentointitoimintaohje ja tarkistuslistat Voimatel Oy:n dokumentointiprosessin käyttöön. Lisäksi pohdittiin ratkaisuja henkilöstökyselyssä havaittuihin ongelmiin. Tulevaisuudessa olisi hyödyllistä kehittää sähköinen järjestelmä punakynäkarttojen prosessoinnille. Punakynäkarttojen sähköistämisen sujuvoittaisi tietojen siirtymistä eri osapuolien välillä. Lisäksi dokumentointiin liittyvien ohjelmistojen ja yksittäisten laiteohjeiden päivittäminen helpottaisi dokumentoinnin suorittamista. Aliurakoitsijoiden ja muiden työntekijöiden perehdyttämisen lisääminen saattaisi myös ratkaista kuvadokumentoinnin, punakynäkarttojen ja muiden osa-alueiden havaittuja ongelmia dokumentointiprosessissa.			
Avainsanat Sähköjaketuverkko, dokumentointiprosessi, verkkotietojärjestelmät			

Field of Study Technology, Communication and Transport	
Degree Programme Degree Programme in Electrical and Automation Engineering	
Author Aleksi Ruuskanen	
Title of Thesis Development of Documentation of Electric Distribution Network	
Date 12 May 2021	Pages/Appendices 46/3
Client Organisation /Partners Voimatel Oy	
<p>Abstract</p> <p>The subject of this thesis is the documentation of an electric distribution network. It focuses to documentation on a low and medium voltage network. The thesis also includes considerations about the development of the process.</p> <p>The work began by getting acquainted with Voimatel`s documentation process. The process was already familiar because of previous work assignments. At first the structure of the Finnish electric distribution network, documentation tools, network information systems and components to be documented were studied. After that, the work focused on the stages of the documentation process and the noticed development targets from the staff survey were reviewed. Major problems in the documentation process were the lack of data in red pencil maps, the poor quality of image documentation and operating problems with the hardware together with network information systems. Finally, documentation instructions and checklists for GPS measurements, image documentation and documentation of network information systems were made based on the development targets.</p> <p>As a result of the thesis, documentation instructions and checklists were done for Voimatel Oy. Also, solutions to the problems that were identified in the staff survey was considered. In the future it would be useful to develop an electronical system for processing red pen maps. Electrification of the red pen maps would smoothen the data transfer between different sides. Development of documentation related software and individual device manuals would facilitate documentation. Increasing introduction for subcontractors and other employees could also solve the problems identified in image documentation, red pencil maps and other areas of the documentation process.</p>	
<p>Keywords</p> <p>Electric distribution network, documentation process, network information systems</p>	

ESIPUHE

Opinnäytetyön tilaajana toimi Voimatel Oy. Ohjaajina Voimatel Oy:ltä olivat suunnittelupäällikkö Joni Torvinen sekä liiketoimintapäällikkö Sami Kervinen. Savonian puolelta ohjaajana toimi yliopettaja Juhani Rouvali. Haluan kiittää jokaista ohjaajaa työn ohjauksesta ja saaduista vinkeistä.

Idean opinnäytetyön aiheeseen liittyen sain jo talvella 2020 työskennellessäni dokumentoijana. Syksyllä 2020 sainkin mahdollisuuden tehdä opinnäytetyön dokumentointiprosessiin liittyen. Aihe oli ollut jo pitkään mielessä ja ehdotinkin sitä Voimatelin ohjaajille, jotka kokivat aiheen tarpeelliseksi.

Opinnäytetyötä tehdessä minua motivoivat pääasiassa siitä saatava oppi tulevaisuuden työelämää ajatellen sekä tutkintoon valmistuminen. Opinnäytetyön teko oli pitkä ja vaativa prosessi, siten se kehitti kykyäni etsiä tietoa ja yhdistää sitä olemassa olevaan osaamiseeni. Prosessi vei minua eteenpäin myös henkisesti, joten uskon, että tulevaisuudessa pystyn valmistautumaan paremmin pitkiin prosesseihin myös työelämän puolella.

Kuopiossa 12.5.2021

Aleksi Ruuskanen

SISÄLTÖ

LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT.....	7
1 JOHDANTO.....	8
2 VOIMATEL OY.....	9
3 SÄHKÖNJAKELUJÄRJESTELMÄ.....	10
3.1 Jakeluverkon rakenne.....	10
3.1.1 Sähköasemat.....	10
3.1.2 Alue- ja keskijänniteverkot.....	10
3.1.3 Jakelumuuntamot.....	11
3.1.4 Pienjänniteverkot.....	12
4 DOKUMENTOINNIN TYÖVÄLINEET JA VERKKOTIETOJÄRJESTELMÄT.....	13
4.1 Laitteisto GPS-mittauksissa.....	13
4.2 Kaapelinhakulaitteet.....	13
4.3 Trimble Terrasync.....	13
4.4 Trimble GPS Pathfinder Office.....	15
4.5 Trimble NIS.....	15
4.6 PGField.....	15
4.7 Headpower.....	16
5 DOKUMENTOITAVAT KOMPONENTIT JA TIEDOT.....	17
5.1 Kaapelireitti.....	17
5.2 KJ- ja PJ-ilmajohdot.....	17
5.3 KJ- ja PJ-maakaapeli.....	17
5.4 Pylväät (KJ tai PJ).....	17
5.5 Erotin.....	18
5.6 Muuntamo.....	18
5.7 Jakelumuuntaja.....	18
5.8 Maadoitusmittauspiste.....	19
5.9 Jako- ja haaroituskaappi.....	19
5.10 PJ-kytkin.....	19
5.11 Lähtö.....	19
5.12 Jakorajat.....	19
5.13 Pylväskatkaisija omakäyttömuuntajalla (muuntamo) ja sähköasemalla.....	19

6	JAKELUVERKON DOKUMENTOINTIPROSESSIN VAIHEET URAKOINTIYHTIÖSSÄ.....	20
6.1	Dokumentointiprosessi	20
6.2	GPS-mittaukset.....	21
6.2.1	Punakynäkartat ja maastomerkit	21
6.3	Kuvadokumentaatio	22
6.3.1	Kuvadokumentaatio muuntamosta	23
6.3.2	Kuvadokumentaatio jakokaapista	29
6.4	Dokumentointi verkkotietojärjestelmään.....	33
6.4.1	Sijaintitietojen dokumentointi.....	33
6.4.2	Muuntamon dokumentointi	35
6.4.3	Jakokaapin dokumentointi	37
7	DOKUMENTOINTIOHJEET	40
7.1	Dokumentointiohje.....	40
7.2	Tarkistuslistat	40
7.2.1	Tarkistuslista GPS-mittauksista.....	40
7.2.2	Tarkistuslista kuvadokumentaatiosta	40
7.2.3	Tarkistuslista dokumentoinnista verkkotietojärjestelmään	40
8	YHTEENVETO.....	41
9	LÄHDELUETTELO.....	42
	LIITE 1: SEURANTALISTA GPS-MITTAUKSISTA	43
	LIITE 2: SEURANTALISTA KUVADOKUMENTAATIOSTA	44
	LIITE 3: SEURANTALISTA DOKUMENTOINNISTA VERKKOTIETOJÄRJESTELMÄÄN	45

LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT

KJ - Keskijännite

PJ - Pienjännite

kV - Kilovoltti

GPS – Satelliittipaikannusjärjestelmä - Global Positioning System

DGPS - Differentiaalinen GPS-paikannus - Differential Global Positioning System

GNSS - Satelliittipaikannus - Global Navigation Satellite System

GIS - Paikkatietojärjestelmä - Geographic Information System

XML-tiedosto - PGField-tiedostotyyppi

MTI-tiedosto - GPS Pathfinder sovelluksen tiedostotyyppi

AMKA - Riippukierreilmajohto

AXMK - Alumiinivoimakaapeli

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää sähköjakeluverkon dokumentointiprosessia. Työ on rajattu koskemaan Suomen jakeluverkon pien- ja keskijänniteverkkoja. Työn teoriaosassa käytiin läpi Suomen jakeluverkon rakenne, dokumentoinnin työvälineet, verkkotietojärjestelmät ja jakeluverkon komponentit, jotka ovat tärkeitä dokumentoinnin kannalta. Sen jälkeen käytiin läpi dokumentointiprosessi kokonaisuudessaan ja pohdittiin, kuinka sitä voitaisiin kehittää. Lopuksi laadittiin Voimatel Oy:lle dokumentointitoimintaohje ja tarkistuslistoja, jotka toimivat apuna dokumentoinnin tekijöille. Ohjeissa ja listoissa hyödynnettiin henkilöstökyselyssä havaittuja kehityskohteita.

Dokumentointi on oleellinen osa sähköjakeluverkon rakentamista. Se koostuu kolmesta suuremmasta vaiheesta, joita ovat mittaukset maastossa, kuvadokumentaatio ja dokumentointi verkkotietojärjestelmään. Urakoitsija toteuttaa dokumentoinnin aina tilaajan ohjeiden mukaan sillä verkkoyhtiöillä on erilaisia vaatimuksia. Dokumentoinnin tarkoituksena on saada sähköverkko verkkotietojärjestelmään vastaamaan maastossa olevaa verkkoa. Kun se on dokumentoitu tarkasti järjestelmiin, verkkoyhtiöt pystyvät hallitsemaan verkkoa paremmin.

Dokumentointiprosessi on aiheena ajankohtainen, sillä dokumentointi lisääntyy alalla jatkuvasti. Verkkoyhtiöt pyrkivät dokumentoimaan tulevaisuudessa tietoja yhä tarkemmin. Näin ollen urakoitsijoiden on pysyttävä kehityksessä mukana, kehittämällä yhä selkeämpiä ja tehokkaampia ohjeistuksia työntekijöilleen. Uskon että opinnäytetyöni tulokset auttavat Voimatel Oy:tä pysymään kehityksen mukana.

2 VOIMATEL OY

Voimatel Oy on suomalainen sähkö- ja tietoliikenneverkkojen parissa toimiva yritys, joka on perustettu vuonna 2001. Päätoimipaikka yrityksellä sijaitsee Kuopion Toivalassa. Suomen lisäksi Voimatel Oy operoi myös Virossa ja työllistää noin 900 työntekijää. BofTel, joka toimii Virossa, on Voimatel Oy:n tytäryhtiö. Espoossa toimiva OptiWatti on toinen yrityksen tytäryhtiöistä. Liikevaihtoa yrityksellä oli vuonna 2019 113,5 miljoonaa euroa.

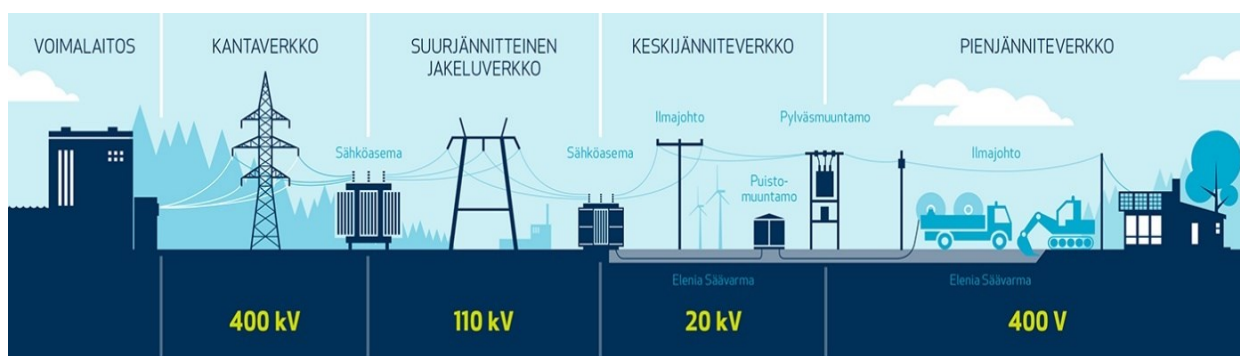
Voimatel Oy suunnittelee, rakentaa, ylläpitää ja operoi tieto- ja sähköverkoja. Yritys tarjoaa palveluita erilaisilla osa-alueilla, joita ovat tietoverkko-, jakeluverkko-, energia-, siirtoverkko-, sähkö- asema- ja teollisuuspalvelut sekä managed services.

Yrityksen tavoitteina on mahdollistaa hiilineutraali liiketoiminta kannattavasti ja vaivattomasti niin teollisuuskiinteistöissä kuin kotitalouksissakin. Voimatel Oy pyrkii luomaan kestäviä ratkaisuja luontoa kuormittamatta haastaviinkin olosuhteisiin. Yritys pyrkii myös kehittymään yhteiskunnan mukana ja vastaamaan asiakkaidensa uusiin tarpeisiin. (Voimatel Oy)

3 SÄHKÖNJAKELUJÄRJESTELMÄ

3.1 Jakeluverkon rakenne

Sähkönjakeluverkon tarkoituksena on siirtää siirtoverkosta tuotu sähkö asiakkaalle. Verkon osia ovat alueverkko (110 kV ja 45 kV), sähköasemat 110/20 kV, keskijänniteverkko (20 kV), jakelumuuntamot sekä pienjänniteverkko (0,4 kV). Verkkoon kuuluu noin 800 sähköasemaa, 150 000 km keskijännitekaapelia, 100 000 jakelumuuntamoaa sekä 200 000 km pienjännitekaapelia. Yleensä 110 kV sekä 20 kV ilmajohtot ovat avojohtoja. Pienjänniteverkoissa käytetään yleensä ilmajohtona AMKA-tyyppin ilmaaapelia ja maakaapelina esimerkiksi AXMK-tyyppin kaapelia. Kaupunki- ja taajamaverkot ovat suurimmaksi osaksi maakaapeliverkkoa. (Lakervi;ym., 2009)



KUVA 1. Sähköverkon rakenne Suomessa. (Elenia, 08.12.2017)

3.1.1 Sähköasemat

Sähkönjakeluverkon yhtenä tärkeimpänä yksittäisenä osana ovat sähköasemat. Asemien tarkoituksena on syöttää keskijänniteverkkoa, muuttamalla suurempi, useimmiten 110 kV jännite 20 kV:ksi. Asemien sijainti ja koko määrittävät suurilta osin keskijänniteverkon rakennetta, muun muassa sen runkojohtojen pituudet, mitoitukset ja varayhteydet ovat niistä riippuvaisia. Sähköasema sisältää yleensä suurjännitekytkinlaitoksen, yhden tai useamman päämuuntajan, keskijännitekytkinlaitoksen sekä apujännitejärjestelmän käytöntukitoimintoineen. Asemalla sijaitsee myös pääosa verkon suoja-releistyksestä ja muusta automaatiosta. (Lakervi;ym., 2009)

3.1.2 Alue- ja keskijänniteverkot

Alueverkko muodostuu 110 kV johdoista, jotka eivät kuulu kantaverkkoon. Verkkoa pidetään siten kantaverkon ja jakeluverkon välimuotona. Alueverkon järjestely riippuu siitä omistaako alueverkon jakeluverkonhaltija, teollisuusyritys, puhdas alueverkkoyhtiö vai kantaverkkoyhtiö. Niin alue- kuin keskijänniteverkkojen kehittämiseksi tyypillistä on pitkä aikajänne, ja että investoinnit ovat voimakkaasti riippuvaisia toisistaan. Verkostojen kehitys on jatkuvaa, eivätkä verkostot ole koskaan valmiita. (Bastman, 2011)

Keskijänniteverkko on oleellinen osa toimivaa jakelujärjestelmää, yhdessä 110 kV johtojen ja sähköasemien kanssa. Yleisin jännitetaso keskijänniteverkolla on Suomessa 20 kV ja joissakin kaupun-

geissa on käytössä myös 10 kV:n verkkoa. Verkko on joko maasta erotettu tai sammutettu sammutuskuristimen kautta. Verkko on rakennettu suurilta osin silmukkaverkoksi, mutta sitä käytetään säteittäisenä kuten pienjänniteverkkoa. (Lakervi;ym., 2009)

3.1.3 Jakelumuuntamot

Jakelumuuntamoiden tarkoituksena on muuntaa suurempi 20 kV keskijännite pienjännitteeksi 0,4 kV:iin. Ne syöttävät Suomessa pienjänniteverkkoa. Muuntamon rakenne sisältää yleensä keskijännitekiskoston, yhden tai useamman jakelumuuntajan, pienjännitelähtöjä sekä mahdollisesti apujännitejärjestelmän. Muuntamolla toteutetaan pienjänniteverkon vikavirta- ja ylikuormitussuojaus. Pylväsmuuntamon tapauksessa keskijännitekiskostosta ei voida suoranaisesti puhua, vaan keskijännitejohto kytkeytyy siinä yleensä erottimen kautta muuntajan ensiöliittimiin. (Lakervi;ym., 2009)



KUVA 2. Alfen Elkamo 20/0,4 kV puistomuuntamo. (Alfen Elkamo, ei pvm.)



KUVA 3. 20/0,4kV pylväsmuuntamo. (Elenia, 8.12.2017)

3.1.4 Pienjänniteverkot

Pienjänniteverkot ovat Suomessa 0,4 kV verkkoja. Niitä syöttävät jakelumuuntamot, joissa jännite muutetaan keskijännitteestä 400 volttiin jaettavaksi kotitalouksille. Verkkoja käytetään säteittäisinä, joka mahdollistaa sen, että verkossa on vain yksi syöttöpiste. Pien- ja keskijänniteverkot ovat suojaus- ja mitoitusperiaatteiltaan jokseenkin samankaltaisia. Kuormitusta pienjänniteverkoissa aiheuttavat kulutuslaitteet. Kuormitukset vaihtelevat alueittain sillä esimerkiksi kaupungissa tehotiheys voi olla MW/km², kun taas haja-asutusalueilla se voi olla kymmeniä kilowatteja. Pienjänniteverkossa suojuksille on oltava tarkat ohjeet, sillä suurin osa eli noin 60 % sähköiskutapaturmista sattuu kuluttajille. (Lakervi;ym., 2009)

4 DOKUMENTOINNIN TYÖVÄLINEET JA VERKKOTIETOJÄRJESTELMÄT

4.1 Laitteisto GPS-mittauksissa

Sähköjakeluverkon dokumentoinnin maastotyössä tarvittavia työvälineitä ovat Trimblen tai jonkin muun valmistajan GPS-laitteisto (kuva 4) ja kaapelinhakulaite lähettimen kanssa (kuva 5). GPS-laitteistolla kerätään tarvittavat sijaintipisteet maastosta GNSS-satelliittipaikannuksen avulla. Kaapelinhakulaitetta käytetään maakaapelien paikantamiseen. Sillä pystytään etsimään erilaiset kaapelityypit tehokkaasti monipuolisilla menetelmillä (Geos Oy). Lisäksi maastossa on oltava mukana tietokone tai muu mobiililaitte, jolla voidaan tarkastella dokumentoitavaa suunnitelmaa verkkotietojärjestelmästä.

4.2 Kaapelinhakulaitteet

Kaapelinhakulaitetta käytetään yhdessä lähettimen kanssa. Laitetta hyödynnetään erilaisten maakaapelien paikantamiseen maanalta. Niillä pystytään havaitsemaan sekä virrattomat että virralliset kaapelit. Lisäksi niillä pystytään paikantamaan muovi- betoni- ja metalliputket. Laitteita on paljon erilaisilla ja tasoisilla ominaisuuksilla. Kaapelitutkassa on yleensä näyttö, josta voidaan nähdä kaapelin sijainti. Lisäksi kaapeli kuullaan voimistuvan äänisignaalin avulla. Monesti laitteissa on myös kaapelin syvyysmittaustoiminto. (Geos Oy)

Lähetintä voidaan käyttää laittamalla kaapelin ympärille lähetinpihdit tai asentamalla pihdit suoraan kaapelin alumiiniosaan, kaapelin ollessa virraton. Lisäksi on olemassa laitteita, joissa on langaton ominaisuus, eli lähetin voidaan asettaa paikannettavan kaapelin päälle, jolloin pihtejä ei tarvita. (Geos Oy)

4.3 Trimble Terrasync

Trimble Terrasync on paikkatieto-ohjelmisto, jota käytetään Trimblen GPS- ja GNSS-vastaanottimien kuten Trimble Geo7X -laitteen kanssa. Ohjelmalla onnistuu sijaintitietojen keruu ja ylläpito tehokkaasti, koska tietoja pystytään keräämään jopa yhdellä napin paikannuksella. Ohjelman käyttöliittymää pystytään muokkaamaan sopivaksi, mikä sujuvoittaa sijaintitietojen keräystä. Ohjelmistossa on myös useita muita toimintoja, jotka säästävät aikaa, näitä ovat muun muassa päivämäärä- ja aikakenttien automaattinen täyttö ja ennalta luodut pudotusvalikot. Lisäksi Terrasyncillä pystytään hyödyntämään taustakarttoja eli esimerkiksi ilmakuvia tai rasterikarttoja. (Geotrim Oy)



KUVA 4. Trimble Geo7X – GPS ja antenni. (GPS-boutique, ei pvm.)



KUVA 5. RD7100PL-kaapelinhakulaite. (Sähkönumerot, ei pvm.)

4.4 Trimble GPS Pathfinder Office

Trimble GPS Pathfinder Office ohjelmistolla kyetään hallitsemaan, jälkilaskemaan ja ylläpitämään Terrasyncillä kerättyä tietoa. Sen avulla pystytään esimerkiksi käsittelemään Trimblen GPS:llä kerätyt sijaintitiedot sopiviksi verkkotietojärjestelmää varten. Ohjelmistolla on laajat ominaisuudet, joita ovat muun muassa tietojen tuonti ja vienti eri GIS- ja CAD-formaateissa, laatu- ja GNSS-tiedostoille ennen kuin ne viedään GIS-ympäristöön, ominaisuuskirjasto sekä jälkikäsitteilytuki GLONASS-laitteilla kerätyille tiedolle. Jälkikäsitteilyn työkaluihin kuuluu myös Trimblen differentiaalikorjausteknologia. Ominaisuuksien avulla ohjelmisto kykenee tuottamaan johdonmukaista ja tarkkaa tietoa, joka on erittäin tärkeää dokumentoinnin kannalta. (Geotrim Oy)

4.5 Trimble NIS

Trimble NIS on verkkotietojärjestelmä, joka on tarkoitettu pääosin eri sähköverkon toimijoiden kuten verkkoyhtiöiden ja urakoitsijoiden käyttöön. Se koostuu älykkästä verkkomallista ja siihen integroiduista paikkatietotoiminnallisuuksista. Lisäksi siinä on sisäänrakennettuja ominaisuuksia kuten verkkotopologia ja tuki kohteiden elinkaarelle. Järjestelmällä on mahdollista toteuttaa verkostolasentaa, verkon suunnittelua, omaisuudenhallintaa, verkkoinvestointien hallintaa ja kunnossapitoa. Hyötyjä ohjelmalla on monia, joita ovat esimerkiksi tehokas urakoitsijoiden pääsy järjestelmään, tuki päätöksentekoon ja suunnitteluun sekä verkon hallinnan tehostuminen. Yhdessä järjestelmässä pystytään siis pitämään verkkotiedot tallessa luotettavasti ja helposti jopa koko verkon elinkaaren ajan. (Trimble Oy)

4.6 PGField

PGField on Tieto Oy:n luoma verkkotietosovellus, jota käyttävät Suomessa pääosin kolme eri verkkoyhtiötä. Sovellusta käyttävät verkkoyhtiöt ovat Savon Voima Verkko (SVV), Järvi-Suomen Energia (JSE) ja Pohjois-Karjalan Sähkö (PKS). PGField on käyttökarttasovellus, joka on luotu verkkoyhtiöiden ja urakoitsijoiden käyttöön. Ohjelmaa käytetään rakennuttamisen, maastosuunnittelun, dokumentoinnin, kunnonhallinnan ja häiriönselvityksen työkaluna. (Mercek, 2014), (Jumppanen, 2014)

PGField mahdollistaa vanhojen paperikarttojen korvaamisen sähköisillä kartoilla, joita voidaan tarkastella esimerkiksi mobiililaitteilla. Koska karttatiedot ovat sähköisessä muodossa, ovat kartta- ja verkkotiedot välittömästi ajan tasalla. Ohjelmaa voidaan toisaalta käyttää myös ilman verkkoyhteyttä, jolloin tehdyt muutokset päivittyvät järjestelmään verkkoyhteyden palatessa. (Jumppanen, 2014)

PGFieldin avulla voidaan hakea ja esittää tietoa tehtävistä sekä liikkua kartoilla. Muita toimintoja on esimerkiksi verkon väritystoiminto, jonka avulla voidaan esittää haluttuja kokonaisuuksia selkeämmin. Kaavioita voidaan myös kytkeä toisiinsa. Kytkeä ominaisuuden avulla voidaan tarkastella, mihin verkon komponenttiin mikäkin lähtö kiinnittyy. (Jumppanen, 2014)

PGFieldiin voidaan kytkeä GPS-laite, jolloin paikantaminen parantuu. Paikkatietoihin saadaan lisättyä informaatiota ja tiedot saadaan jaettua eteenpäin palvelimelle ja lopulta käyttäjälle jatkokäsittelyä varten. Informaation jakaminen tehostaa erityisesti häiriöhoitoa. PGFieldin avulla voidaan tarkastella maastossa työskentelevien ryhmien sijaintitietoja, jolloin työturvallisuus paranee ja häiriöhoidossa resurssien hallinta helpottuu. Koska PGFieldillä on yhteys tehtävienhallintajärjestelmään, saadaan tehtävien paikallistaminen ja kohdistaminen helpottumaan. Lisäksi PGField mahdollistaa tehtävien hakemisen työryhmän ja paikkatietojen mukaan. Järjestelmään voidaan myös päivittää tehtävien tilatiedot. (Jumppanen, 2014)

4.7 Headpower

Headpower Oy on suomalaisten pilvipalveluiden toimittaja infraverkkoyhtiöille. Heidän tuotteensa helpottavat verkostotöihin osallistuvien työntekijöiden työskentelyä. Headpower-portaalia käytetään myös hyväksi dokumentointiprosessissa, koska sitä voidaan hyödyntää dokumentoidun tiedon siirrossa verkkoyhtiön ja urakoitsijoiden välillä. (Headpower Oy)

Headpowerilla on tuotteita toiminnanohjaukseen, toiminnan laatuun, rakentamiseen, kunnossapitoon ja koulutukseen. Toiminnanohjauksesta yksi tärkeimmistä työkaluista on Headpowerin työnohjaus, jota käytetään muun muassa verkkoyhtiöiden ja urakoitsijoiden väliseen tiedonsiirtoon sekä töiden tilaamiseen ja seurantaan. Toiminnan laatuun liittyen on erilaisia ohjeistoja, muun muassa työturvallisuudesta ja jännitetöistä. Rakentamiseen liittyen on vakiorakenneohjeistot, materiaalisuosituksset, määräluettelot ja digipöytäkirjat. Kunnonhallintaan liittyen Headpowerilla on tarjolla kunnonhallintaohjeistot ja ratkaisuja sähköasemien tehokkaaseen kunnossapitoon. (Headpower Oy)

5 DOKUMENTOITAVAT KOMPONENTIT JA TIEDOT

5.1 Kaapelireitti

Sekä KJ- ja PJ-reiteille dokumentoidaan reittityypiksi joko ilmareitti, maakaapelireitti tai vesistöreitti. Sijaintitarkkuudeksi reitille valitaan DGPS. Reitin poikkileikkaus on merkittävä PGFieldiin karttateks-
tinä. (Savon Voima Verkko Oy)

5.2 KJ- ja PJ-ilmajohdot

KJ- ja PJ-ilmajohdoille dokumentoidaan johtolaaduksi oikea ilmajohtotyyppi. KJ-ilmajohtolaatuja ovat esimerkiksi SPARROW 40 ja RAVEN 70. PJ-ilmajohtoja ovat esimerkiksi AMKA 35 tai AMKA 70. Omistajiksi ilmajohdoille dokumentoidaan joko verkkoyhtiö tai asiakas. Rinnakkaisten johtojen lukumäärä on merkittävä ylös, esimerkiksi 2 tai 3. KJ- ja PJ-ilmajohtomuutokset eli kaapelijatkokset ja päätteet on merkittävä katalogityypillä KJ- tai PJ-ilmajohtomuutos. (Savon Voima Verkko Oy)

KJ-ilmajohdoille dokumentoidaan lintupallot ja lintulaput, jotka merkitään PGFieldiin tekstitietona: montako palloa/lappua on pylväsvälillä. PJ-ilmajohdoille dokumentoidaan välivarokkeet PJ-kytkimen ohjeen mukaisesti sekä merkitään, onko ilmajohto liittymisjohto. (Savon Voima Verkko Oy)

5.3 KJ- ja PJ-maakaapeli

KJ- ja PJ-maakaapeleille dokumentoidaan johtolaaduksi oikeat tyypit. KJ-maakaapeleita ovat esimerkiksi AHX-W95- tai AHX-W300-kaapeli ja PJ-maakaapeleita ovat AX95 tai AMC95. Jos kaapeli asennetaan veteen, on valittava "_V" loppuinen katalogi. Kaapeleille dokumentoidaan käyttöönottopäivämäärät, paitsi jos kaapeli on varalla. Sekä KJ- että PJ-kaapeleille dokumentoidaan mitattu pituus sijaintitiedon ja kaapelointien määrälaskennan perusteella. Omistajaksi kaapeleille merkitään verkkoyhtiö tai asiakas. Rinnakkaiset kaapelit dokumentoidaan erikseen samalle reitille, vanhalle reitille ei saa dokumentoida uusia kaapeleita. (Savon Voima Verkko Oy)

KJ- ja PJ-kaapelijatkokset- ja päätteet dokumentoidaan katalogityypinä esim. KJ-kaapelijatkokset tai PJ-kaapelijatkokset. KJ-kaapelipäätteet digitoidaan johtoon tai kiskoon, katalogityypiksi kojeistopääte (kaavioissa) tai pylväspääte (KJ-kaapelin kytkeytyessä ilmajohtoon), päätetyypiksi sisä- tai ulkopääte. PJ-päätteille dokumentoidaan esimerkiksi seinäkotelot tai PJ-kaapelipäätteet katalogista. KJ-kaapelien ylijännitesuojille dokumentoidaan katalogityyppi sekä valmistusvuosi tai asennusvuosi. Lisäksi dokumentoidaan, että onko PJ-kaapeli liittymisjohto. (Savon Voima Verkko Oy)

5.4 Pylväät (KJ tai PJ)

KJ- ja PJ-pylväille dokumentoidaan pituus, luokka, rakenteet, lukumäärä (yhdessä rakenteessa), kylästysvuosi, kylästysaine, käyttöönottopäivämäärä, sijaintitarkkuus, tuennan tyyppi ja harukset. Tukipylväille dokumentoidaan ainoastaan pituus, luokka, kylästysvuosi- ja aine. Lisäksi dokumentoidaan yhteiskäytöt, maadoitukset ja maadoitusmittauspiste. (Savon Voima Verkko Oy)

Yleisimmät pylväspituudet ovat 7–14 metriä ja luokat 1–4. Yleensä pituus ja luokka merkitään samaan lukuun eli esimerkiksi 211, jossa luokka on 2 ja 11 pituus (m). Pylväille dokumentoidaan sekä pylvään- ja latvanrakenne. Pylväsrakenteita ovat esimerkiksi 1-pylväs ja A-pylväs. Latvarakenteita voidaan dokumentoida 1–3 kappaletta ja niitä ovat esimerkiksi G11 ja G21 rakenteet. G11 on taso-orsirakenne ja G21 on kulmaorsirakenne. Pylväille dokumentoidaan kyllästysaine ja -vuosi. Yleisin käytetty kyllästysaine on CCB-kuparikylläste. Pylväillä oleville haruksille dokumentoidaan tyyppi ja ankkurointi. Sijaintitarkkuudeksi dokumentoidaan GPS tai DGPS, joista yleisemmin käytetty on DGPS. Sijaintiympäristöksi voidaan vaihtoehtoista valita tien laita, pelto tai metsä. (Savon Voima Verkko Oy)

5.5 Erotin

Eroittimille dokumentoidaan tunnus ja osoite, kytkentätila, luokka, ohjaustapa (käsini/kauko-ohjaus) ja katalogityyppi. Lisäksi käyttöönottopäivämäärä ja KJ-sulake, jos kyseessä on muuntajaerotin. Varalla olevalla lähdöllä erotin merkitään auki-asentoon. JT-katkopaikat dokumentoidaan erottimen ohjeiden mukaisesti.

5.6 Muuntamo

Muuntamot dokumentoidaan tunnuksen mukaan. Muuntamolle dokumentoidaan perustiedoiksi rakenne, muuntamotyyppi, valmistaja, käyttöönottopäivämäärä, omistaja, sijaintitarkkuus, maadoituspallo, maadoitusmittaus, öljyastia ja lisätiedot. Käyttöönottopäivämäärä dokumentoidaan muuntamon käyttöönoton mukaan ja omistajaksi dokumentoidaan yleensä verkkoyhtiö. Sijaintitarkkuudeksi merkitään yleensä DGPS ja maadoituspallo joko kyllä tai ei. Maadoitusmittaus dokumentoidaan maadoitusmittauspisteen ohjeiden mukaisesti. (Savon Voima Verkko Oy)

Muuntamon kaavioon dokumentoidaan erottimet, maadoituspallo, katkaisijat, ylijännitesuojat, pj-kytkimet, pj-pääkytkin, lähdöt ja jakokaappi, jos muuntamolla on sellainen. Muuntamolla sijaitseville ylijännitesuojille dokumentoidaan katalogityyppi ja valmistusvuosi (=asennusvuosi). Lisäksi dokumentoidaan kompensointi eli esimerkiksi maasulkuvirran kompensointikuristin tai kondensaattori. Erotin dokumentoidaan erotinohjeen mukaan. Maadoituspallo dokumentoidaan geneerisenä kohteena.

Muuntamon katkaisijoille dokumentoidaan kaavioon katalogityyppi, katkaisijan tyyppi, käyttöönottopäivämäärä, asetteluarvot, tunnus ja ohjaustapa. Ylijännitesuojille dokumentoidaan katalogityyppi ja valmistusvuosi. PJ-pääkytkimelle dokumentoidaan tyyppi, rakenne ja varokealusta (nimellisvirran mukaan, esim. 400A). PJ-kytkimet ja lähdöt dokumentoidaan niiden ohjeen mukaan. Jakokaappi lisätään jakokeskuksena kaavioon, ja jos kaappi on pylväsmuuntamossa, dokumentoidaan kaappi PJ-keskuksena ”alakaappi”. (Savon Voima Verkko Oy)

5.7 Jakelumuuntaja

Jakelumuuntajille dokumentoidaan tunnus (valmistusnumero), tekniset tiedot tyyppikilvestä ja käyttöönottopäivämäärä. Lisäksi on dokumentoitava väliottokytkimen askel ja asento. Väliottokytkimiä on 3- ja 5-portaisia, niillä ohjataan muuntajan muuntosuhdetta. (Savon Voima Verkko Oy)

5.8 Maadoitusmittauspiste

Muuntamoille ja erottimille dokumentoidaan maadoitusmittauspiste. Maadoitusmittausjärjestelmä on uusilla muuntamoilla yhdistetty maadoitus ja uusilla erottimilla suojamaadoitus SFS6001-standardin mukaan. Maadoitusryhmä on uusilla muuntamoilla esimerkiksi 4xUtp ja uusilla erottimilla sitä ei dokumentoida. Vanhoilla muuntamoilla käyttömaadoitusryhmä voi olla esimerkiksi D ja suojamaadoitusryhmä vanhoilla muuntamoilla sekä erottimilla C. Maadoitusmittaustulos kirjataan lomakkeelle ja PGFieldissä tulos dokumentoidaan maadoitusmittaus-välilehdelle. (Savon Voima Verkko Oy)

5.9 Jako- ja haaroituskaappi

Jako- ja haaroituskaapit dokumentoidaan osoitteen ja tunnuksen mukaan. Kaapeille dokumentoidaan valmistajatyypin, käyttöönottopäivämäärä sekä ryhmämerkinnät. Ryhmämerkinnällä tarkoitetaan kaapelilähtöjen osoitteiden ja kaapelityyppien dokumentointia. Lisäksi dokumentoidaan PJ-kytkimet eli jonovarokeytkimet ja sulakkeet jonovarokeytkimille. (Savon Voima Verkko Oy)

5.10 PJ-kytkin

PJ-kytkimille dokumentoidaan tyyppi, käyttöönottopäivämäärä (ei varalla oleville), sulakkeet (katalogista) ja kytkentätila. Kun PJ-kytkin jätetään varalle, merkitään kenttään "varalle" ja jätetään sulakatalogi tyhjäksi ja kytkin auki. (Savon Voima Verkko Oy)

5.11 Lähtö

Puistomuuntamossa sijaitseville KJ-lähdöille dokumentoidaan osoite. Puistomuuntamoissa ja jakokaapeissa sijaitseville PJ-lähdöille dokumentoidaan tunnus, kuten esimerkiksi 01. Lisäksi dokumentoidaan osoite lähdön tietoihin. Jos lähtö on varalla, kirjoitetaan järjestelmään: "varalla". Jos kaapissa on tilaa, dokumentoidaan "tilavaraus" ja varokkeen koko 160A tai 400A. (Savon Voima Verkko Oy)

5.12 Jakorajat

KJ-verkossa jakorajat dokumentoidaan merkitsemällä "avataan kytkinlaite". PJ-verkossa merkintä on sama, mutta kaavioon lähdön osoitteeseen kirjoitetaan "jakoraja". (Savon Voima Verkko Oy)

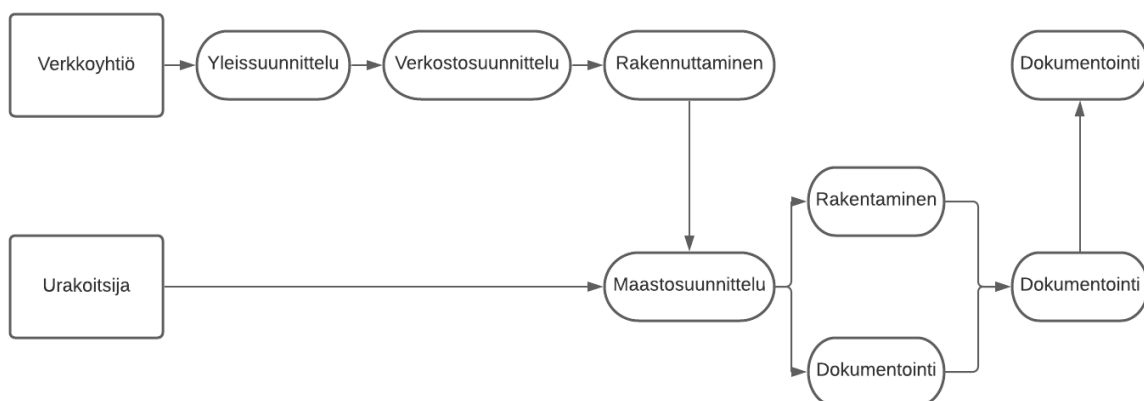
5.13 Pylväskatkaisija omakäyttömuuntajalla (muuntamo) ja sähköasemalla

Muuntamolla sekä sähköasemalla oleville pylväskatkaisijoille dokumentoidaan osoite, tunnuksen, käyttöönottopäivämäärä, ja asetteluarvot. Sähköasemalla sijaitsevalle katkaisijalle dokumentoidaan lisäksi valmistaja, aseman tyyppi ja kuvaus. Muuntamolla sijaitsevalle katkaisijalle dokumentoidaan lisäksi rakenne (esim. pylväs), muuntamotyyppi, sijaintitarkkuus ja lisäksi muuntamokaavioon kirjoitetaan "1-vaihe muunt pylväskatk". (Savon Voima Verkko Oy)

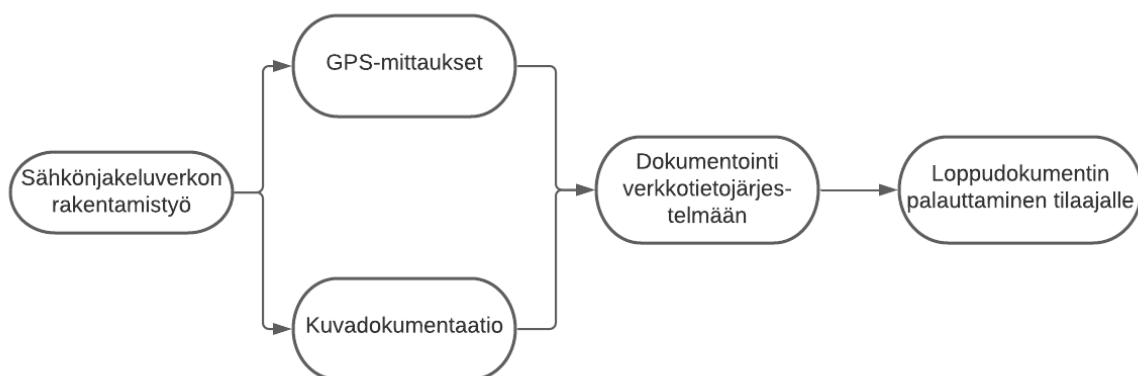
6 JAKELUVERKON DOKUMENTOINTIPROSESSIN VAIHEET URAKOINTIYHTIÖSSÄ

6.1 Dokumentointiprosessi

Dokumentointi esiintyy työvaiheena sekä tilaajilla eli verkkoyhtiöillä ja toimittajilla eli urakoitsijoilla. Se sijoittuu työvaiheena loppupuolelle sähköjakeluverkon projekteja. Kuvassa 6 on esitetty kokonaisvaltaisesti rakentamistyön prosessi verkkoyhtiön ja urakoitsijan välillä. Verkkoyhtiöllä prosessi alkaa yleissuunnittelusta, josta työt siirtyvät verkostosuunnittelun ja rakennuttamisen kautta urakoitsijalle maastosuunnitteluun ja rakentamiseen. Dokumentointia suoritetaan rakentamisen aikana sekä sen jälkeen. Loppudokumentti siirtyy lopuksi urakoitsijalta verkkoyhtiölle, joka suorittaa lopullisen dokumentoinnin verkkotietojärjestelmiin. (Savallampi) Kuvassa 7 on esitetty urakoitsijan dokumentointiprosessin vaiheet. Työn vastaanoton ja palauttamisen välissä suoritetaan GPS-mittaukset ja kuvadokumentaatio, joiden pohjalta suoritetaan tietojen dokumentointi verkkotietojärjestelmään.



KUVA 6. Dokumentointiprosessi verkkoyhtiön ja urakoitsijan välillä. (Savallampi)



KUVA 7. Urakoitsijan dokumentointiprosessi.

6.2 GPS-mittaukset

Dokumentaatioprosessin ensimmäinen vaihe kuvadokumentaation lisäksi on GPS-mittaukset maastossa. GPS-mittaukset on toteutettava huolellisesti, sillä dokumentoinnin tarkkuus verkkotietojärjestelmään on riippuvainen mittauksien onnistumisesta. Mittauksien tarkoituksena on kerätä maastosta GPS-laitteella kaikki työmaahan kuuluvien komponenttien sijainnit eli esimerkiksi kaapelireitit, kaapelijatkokset, muuntamot ja jakokaapit. Mittaukset voidaan toteuttaa esimerkiksi Trimblen GPS-laitteistolla (kuva 4). Maakaapelien paikallistamisessa käytetään mittauksien aikana kaapelinhakulaitetta (kuva 5). Monesti mittauksia tehdessä kaapelinkaivujälki on vielä näkyvässä, mikä osaltaan helpottaa kaapelin paikallistamista. Lopullinen sijainti saadaan kuitenkin varmistettua kaapelinhakulaitteella.

6.2.1 Punakynäkartat ja maastomerkit

Punakynäkartat ovat karttoja työmaasta, joiden avulla aliurakoitsija eli yleensä maanrakentaja toimittaa tietoa dokumentointia varten. Karttoihin merkitään esimerkiksi kaapelille tehtyjä suojauksia, kaapelijatkot ja muita muutoksia, mitä on tehty alkuperäiseen suunnitelmaan verrattuna. Muutoksia voi tulla esimerkiksi kaapelien reitteihin ja suojauksiin. Lisäksi karttoihin merkitään kaapelimäärät. Karttojen avulla saadaan dokumentoitua suojaukset ja muut muutokset verkkotietojärjestelmiin oikein, koska esimerkiksi kaapelijatkosten paikat riippuvat monesti siitä, kuinka pitkiä kaapelikeloja käytetään. Aliurakoitsijalta saadaan myös takaisin kartat pylväsprofiileista, joihin merkitään muutokset pylväsrakenteisiin. Muutoksia voi tulla esimerkiksi erilaisiin pylvään tukirakenteisiin kuten kalliorakenteisiin, joiden tarpeellisuus huomataan vasta pylväsrakenteita rakennettaessa.

Maastomerkit ovat kaivuu-urakoitsijoiden asettamia merkkejä työmaalle dokumentointia varten. Niillä merkataan esimerkiksi kaapelin suojauksien, tienalitusputkien ja KJ- ja PJ-jatkojen sijainteja. Dokumentoija käyttää punakynäkarttoja ja maastomerkkejä apuna GPS-mittauksien aikana.



KUVA 8. Haaroituskaapin GPS-sijaintimittaus.

6.3 Kuvadokumentaatio

Dokumentaatioprosessin ensimmäinen vaihe GPS-mittauksien lisäksi on kuvadokumentaatio, jossa dokumentoitavasta työmaasta kuvataan kaikki vaadittu ja tarpeellinen. Puhelimesta tai muusta kuvauslaitteesta siirretään kuvadokumentaatiomateriaali tietokoneelle tarkastelua varten. Maastosta on kuvattava esimerkiksi muuntamot, jakokaapit ja haaroituskaapit sekä lisäksi myös esimerkiksi pylväiden ylijännitesuojat ym. dokumentoitavat komponentit. Kuvadokumentaatiota muuntamosta käsitellään kappaleessa 6.3.1 ja jakokaappia kappaleessa 6.3.2. Liitteessä 2 on tarkistuslista kuvadokumentaatiosta. Tarkistuslistassa on esitettyä kuvattavat kohteet ja mitä niiden tulee sisältää. Kuvien määrä voi vaihdella tilaajasta riippuen, sillä eri verkkoyhtiöillä on erilaiset vaatimukset dokumentointiin liittyen.

Kuvien avulla pystytään dokumentoimaan komponenttien oikeat tiedot verkkotietojärjestelmiin. Dokumentoitavia tietoja ovat esimerkiksi oikeat muuntamo- ja jakokaappityypit sekä niillä sijaitsevat komponentit. Dokumentoitavia komponentteja ovat muuntamolla esimerkiksi jonovarokeytkimet,

sulakkeet ja ylijännitesuojat sekä kaapelityypit ja jakokaapilla jonovarokkeet, kaapelit ja sulakkeet. Muuntamalla on myös tärkeää kuvata muuntajakoneen tyyppikilpi, josta saadaan koneen arvot kirjattua järjestelmään. Kuvadokumentaatio suoritetaan yleensä samanaikaisesti GPS-mittauksien kanssa, sillä kummatkin suoritetaan maastossa. Tilaaja saattaa vaatia osan kuvadokumentaation kuvista ja ne on palautettava esimerkiksi Headpowerin kautta. Suurinta osaa kuvista käytetään helpottamaan urakoitsijan dokumentointia verkkotietojärjestelmään. Kuvadokumentaatio on tärkeää pohjatyötä verkkotietojärjestelmään dokumentoinnin kannalta.

6.3.1 Kuvadokumentaatio muuntamosta

Kuvadokumentaation aikana muuntamosta otetaan tarvittavat kuvat. Esimerkkimuuntamosta otettiin yhdeksän kuvaa (kuvat 9–17). Kuvien avulla pystytään dokumentoimaan oikeat tiedot komponenteista verkkotietojärjestelmään. Kuvassa 9 on yleiskuva puistomuuntamosta ulkoa. Siitä nähdään muuntamon yleisilme sekä muuntamopohjan rakenne. Lisäksi nähdään muuntamon tunnus. Muuntamopohjan on täytettävä standardit, jotka on määritelty Headpowerin vakiorakenteissa. Kuvassa 10 on muuntamon pj-tila. Oleellisimpana tietona kuvasta havainnoidaan jonovarokkeiden määrä ja siten nähdään, onko muuntamalla tilaa varokkeille mahdollisia tulevaisuuden tarpeita varten.

Kuvassa 11 on kuvattu muuntamon jonovarokeytkimet. Kuvasta nähdään jonovarokeytkimiin liittyvät tiedot, esimerkiksi varokkeen tyyppi. Esimerkkimuuntamalla on kahta eri jonovarokeytkintä, ryhmällä 1 on 400 Ampeerin jonovarokeytkin. 2 ja 3 ryhmän jonovarokeytkimet ovat 160 Ampeerin kytkimiä. Kuvasta nähdään, että molemmat kytkimet ovat JEAN MULLERIN valmistamia.

Kuvassa 12 on tarkennuskuva jonovarokkeiden tiedoista, siitä nähdään kytkimien tarkat tiedot ja kaapelien osoitteet. Esimerkiksi ryhmän 1 osoitetiedoista nähdään, että kaapeli lähtee muuntamolta 14206 ryhmästä 1 ja menee jakokaapille JK1065. Osoitetiedoista nähdään myös kaapelin tyyppi (AX187) ja sulakkeen koko 100A. Kuva 13 on muuntajan tyyppikilvestä. Kilvestä nähdään muuntamon tiedot eli esimerkiksi muuntamon tyyppi (KUMU PTM 0,5 S).

Kuvassa 14 on kuvattu KJ-kenno ulkopuolelta. Siitä nähdään sen yleisilme ja se että erottimien osoitteet ovat oikein. Lisäksi nähdään lähdön keskijännitekaapelin tiedot. Kuvasta 15 nähdään, että KJ-kaapeli asennettu standardien mukaisesti sekä kaapelin tyyppitiedot ja osoite. Lisäksi kuvasta nähdään, että varoituslauta on paikoillaan.

Kuvassa 16 on kuvattu muuntajakone. Kuvasta voidaan havaita, että muuntajakone on asennettu asianmukaisesti. Kaikki kytkennät on tehtävä Headpowerin vakiorakenteiden mukaisesti. Kuvassa 17 on muuntajakoneen tyyppikilpi, josta nähdään muuntajakoneen tyyppitiedot. Järjestelmään on laitettava tiedot tilaajan ohjeiden mukaisesti. PGFieldiin dokumentoitavat tiedot käsitellään kappaleessa 6.4.2.



KUVA 9. Yleiskuva puistomuuntamosta ulkoa.



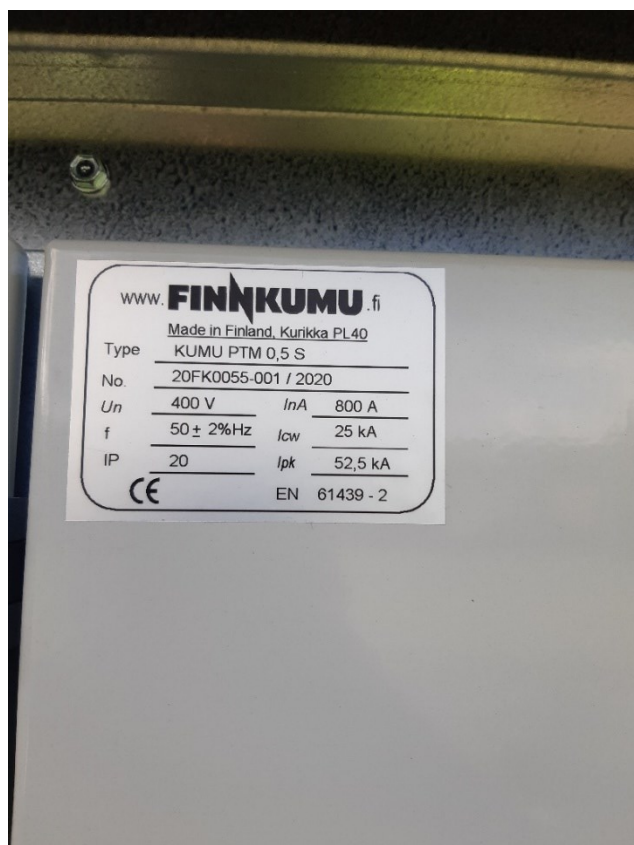
KUVA 10. Yleiskuva muuntamon PJ-tilasta.



KUVA 11. Muuntamon jonovarokeytkimet.



KUVA 12. Muuntamon jonovarokeytkimien tiedot.



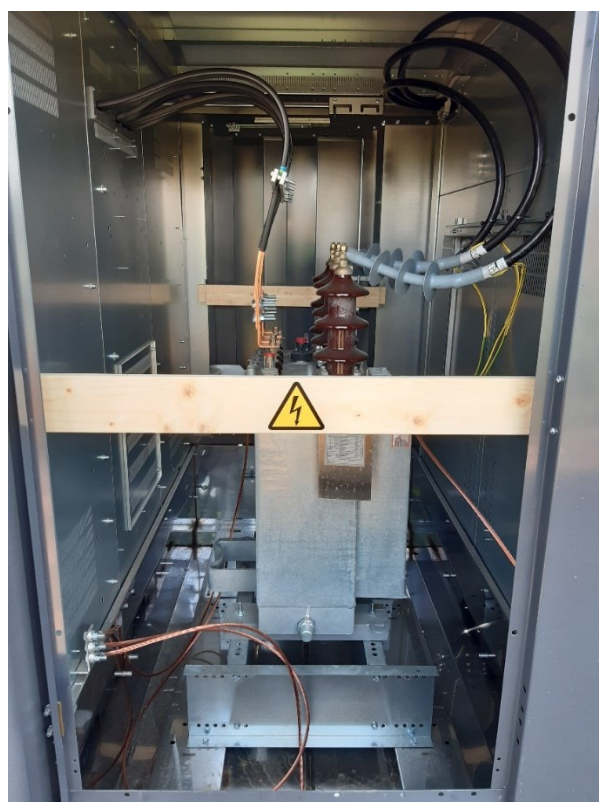
KUVA 13. Muuntamon tyyppikilpi.



KUVA 14. Muuntamon KJ-kenno ulkoa.



KUVA 15. Yleiskuva KJ-kennosta sisältä.



KUVA 16. Yleiskuva muuntajakoneesta.



KUVA 17. Muuntajakoneen tyyppikilpi.

6.3.2 Kuvadokumentaatio jakokaapista

Jakokaapista otetaan viisi kuvaa kuvadokumentaatiotaprosessin aikana (kuvat 18–22). Kuvien avulla pystytään dokumentoimaan oikeat tiedot jakokaapista verkkotietojärjestelmään. Kuva 18 on yleiskuva jakokaapista ulkoa, siitä nähdään jakokaapin yleisilme, tärkeimpänä asennussyvyys ja se että jakokaapin ympäristö on hoidettu kuntoon. Kuvassa 19 on yleiskuva jakokaapista sisältä, siitä nähdään tärkeimpänä jonovarokkeiden määrä ja kuinka paljon jakokaapissa on tilaa lisävarokkeille tulevaisuutta varten.

Kuvassa 20 on tarkennettu kuva kaapin lähtöjen tiedoista. Niistä nähdään kaapelien osoite- ja tyyppitiedot. Lisäksi nähdään varokkeiden koko ja sulake. Esimerkkijakokaapilla on kolme ryhmää ja muuntamolta tuleva syöttökaapeli (4xAXMK185). Varokkeet ovat kaikki 160 A ja sulakkeet jokaisella ryhmällä 63 A.

Kuvassa 21 on tarkennuskuva jonovarokkeiden tyyppitiedoista, siitä nähdään muun muassa varokkeen tyyppi ja valmistaja. Kuvasta voidaan havaita, että jonovarokekytkimet ovat JEAN MULLERIN valmistamia ja että niiden tyyppi on SL00.

Kuvassa 22 on jakokaapin tyyppikilpi, siitä nähdään muun muassa jakokaapin valmistaja (POK), tyyppi (MFRO) sekä erilaisia arvoja kuten nimellisjännite (Un), taajuus (fr), IP-luokka, oikosulkuvirta (InA), Ipw ja Ipk.



KUVA 18. Yleiskuva jakokaapista ulkoa.



KUVA 19. Yleiskuva jakokaapista sisältä.



KUVA 20. Kaapelitiedot ja osoitteet ryhmittäin.



KUVA 21. Jonovarokkeiden tyyppitiedot.



KUVA 22. Jakokaapin tyyppikilpi.

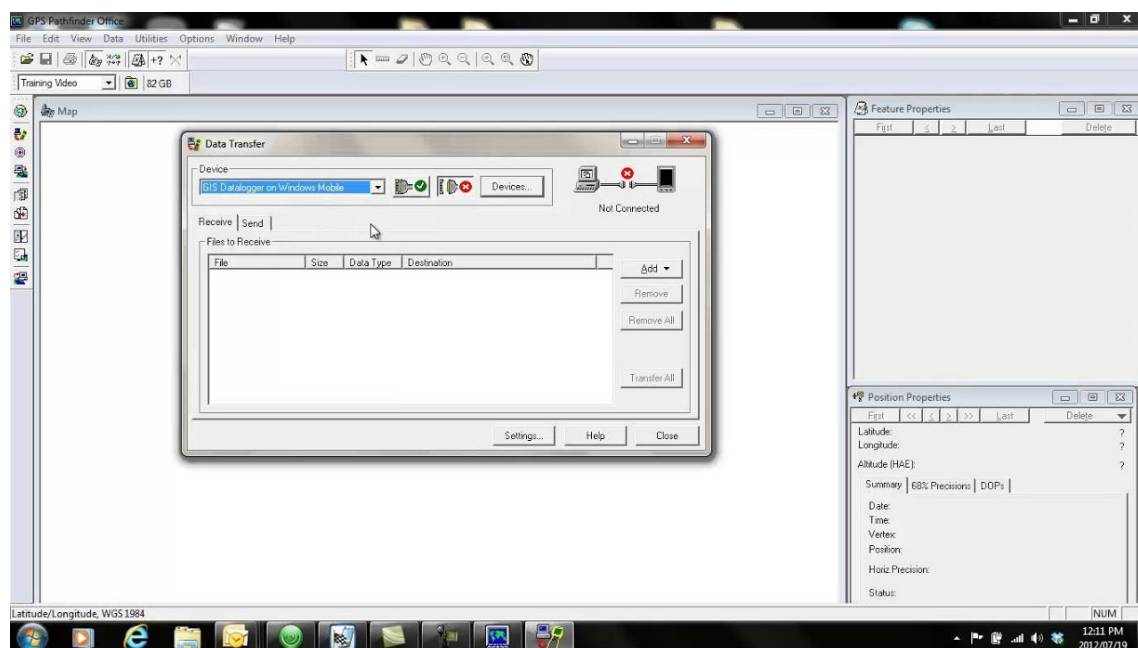
6.4 Dokumentointi verkkotietojärjestelmään

Dokumentaatioprosessin kolmantena vaiheena on maastosta kerättyjen tietojen dokumentointi verkkotietojärjestelmään. Prosessia suoritetaan sitä mukaa kun maastosta saadaan tietoa. Verkkotietojärjestelmään dokumentoidaan GPS-mittauksien pohjalta kaapelien, muuntamoiden, jakokaappien ja ym. komponenttien sijaintitiedot. Muuntamoille ja jakokaapeille muokataan kaaviot vastaamaan maastossa olevaa. Kuvadokumentaation avulla muokataan oikeat tiedot eri komponenteille. Kappaaleessa 5 käsitellään dokumentoitavia komponentteja. Verkkotietojärjestelmään dokumentoinnin laatu riippuu pitkälti GPS-mittauksien ja kuvadokumentaation onnistumisesta.

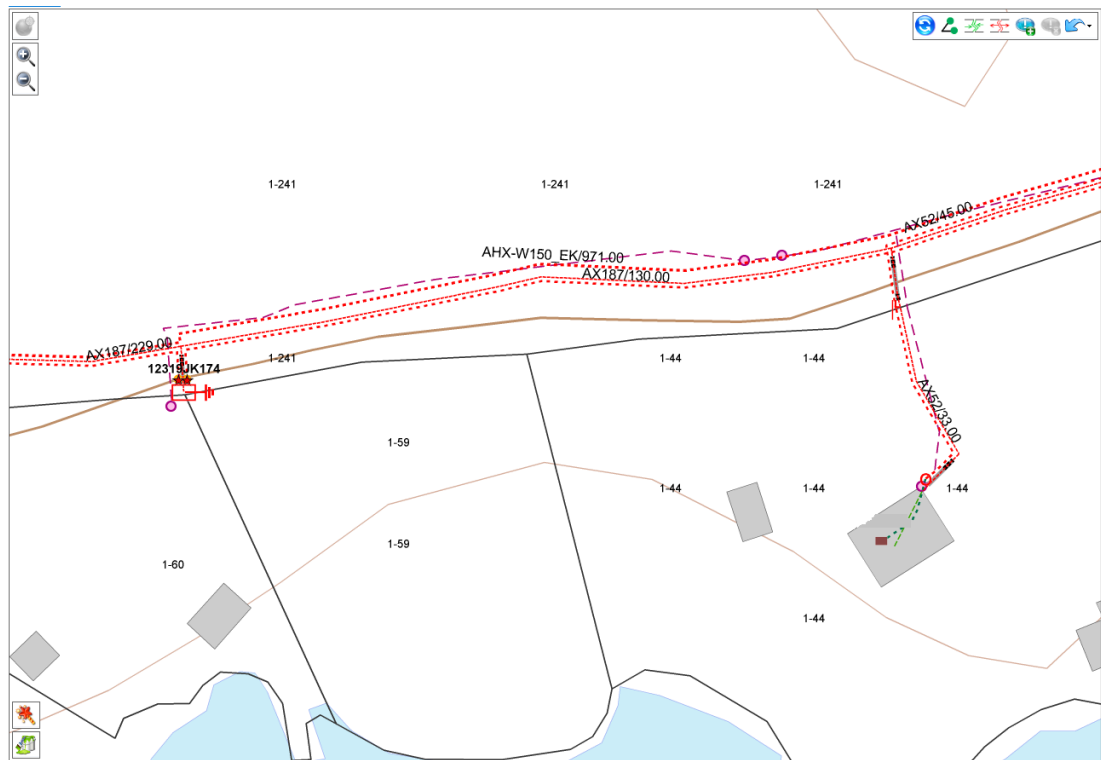
6.4.1 Sijaintitietojen dokumentointi

Dokumentointia varten verkkotietojärjestelmään on siirrettävä maastossa tehty tiedosto GPS-laitteesta tietokoneelle. GPS-tietojen siirtäminen onnistuu käyttämällä Trimblen GPS Pathfinder -ohjelmaa (kuva 23). Ohjelma muuttaa GPS-pisteet mti-tiedostoksi verkkotietojärjestelmää varten.

Sijaintitietojen käsittelyn jälkeen pystytään suorittamaan komponenttien siirto oikeaan kohtaan verkkotietojärjestelmässä. Dokumentoitavia sijaintitietoja ovat muun muassa kaapelien reitti, kaapelireitillä sijaitsevat kaapelijatkot ja reitillä sijaitsevat putkitukset. Muita dokumentoitavia sijainteja ovat muuntamoiden, jakokaappien ja haarotuskaappien sijainnit. Kuvassa 24 on esitetty mitattu kaapelireitti suhteessa suunniteltuun reittiin PGField-verkkotietojärjestelmässä. Suunniteltu reitti on kuvassa punaisella katkoviivalla ja mitattu reitti violetilla. Violetilla pisteillä on merkitty jakokaapin paikka ja kourutukset reitillä. Kuvan suunniteltu kaapelireitti, jakokaapin paikka ja kourutukset dokumentoidaan verkkotietojärjestelmään mitatulle reitille.



KUVA 23. Trimblen GPS Pathfinder -ohjelma.



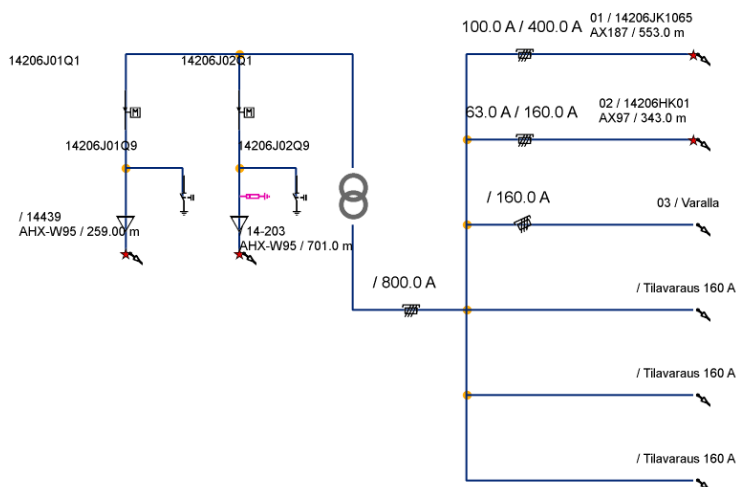
KUVA 24. Sijaintitiedot suhteessa suunnitelmaan – PGField.

6.4.2 Muuntamon dokumentointi

Verkkotietojärjestelmään dokumentointiin kuuluu muuntamo- ja jakokaappikaavioiden dokumentoiminen vastaamaan maastossa olevaa. Kuvassa 25 on esitetty muuntamokaavio. Muuntamokaavioon dokumentoitavat tiedot on käsitelty kappaleessa 5.6.

Kuvassa 26 on esimerkkimuuntamon tiedot. Muuntamon tietosarakkeessa on vihreällä kohdat, jotka ovat oleellisia dokumentoinnin kannalta. Muuntamotietoihin on dokumentoitava muuntamon tunnus, osoite, rakenne, muuntamotyyppi, käyttöönottopäivämäärä, sijaintitarkkuus, lintusuoja, omistaja, valmistaja, öljyastia, tuuletin, maadoituspallo sekä kauko-ohjaus-, tiedonsiirto- ja vianindikointilaitteisto.

Muuntajakoneen tiedot näkyvät kuvassa 27. Muuntajakoneen tietosarakkeessa on vihreällä kohdat, jotka ovat oleellisimpia dokumentoinnin kannalta. Muuntajakoneen tiedot saadaan muuntamon tyyppikilvestä, joka kuvataan kuvadokumentaatioprosessin aikana. Dokumentoitavia tietoja ovat koneen tunnus, nimellisteho, tyyppi, valmistaja, valmistusnumero, käyttöönottopäivämäärä, Zk 12, Pcu 12, tyhjäkäyntihäviöt (P0 (W)), ensiöjännite (Un1(kV)), toisiojännite (Un2(kV)), kokonaispaino, öljyn paino ja kytkentäryhmä. Lisäksi on selvitettävä väliottokytkimen asento. Esimerkkimuuntajakone on ABB:n valmistama CTO-50 tyyppin 50 kVA muuntaja.



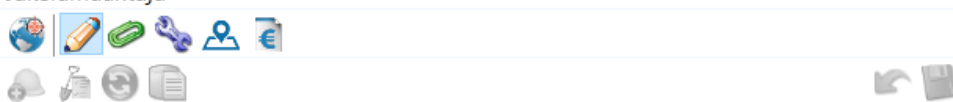
KUVA 25. Muuntamokaavio – PGField.

Muuntamo

Kenttä	Arvo
Tunnus*	14206
Osoite	
Rakenne	Puisto
Muuntamotyyppi	91
Käyttöönottopvm	2020-09-01
Sijaintitarkkuus	DGPS
Lintusuoja	Ei
Omistaja	Verkkoyhtiö
Valmistaja	FINNKUMU
INFO	
Öljyastia	Kyllä
Tuuletin	Ei
Maadoituspallo	<null>
Kauko-ohjauslaitteisto	Kyllä
Kauko-ohjauslaitteiston käyttöönottopvm	
Tiedonsiirtolaitteisto	Kyllä
Tiedonsiirtolaitteiston käyttöönottopvm	
Vianindikointilaitteisto	<null>
Vianindikointilaitteiston käyttöönottopvm	
Tila	Käytössä
Syöttävän sähköaseman lähtö	
Kunta	
Sisäänkäynnin os.	
Kytkentämaksu	<null>
Keskeytyskriittisten käyttöpaikkojen lkm	
<i>Lisääjä</i>	
<i>Luonti pvm</i>	2017-11-21
<i>Muuttaja</i>	
<i>Muutos pvm</i>	2020-12-11
<i>ID</i>	316294395

KUVA 26. Muuntamotiedot – PGField.

Jakelumuuntaja



Kenttä	Arvo
<i>Tunnus*</i>	18000046548
<i>Nimellisteho, Sn (kVA)*</i>	50
<i>Tyyppi</i>	CTO-50/20,5PNSm
<i>Valmistaja</i>	ABB
<i>Valmistusnumero</i>	1LPL18000046548
<i>Käyttöönottopvm</i>	2020-09-01
<i>Zk 12 (%)</i>	4.114
<i>Pcu 12 (W)</i>	1042
<i>Tyhjäkäyntihäviöt P0 (W)</i>	83
<i>Ensiöjännite, Un1 (kV)*</i>	20.5
<i>Toisiojännite, Un2 (kV)*</i>	0.41
<i>Kokonaispaino (kg)</i>	390
<i>Öljyn paino (kg)</i>	99
<i>KytKentäryhmä</i>	Dyn11
<i>Väliottokytkimen askelten lkm</i>	5
<i>Väliottokytkimen askel %</i>	2,5%
<i>Väliottokytkimen asento</i>	0
<i>Vaihtoehtoinen tuleva jännitetaso (kV)*</i>	
<i>INFO</i>	
<i>Kiinnitystapa</i>	<null>
<i>Tila</i>	Käytössä
<i>Omistaja</i>	
<i>Tarkastus pvm</i>	
<i>Kolmikäämi</i>	Ei
<i>Nimellisteho, Sn2 (kVA)</i>	
<i>Nimellisteho, Sn3 (kVA)</i>	
<i>Tertiäärijännite, Un3 (kV)*</i>	
<i>Nimellisvirta, In3 (A)</i>	
<i>Zk 13 (%)</i>	
<i>Pcu 13 (W)</i>	
<i>Ur (%)</i>	
<i>Ux (%)</i>	
<i>Suittävän sähköseaman lähtö</i>	

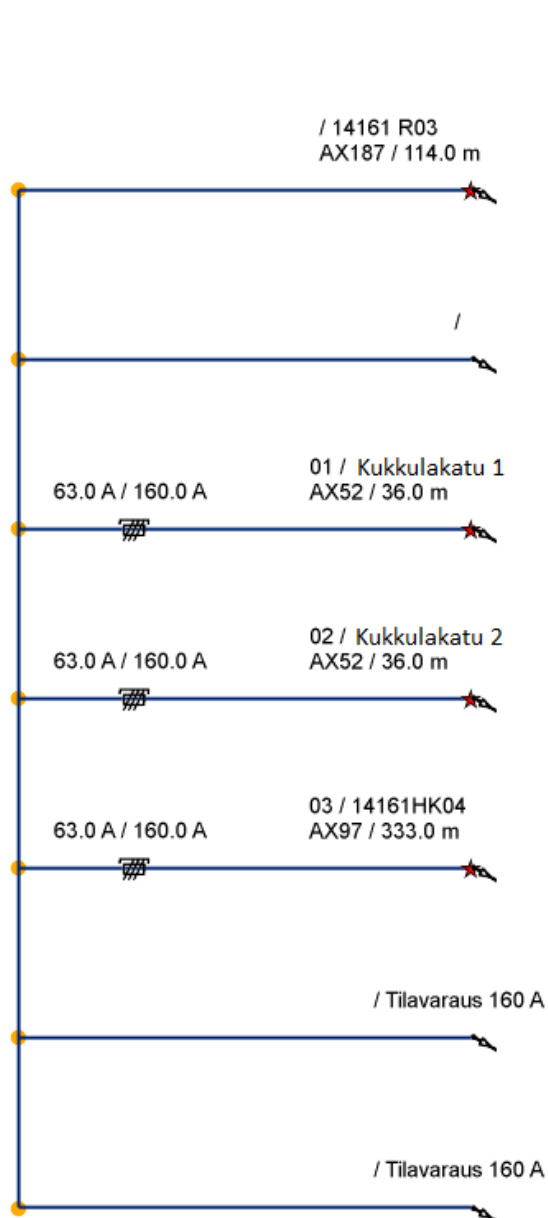
KUVA 27. Muuntajakoneen tiedot – PGField.

6.4.3 Jakokaapin dokumentointi

Jakokaappikaavio on esitetty kuvassa 28. Kaavioon on dokumentoitava ryhmämerkinnät eli jokaisen ryhmän (lähdön) tiedot. Esimerkiksi ryhmässä 01 osoitetieto on liittymälle Kukulakatu 1. Kaavioon on myös dokumentoitava kaapelin tiedot ja pituus. Esimerkiksi ryhmässä 1 kaapeliksi on merkitty

AX52 ja sen pituudeksi 36 metriä. Lisäksi kaavioon on dokumentoitava lähdön PJ-kytkin eli jonovaro-kekytkin ja sen sulakkeet. Esimerkiksi ryhmällä 1 on 160A jonovarokeytkin, jossa on 63 A sulake.

Jakokaappitiedot on esitetty kuvassa 29. Oleellisina dokumentoitavina tietoina ovat kaapin osoite, tunnus, verkkotyyppi, valmistaja, käyttöönottopäivämäärä, sijaintitarkkuus sekä sijaintiympäristö.



KUVA 28. Jakokaappikaavio – PGField.

Jakokaappi



Kenttä	Arvo
Tunnus*	14161JK1069
Osoite	Kukkulakatu 1
Verkkotyyppi	PJ-verkko
Valmistajatyypä	JK-L00
Käyttöönottopvm	2020-09-01
Kiskon nimellisvirta (A)	
Sijaintitarkkuus	DGPS
Sijaintiympäristö	Tien laita
Symbolin koko	Jakokaappi
Tiedonsiirto	<null>
Kytkimien max lkm	
OWNER	<null>
INFO	
<i>Lisääjä</i>	
<i>Lisätty (pvm)</i>	2017-11-22
<i>Muokkaaja</i>	
<i>Muutettu (pvm)</i>	2020-12-11
<i>ID</i>	316397382

KUVA 29. Jakokaappitiedot – PGField.

7 DOKUMENTOINTIOHJEET

7.1 Dokumentointiohje

Työssä laadittiin dokumentointiohje Voimatel Oy:n sisäiseen käyttöön. Ohjeessa on selkeästi esitetynä dokumentoinnin vaiheet, ja mitä dokumentointiin osallistuvien osapuolien on otettava huomioon dokumentointiprosessin eri vaiheissa. Ohjetta hyödyntää Voimatelin dokumentointiprosessi ja siihen liittyvät henkilöt eli pääasiassa dokumentoijat, työnjohto ja aliurakoitsijat. Ohjeet on jaoteltu erikseen Voimatelin työnjohdolle, dokumentoijille ja aliurakoitsijoina toimiville maanrakentajille.

Dokumentointiohjeen tarkoituksena on toimia kokonaisvaltaisena ohjeena dokumentointiprosessista Voimatel Oy:ssä. Se sisältää ohjeistusta GPS-mittauksiin, kuvadokumentaatioon ja verkkotietojärjestelmään dokumentointiin liittyen. Ohjeistusta voidaan käyttää myös uusien työntekijöiden perehdyttämisessä dokumentoinnin tehtäviin. Näin ollen se myös tehostaa perehdytysprosessia, sillä kokenemmillä työntekijöiltä ei kulu aikaa perehdytykseen yhtä paljon kuin ennen.

7.2 Tarkistuslistat

Opinnäytetyössä valmistui kolme erillistä tarkistuslistaa Voimatelin dokumentointiprosessin käyttöön. Listat on eritelty kuvadokumentaatioon, GPS-mittauksiin ja verkkotietojärjestelmään dokumentoimiseen. Niiden tarkoitus on helpottaa dokumentoijan päivittäistä tekemistä, ja ne toimivat hyvänä työkaluna työn eri vaiheiden seurannassa. Lisäksi valmistui checklist-tyyppinen tarkistuslista Voimatelin työnjohdon käyttöön. Listan avulla työnjohtajan dokumentointiin liittyvän työn seuranta helpottuu.

7.2.1 Tarkistuslista GPS-mittauksista

Tarkistuslista maastomittauksista löytyy liitteestä 2. Listan tarkoituksena on helpottaa dokumentoitavan työn seuranta GPS-mittauksien osalta. Listaan merkitään muuntopiireittäin mitatut sijainnit. Listassa on erikseen muuntamot, KJ- ja PJ-reitit, KJ- ja PJ-jatkot. Lisäksi listassa on alitukset, putkitukset ja muut suojaukset. Jakokaappien sijainnit merkitään listaan muuntopiirien mukaan.

7.2.2 Tarkistuslista kuvadokumentaatiosta

Tarkistuslista kuvadokumentaatioon liittyen löytyy liitteestä 1. Listan tarkoituksena on helpottaa dokumentoitavan työn seuranta kuvadokumentaation osalta. Kuvatut kohteet merkitään listaan muuntopiireittäin. Jokaiselle muuntamolle on erillinen kohta sekä jokaiseen muuntopiiriin kuuluvat jakokaapit ovat erikseen. Kuvia on otettava dokumentointia varten muuntamosta 11 kappaletta ja jakokaapeista 5 kappaletta. Listan avulla pystytään varmistumaan siitä, että kaikki tarvittavat kuvat otetaan maastotyön aikana.

7.2.3 Tarkistuslista dokumentoinnista verkkotietojärjestelmään

Tarkistuslista dokumentoinnista verkkotietojärjestelmään löytyy liitteestä 3. Listan tarkoituksena on toimia apuna verkkotietojärjestelmään dokumentoimisessa. Listaan merkitään muuntopiireittäin dokumentoitavat komponentit.

8 YHTEENVETO

Opinnäytetyössä tutustuttiin dokumentoitavaan jakeluverkon rakenteeseen ja dokumentointilaitteisiin. Työn päätarkoituksena oli tuottaa Voimatel Oy:lle selkeät ja työtä helpottavat dokumentointiohjeet ja tarkistuslistat työvaiheittain. Työssä havainnoitiin kyselyn avulla tämänhetkisiä ongelmakohtia Voimatelin dokumentointiprosessissa ja pyrittiin löytämään niille erilaisia ratkaisuja.


Työssä tehdyn kyselyn perusteella dokumentointiprosessin suurimmiksi ongelmiksi havaittiin punakynäkartojen tietojen puutteellisuus, kuvadokumentaation heikko laatu sekä laitteiston ja verkkotietojärjestelmien (lähinnä PGField) toimivuusongelmat. Työn tuloksena tehtiin Voimatel Oy:n dokumentointiprosessin käyttöön dokumentoitavan työn seuranta-/tarkistuslistat ja dokumentointiohje. Kyselystä selvinneisiin ongelmiin löytyi myös mahdollisia ratkaisuehdotuksia, kuten esimerkiksi laitteiden uusiminen ja päivittäminen.

Dokumentoinnin tarpeen ja tilaajien vaatimuksien lisääntyessä tulevaisuudessa, ohjeistuksia on päivitettävä jatkuvasti. Tulevaisuuden kehitystarpeiksi näkisin tämän työn pohjalta punakynäkartojen muuttamisen sähköiseen muotoon, mikä tehostaisi tiedon liikkumista eri osapuolien välillä. Lisäksi yksittäisten ohjeiden kuten GPS-laitteen käyttöohjeen päivittäminen ajan tasalle olisi hyödyllistä. Pe-rehdytystä työntekijöiden ja aliurakoitsijoiden suuntaan olisi myös lisättävä, mikä näkyisi punakynäkartojen ja kuvadokumentaation laadun paranemisena. Tulevaisuudessa olisi myös hyödyllistä, jos maastossa suoritettava kuvadokumentaatio siirtyisi automaattisesti verkkotietojärjestelmään.

9 LÄHDELUETTELO

- Bastman, Juhani. 2011.** Kartoitus alueverkkojen nykytilasta. [Online] 2011. [Viitattu: 22. 2. 2021.] http://sgemfinalreport.fi/files/SGEM_WP255_Aluverkkokartoitus.pdf.
- Geos Oy.** [Online] [Viitattu: 28. 2. 2021.] <https://www.geos.fi/tuotteet/kaapelinhakulaite>.
- Geotrim Oy, Ohjelmistot.** [Online] [Viitattu: 23. 2. 2021.] <https://geotrim.fi/tuotteet/ohjelmistot/paikkatieto-ohjelmisto-trimble-gps-pathfinder-office/>.
- . [Online] [Viitattu: 24. 2. 2021.] <https://geotrim.fi/tuotteet/ohjelmistot/paikkatieto-ohjelmisto-trimble-terrasync/>.
- Headpower Oy.** [Online] [Viitattu: 24. 2. 2021.] <https://headpower.fi/#tuotteet>.
- Jumppanen, Jarkko. 2014.** *Maastosuunnittelusovelluksen vaatimusmäärittelyt.* 2014.
- Lakervi, Erkki ja Partanen, Jarmo . 2009.** *Sähkönjakelutekniikka.* Helsinki : Otaniemi, 2009. 978-951-672-359-7.
- Mercell. 2014.** Merzell, hankinta. [Online] 13. 2 2014. [Viitattu: 11. 4 20.] <https://www.mercell.com/fi-fi/hankinta/43231639/care-center-pgfield-ja-gridwise--jarjestelmat-hankinta.aspx>.
- Savallampi, Timo.** Sähköverkon rakentaminen. [Online] [Viitattu: 20. 2. 2021.] https://moodle.savonia.fi/pluginfile.php/1088662/mod_resource/content/2/ESV4840%20S%C3%A4hk%C3%B6verkonrakentaminen%20YLEIST%C3%84%202020.pdf.
- Savon Voima Verkko Oy.** *Dokumentoitavat tiedot 2019.*
- Trimble Oy.** Trimble NIS. [Online] [Viitattu: 24. 2 2021.] <https://utilities.trimble.fi/trimble-nis-sahkoverkoille.html>.
- Voimatel Oy, 2021.** Palvelut:. [Online] [Viitattu: 22. 2. 2021.] <https://www.voimatel.fi/palvelut/>.

LIITE 3: SEURANTALISTA DOKUMENTOINNISTA VERKKOTIETOJÄRJESTELMÄÄN

		Dokumentointi verkkotietojärjestelmään													
		Tila = rtghjia													
Muuntamon nimi z : x Tarjottu tila voi käyttää lyödyksi dokumentoinnin etenemisen seurauksessa. Merkataan esim. "x" kun on tehty.	Muuntamo / MP	Muuntamon nimi	Muuntamon sijainti	Muuntamon tiedot	Muuntamokaavio	Jonovaroakajitukset	Kaapelin tyypit ja osatiedot	Muuntajalaitteen tiedot							
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
Dokumentointi tehdään tunnin verkkotietojärjestelmän mukaan. Kts. Dokumentointitiedot	Lisälietoja														
MP - Muuntosijainti	MP	Muuntamon numero	Käyttö	Jonovaroakajien määrä	Varokkeiden tiedot	Piretit	P-jätköt	Sig-jätköt							
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
Huomiotaava	Jakokaappi	Jakokaappin sijainti	Jakokaappin tiedot	Jakokaappikaavio	Jonovaroakajitukset	Kaapelin tyypit ja osatiedot	Lisätiedot								
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								
Huomiotaava				Varokkeiden tiedot/osa- kappiot			Sulakekoot								

KUVALUETTELO

KUVA 1. Sähköverkon rakenne Suomessa. (Elenia, 08.12.2017)	10
KUVA 2. Alfen Elkamo 20/0,4 kV puistomuuntamo. (Alfen Elkamo, ei pvm.).....	11
KUVA 3. 20/0,4kV pylväsmuuntamo. (Elenia, 8.12.2017)	12
KUVA 4. Trimble Geo7X – GPS ja antenni. (GPS-boutique, ei pvm.).....	14
KUVA 5. RD7100PL-kaapelinhakulaite. (Sähkönumerot, ei pvm.)	14
KUVA 6. Dokumentointiprosessi verkkoyhtiön ja urakoitsijan välillä. (Savallampi)	20
KUVA 7. Urakoitsijan dokumentointiprosessi.	20
KUVA 8. Haaroituskaapin GPS-sijaintimittaus.	22
KUVA 9. Yleiskuva puistomuuntamosta ulkoa.	24
KUVA 10. Yleiskuva muuntamon PJ-tilasta.	24
KUVA 11. Muuntamon jonovarokeytkimet.	25
KUVA 12. Muuntamon jonovarokeytkimien tiedot.....	26
KUVA 13. Muuntamon tyyppikilpi.....	27
KUVA 14. Muuntamon KJ-kenno ulkoa.	27
KUVA 15. Yleiskuva KJ-kennosta sisältä.	28
KUVA 16. Yleiskuva muuntajakoneesta.	28
KUVA 17. Muuntajakoneen tyyppikilpi.....	29
KUVA 18. Yleiskuva jakokaapista ulkoa.	30
KUVA 19. Yleiskuva jakokaapista sisältä.....	31
KUVA 20. Kaapelitiedot ja osoitteet ryhmittäin.	31
KUVA 21. Jonovarokkeiden tyyppitiedot.	32
KUVA 22. Jakokaapin tyyppikilpi.....	32
KUVA 23. Trimblen GPS Pathfinder -ohjelma.....	33
KUVA 24. Sijaintitiedot suhteessa suunnitelmaan – PGField.....	34
KUVA 25. Muuntamokaavio – PGField.....	35
KUVA 26. Muuntamotiedot – PGField.....	36
KUVA 27. Muuntajakoneen tiedot – PGField.....	37
KUVA 28. Jakokaappikaavio – PGField.....	38
KUVA 29. Jakokaappitiedot – PGField.....	39